МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Білоруський державний аграрний технічний університет
Варшавський політехнічний університет (Польща)
Економічний університет у Вроцлаві (Польща)
Інститут технологічно-природничий (Польща)
Вроцлавський університет природничих наук (Польща)
Аграрний університет Ім. Гуго Коллонтая (Польща)

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі

Матеріали
І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції
01-24 квітня 2020 р.

Мелітополь, 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Білоруський державний аграрний технічний університет
Варшавський політехнічний університет (Польща)
Економічний університет у Вроцлаві (Польща)
Інститут технологічно-природничий (Польща)
Вроцлавський університет природничих наук (Польща)
Аграрний університет Ім. Гуго Коллонтая (Польща)

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі

Матеріали
І Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
01-24 квітня 2020 р.

Мелітополь
2020

УДК [631.17+62-52](043)
Т 13

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали І Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-24 квітня 2020 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - 485 с.

У збірнику представлені матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень щодо технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Збірник тез є частиною науково-дослідних тем Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного «Розробити технічні засоби для приготування кормів та компостної суміші» (номер держреєстрації 0116U002721), «Розробка технологій та апаратів для очищення та контролю від забруднення поливної води, робочих та мастильних рідин» (номер державної реєстрації НДР 0116 U 002743) та «Розробка електротехнологічного комплексу і технічних засобів для підвищення якості паливно-мастильних матеріалів» (номер державної реєстрації НДР 0116 U 002723).

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських та переробних підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: *Кюрчев В.М.,* д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; *Надикто В.Т.,* д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності ТДАТУ; *Скляр О.Г.,* к.т.н., проф. кафедри «Технічний сервіс та системи в АПК», перший проректор ТДАТУ; *Кюрчев С.В.,* д.т.н., проф. кафедри «Технологія конструкційних матеріалів», декан механіко-технологічного факультету ТДАТУ; *Журавель Д.П.,* д.т.н., проф. кафедри «Технічний сервіс та системи в АПК» ТДАТУ; *Болтянська Н.І.,* к.т.н., доц. кафедри «Технічний сервіс та системи в АПК», начальник науково-методичного центру ТДАТУ; *Скляр Р.В.,* к.т.н., доц. кафедри «Технічний сервіс та системи в АПК», завідувач відділу моніторингу якості освітньої діяльності ТДАТУ.

Адреси для листування:
72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
E-mail: ***nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua***
Сайт конференції: ***http://www.tsatu.edu.ua/tstt/conf/***

© Автори тез, включені до збірника, 2020
© Таврійський державний агротехнологічний університету імені Дмитра Моторного, 2020

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНИЙ СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

В.М. Кюрчев, С.І. Мовчан, О.В. Бережецький, О.А. Андріанов
Електронна підготовка води в системах оборотного тепловодопостачання задля забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів
м. Мелітополь, м. Запоріжжя, Україна 11
С.М. Романенко, Я.П. Андрієвська
Інновації сучасного будівництва будівель та споруд для агропромислового комплексу Херсонщини 17
О.В. Болтянський
Технологічні особливості застосування нанотехнологій в автомобільному транспорті 23
А.И. Зеленькевич, В.М. Збродыга
Состояние и перспективы развития парка силовых трансформаторов 10/0,4 кВ в распределительных электрических сетях 28
А.И. Зеленькевич, М.А. Прищепов, В.М. Збродыга
Схемы замещения трансформатора «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» для токов прямой, обратной и нулевой последовательности 31
О.В. Болтянський, Н.І. Болтянська
Першочергові завдання з модернізації сільського господарства 37
Т.О. Чайка, І.О. Яснолоб, А.О. Тараненко, К. В. Черненко
Роль еко-інновацій в розвитку органічного сільського господарства 41
В.А. Ковтун
Інноваційний потенціал та напрями стратегії його розвитку в аграрному секторі економіки 45
Н.І. Болтянська, А.С. Комар
Роль інфраструктури сільських територій в розвитку агропромислового комплексу 49
О.Г. Скляр, Р.В. Скляр
Огляд наукових досліджень з математичного моделювання процесу метанового бродіння 54
В.С. Корко, М.А. Челомбитько
Обработка высоким давлением как альтернатива традиционным методам консервирования пищевых продуктов 57
О.А. Сапунов
Види палив одержуваних з рослинних олій та їх фізико-хімічні властивості 62

Е.А. Дереза, В.А. Бондаренко
Создание технопарков как организации субъектов инновационной деятельности 64
К.О. Данюк
Стан та перспективи розвитку агропромислового комплексу України 71
Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський
Сфери інноваційного розвитку та агроекономічного зростання сільськогосподарських підприємств 75
Е.М. Серая
Исследование состояния механизации возделывания картофеля в Украине в контексте целей устойчивого развития организации объединенных наций 79
І.О. Водяницький, О.О. Дереза
Моделювання механічних передач 83
О.А. Ляшенко
Підвищення паливної економічності і екологічності двигуна сучасного автомобіля 87
А.В. Крутов, П.В. Шутко
Предварительный расчет мощности электропривода самоходного кормораздатчика при питании от тягового аккумулятора 90
Н.І. Болтянська, А.В. Омел'яненко
Сучасні реалії розвитку аграрного сектору України 96
Е.Н. Музыченко, В.Ю. Валевский
Внедрение технологии дополненной реальности в процесс обучения специалистов АПК 101
О.В. В'юник, Д.І. Нестеров
Експериментальне дослідження якості протитечійно-струминного змішування рідин, що мають однакову густину 104

СЕКЦІЯ 2. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ТА ТВАРИННИЦТВА

Пастушенко С.І., Клендій М.Б., Клендій М.І.
Дослідження експериментального зразка борони з гвинтовими робочими органами 108
Китун А.В., Бондарев С.Н., Передня В.И.
К вопросу определения параметров холодильной установки 114
О.В. Аверчев, Н.Є. Василенко
Система удобрення насінницьких посівів на основі економічних розрахунків 118

Н.І. Болтянська, О.О. Заболотько
Аналіз потенційних напрямів ефективного розвитку галузі свинарства 121
Д.И. Комлач, А.С. Воробей, Н.Л. Ракова, П.Н. Гарост
Техническое обеспечение технологии возделывания, уборки и предреализациионной доработки столовой свеклы 128
Р.В. Скляр, Р.Б. Ускенов
Биогаз – альтернативный энергоноситель 131
W. Izdebski, N. Boltianska
The need to improve pig feeding options 136
Городецкая Е.А., Городецкий Ю.К., Непарко Т.А.
Диэлектрическое сортирование семян – условие высокого урожая зеленных культур 140
Р.В. Скляр
Аналіз сучасних енергоощадних систем мікроклімату в свинарниках 144
И.И. Скорб
Исследование процесса осаждения частиц в жидком навозе 151
R.B. Uskenov, N.I. Boltianska
Reduced energy resources in pork production 155
О.В. В'юник, В.В. Балан
Експериментальні дослідження процесу протитечійно-струминного змішування рідин, що мають однакову густину 159
С.С. Єльцов
Аналіз сучасних біогазових технологій 163
А.В. Коновий
Обґрунтування конструкції катка-подрібнювача для роботи по агрофону рослинних решток грубостеблових культур 167
Н.І. Болтянська, Д.Ю. Заволокін
Зниження енерговитрат в доїльно-молочних лініях 172
А.М. Гера, Р.В. Скляр
Аналіз роботи технологічної лінії по виробництву гранульованих добрив з відходів тваринництва 176
А.М. Бондар, В.В. Латоша
Спосіб визначення траєкторії руху машинно-тракторного агрегату 180
Р.В. Мамонтов
Сучасний стан розвитку гідропневмоприводів 183
Д.О. Данилків
Аналіз біологічних технологій переробки гною 186
Т.В. Фурдак
Аналіз конструкцій пристроїв для струминного перемішування рідких компонентів 191

Д.Г. Ігнатенко, Р.В. Скляр
Аналіз оптимальних умов ферментації в біогазових установках 186
В.А. Юрин
Дослідження показників агрегату для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою сільськогосподарських культур 200
О.С. Курашкін
Обґрунтування конструктивних параметрів молотків кормодробарок 206
Р.В. Скляр, В.С. Рева
Типи і оцінка пресувального обладнання 210
В. В. Щербина, Г. О. Тишковець
Динаміка поліморфізму leptinotarsa decemlineata 214
О.Г. Скляр Д.С. Асадян
Обґрунтування технологічних етапів в біогазових установках 219
Є.М. Ратніков, Д.О. Мілько
Методика експерементальних досліджень процесу екструдування кормових компонентів з метою збільшення їх засвоюваності 223
А.М. Бондар, Д.Ю. Заволокін
Обґрунтування доцільності використання рульового керування з адаптивними властивостями 226
В.А. Федоренко
Напрями розвитку доїльного обладнання від компанії «ДеЛаваль» 229
Р.В. Скляр, С.М. Григоренко
Обґрунтування компонентів раціонів для перепелів 233
А.С. Комар, Н.І. Болтянська
Огляд способів ущільнення порошкоподібних та дрібних сипких матеріалів 238
С.М. Савійський, С.В. Дереза
Удосконалення подрібнювача грубих кормів для великої рогатої худоби 244
Ф.І. Атаманова, Д.О. Мілько
Вплив маси яєць на їх морфологічний склад, зростання і збереження курчат-бройлерів 248
Д.С. Тодоров, С.В. Дереза
Інтенсифікація технологічного процесу змішування кормів 251
Д.В. Димченко, С.В. Дереза
Удосконалення технологічного процесу подрібнення концентрованих кормів 256

СЕКЦІЯ 3. ВИКОРИСТАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ У ЗАПРОВАДЖЕННІ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

И.В. Протосовицкий, Д.И. Протосовицкий
Перенапряжения у трансформатора Y/YH СУ 262
О.В. Болтянський, Н.І. Болтянська
Визначення переваг та недоліків основних альтернативних біопалив 265
Д.Ф. Кольга, С.А. Костюкевич, Ф.И. Назаров
Снижение потерь питательных веществ при консервировании кормов 270
А.А. Романович
Применение кавитации при измельчении зерновых культур 273
Т.Н. Кузьмина
Оценка роботизации удаления навоза 276
В.В. Латоша
Порівняльна характеристика біопалива з нафтовим дизельним паливом 281
Т.Н. Кузьмина, А.А. Зотов, В.Н. Кузьмин
О методах сохранения инкубационных качеств яиц сельскохозяйственной птицы 284
С.О. Бурцева
Система енергоменеджменту – шлях до створення «зеленої» економіки 290
О.І. Риженко, В.С. Струков, Р.В. Кушлик
Результати обробки біопального НВЧ електромагнітними хвилями 294
Т.Н. Кузьмина, В.Н. Кузьмин
Опыт применения теплообменников в свиноводческих помещениях 299
А.Д. Бублик
Сучасні технології виробництва палив біологічного походження 303
Б.Ю. Попов
Удосконалення виробничо-господарських процесів в сільськогосподарському виробництві 306
Д.В. Лубко, О.Г. Зінов'єва
Проектування експертної системи для тваринництва 310
Д.Ю. Каравай
Проектування і програмування обробки на верстатах з ЧПУ 316
Д.Ю. Заволокін
Обгрунтування методів захисту трубопроводів від корозійного зносу 319

СЕКЦІЯ 4. НОВАЦІЇ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Д.П. Журавель
Количественные и качественные изменения показателей моторных масел в процессе их использования 322
Ф.Д. Сапожников, Ф.И. Назаров, А.А. Якубовский
Диагностический учебно-тренировочный модуль ремонтника холодильного оборудования 328
Д.П. Журавель
Влияние процессов старения и загрязнения моторных масел на изнашивание основных узлов тракторных двигателей 333
А.С. Комар, Н.І. Болтянська,
Вимоги до матриці для преса-гранулятора 339
О.В. Сушко, Б.С. Крамарчук
Підвищення конструкційної зносостійкості деталей двигунів 343
Н.І. Болтянська, В.Я. Мельников
Основні напрямки підвищення надійності системи машин 346
Д.П. Журавель
Методологічні принципи підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів 349
В.В. Паніна
Вибір обладнання для раціонального способу відновлення колінчастого валу 355
И.М. Швед, Д.Ф. Кольга
Определение диаметра отверстия в эжекторе кожуха миксера 359
В.В. Дідур, В.В. Паніна, О.В В'юник.
Підвищення довговічності шестеренних насосів 364
В.Е. Кочергін
Встановлення основних видів зносу вузлів і агрегатів функціональних систем сільськогосподарської техніки 367
А.М. Халаїм
Аналіз шляхів вирішення проблеми забезпечення надійності техніки 370
А.Д. Бублик, Д.П. Журавель
Особливість водневого зкрихчування поверхонь тертя 373
В.П. Лаба
Оптимізація технологічного процесу ремонту гноєзбирального транспортеру ТСН-3,0Б 376

С.В. Носань
Матеріали для електроконтактних вузлів тертя 379
Д.В. Іванова, Д.П. Журавель
Водневе руйнування поверхневих шарів металів деталей сполучень 382
А.М. Бондар, О.Ю. Новік
Організація технічного сервісу складної сільськогосподарської техніки в ТОВ «Хавестер» 385
І.М. Грицаєнко, Г.І. Грицаєнко
Оптова торгівля як складова аграрного технічного сервісу 390
Паніна В.В., С.В. Полєтаєв
Сітьова модель технологічного процесу ремонту універсального кормораздавача КУТ-3,0А 396
О.Ю. Волков, Н.І. Болтянська
Застосування системного підходу в вирішенні проблеми забезпечення надійності 399
В.В. Паніна, В.Р. Самборський
Оптимізація сітьової моделі виробничих процесів ремонту універсального кормораздавача КТУ-10А 402
Д.В. Іванова
Шляхи вдосконалення методів розрахунку зносу 405

СЕКЦІЯ 5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ АПК, ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ.

А.И. Зеленькевич. Д.А. Зеленькевич
Устройство бесперебойного электроснабжения потребителей на базе ветроэнергетической установки 408
В.В. Братішко, Д.О. Мілько, І.В. Зінченко, С.Г. Карпусь, О.Р. Павлов
Передумови використання осаду стічних вод для виробництва органічних добрив 412
І.І. Сілі, О.Ю. Азархов
Модель безструмового апарату підігрівання імплантантів 417
С.В. Галько
Малопотужний вітроелектрогенератор на неодимових магнітах 420
Н.І. Болтянська, С.В. Дереза
Визначення основних заходів енергоефективного функціонування агропромислового комплексу України 426

И.Б. Дубодел, П.В. Кардашов, В.С. Карко
Ресурсосберегающий способ очистки сточных вод 432
Б.В. Болтянський, Л.О. Болтянська, С.В. Сиротюк
Аналіз структури витрат енергії при виробництві сільськогосподарської продукції 436
С.В. Галько
Ергозберігаюча тригенераційна установка з використанням гібридних сонячних фотоелектричних панелей 442
Мозговий Я.Ю.
Розрахунок навантаження сонячної радіації для гарячого водозабезпечення корівника на 200 голів 449
Н.І. Болтянська
Дослідження системи факторів в розвитку концепції енергозбереження агропромислового комплексу 453
В.В. Чепурний, О.О. Троїцька, І.О. Ткаліч
Екологічна оцінка водних рекреаційних зон лівобережжя м. Запоріжжя за вмістом лактозопозитивних кишкових паличок 458
Н.І. Болтянська, Д.Ю. Заволокін
Заходи щодо енергозбереження в тваринництві 461
Р.В. Тристан
Розрахунки щодо автономного енергозабезпечення фермерського господарства 465
С.В. Федоренко, Н.І. Болтянська
Основні принципи енергозбереження в агропромисловому комплексі 468
О.Г. Скляр, Р.В. Скляр
Органічні відходи – як сировина для коферментації в біогазових установках 473
А.С. Комар, Н.І. Болтянська
Дослідження впливу якості матриць на процес формування комбікормових гранул 478

СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНИЙ СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

УДК 628.179.2.16.087

ЕЛЕКТРОННА ПІДГОТОВКА ВОДИ В СИСТЕМАХ ОБОРОТНОГО ТЕПЛОВОДОПОСТАЧАННЯ ЗАДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Кюрчев В.М.[1], д.т.н., проф.,
Мовчан С.І. [1], к.т.н., доц.,
Бережецький О.В. [2], к.т.н.,
Андріанов О.А. [3], к.т.н.,
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна*
[2]*Товариство з обмеженою відповідальністю «САВ КОМПЛЕКТ» м. Запоріжжя, Україна,*
[3]*Запорізьке регіональне представництво Українського національного комітету міжнародної торгової палати (ICC UKRAINE) м. Запоріжжя, Україна*

Використання води і водних ресурсів в промисловому секторі країни обумовлено вирішенням двох взаємопов'язаних між собою інженерно-технічних і екологічних задач і завдань. По-перше, технічними умовами улаштування та експлуатації систем оборотного водопостачання, які є основою водогосподарського комплексу країни. По-друге, забезпеченням екологічної безпеки водних ресурсів в системах оборотного тепловодопостачання. Для вирішення першого завдання відомі інженерно-технічні рішення, які за своєю фізичною сутністю відповідають імпульсній високочастотній електромагнітній підготовки води, в системах оборотного тепловодопостачання [1-3].

Пристрій для обробки рідини в трубопроводі, що включає перший і другий основні елементи з магнітопровідного матеріалу, пристосованих для кріплення до трубопроводу для оточення однакових у віддалених положеннях поперек; і засоби для створення радіочастотних магнітних потоків у зазначених основних елементах, для генерації відповідних електромагнітних полів у рідині, що підлягає обробці і проходить уздовж трубопроводу [4-6].

Спосіб інгібування корозії щонайменше в одній необхідній області витягнутої металевої конструкції, що включає застосування високочастотного електромагнітного сигналу до структури таким чином, що в структурі встановлюється хвиля стоячої напруги з

потенціалом гальмування корозії на необхідну область (і) структури. Спосіб переважно застосовується до трубопроводу нафтових свердловин для інгібування корозії його зовнішньої поверхні поблизу зони видобутку нафти [6]. Апарат встановлює електроди в області електропровідної рідини, що протікає по трубі. Апарат включає в себе серцевину з магнітопровідного матеріалу, що оточує трубу, енергетичну первинну котушку, яка створює електричне поле всередині рідини; при цьому котушка має протяжність і / або розташування по колу елемента сердечника і трубопроводу так, щоб створювати ефективне магнітне поле по всьому елементу сердечника.

Спосіб і пристрій для обробки рідини, такої як вода в трубопроводі, де сигнали сукцесії або радіочастоти використовуються для створення електромагнітного поля. Електромагнітне поле може використовуватися для запобігання утворення та накопичення накипу і/або для запобігання розмноження бактерій в системі, яка містить рідину.

Рівень технічної оснащеності підприємство визначається рівнем наукових розробок, які використовуються у промисловому водопостачанні, перспективами використання і подальшим розвитком у водоочисні технології водогосподарського спрямування.

Схема застосування приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води контуру водоохолоджування рекуперативного кожухотрубного теплообмінного апарату системи тепловодоохолодження наведена на рис. 1.

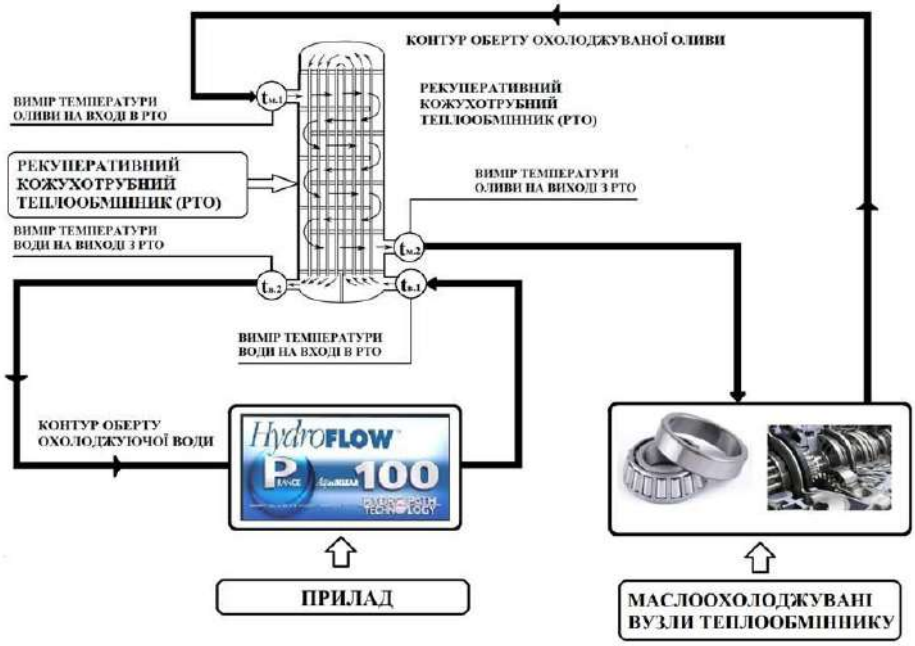


Рис. 1. Загальна схема застосування приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води по контуру водоохолодження рекуперативного кожухотрубного теплообміннику

Головною складовою пропонованої схеми є використання приладу електромагнітної обробки води. Принцип дії феритних приладів проти накипу – системи водопідготовки Гідрофлоу – заснований на застосуванні генератора високочастотних електромагнітних імпульсів, який працює в діапазоні від 120 до 200 кГц. Генератором формуються електромагнітні імпульси випадкової часовій послідовності. Пристроєм формуються імпульси змінної частоти, що мають форму експоненціально-загасаючої синусоїди.

Сигнал передається трубі феритовим кільцем, закріпленим поверх її стінок. Кільце виготовлено зі спеціального феросплаву. Воно з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД) передає сигнал стінок труби, яка, в свою чергу, сама стає випромінювачем, тобто як би технологічним елементом, «продовженням» приладу. Тому такі протинакипні пристрої ще називають феритними.

У трубі наводиться електрорушійна сила (ЕРС) самоіндукції і виникає вторинне електричне поле. За допомогою імпульсів, які постійно коригуються, прилад проти накипу забезпечує електромагнітний резонанс з утворенням «стоячій хвилі».

Електромагнітне поле направлено поперек осі труби (радіально) у вигляді «кілець». Крім того, імпульси поширюються і уздовж труби, рухом «кілець» в обидві сторони – по ходу і проти руху води.

В останній час на потужних підприємства м. Запоріжжя і країни проведено й проводяться промислові випробування приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки (табл. 1). Специфіка кожного підприємства визначає об’єкт досліджень, який безпосередньо пов'язаний із спрямованістю технологічних процесів на підприємствах.

Крім означених переваг, якими характеризується кожне виробництво, необхідно відзначити наступні позитивні якості і характеристики, спрямовані на забезпечення екологічної безпеки водоймищ країни. По-перше, зменшується використання води в технологічних процесах об’єктів теплоенергетики. По-друге, суттєво скорочуються зниження необроблених, або недостатньо оброблених стічних вод. І, на кінець, підпорядковується введення водного господарства, в межах окремої системи оборотного водопостачання промислового підприємства.

З технічної точки зору, суттєво продовжено строк експлуатації технологічного обладнання стосовно робочих внутрішніх поверхонь трубопроводів. Збільшено строк міжремонтного технологічного обслуговування усього технологічного обладнання.

Таблиця 1

Об'єкти і результати промислових випробувань приладу електромагнітної підготовки води на окремих об'єктах промислових підприємств

Підприємство	Об'єкт випробувань	Об'єкт досліджень	Результати
Приватне акціонерне товариство «Запорізький абразивний комбінат» м. Запоріжжя	Пластинчастий теплообмінник паросилового цеху центральної компресорної станції	Пластинчастий теплообмінник	1. Використовуються інженерні рішення, які дозволяють вилучити з технологічних операцій хімічні реагенти. 2. Зменшено використання води, водних ресурсів і, як наслідок, затрати енергії.
Приватне акціонерне товариство «Полтавський ГЗК» м. Горішні Плавні (раніше м. Комсомольськ), Полтавської області	Паровий котел котельні теплосилового цеху	Кожухотрубний теплообмінник пульпонасосної станції шламового господарства	1. Використовується технологія підготовки води, що обмежує використання хімічних компонентів. 2. За рахунок скорочення споживання газу в технологічних процесах парової котельної в системі оборотного водопостачання зменшуються капітальні витрати на експлуатацію системи тепловодопостачання.
Акціонерне товариство Запорізький завод феросплавів» м. Запоріжжя	Внутрішня напівфаза електроду феросплавного цеху виплавки феросплавів	Напівфаза електричної печі з виплавки феросплавів	1. Суттєво зменшено споживання енергії. 2. В технології не використовується хімічні добавки в якості реагентів.

Результати впроваджені і отримані, при цьому позитивні результати наочно свідчать, що використання приладу імпульсної

високочастотної обробки води можливо в екстремальних умовах енергоємних галузей країни. У разі, коли враховувати різний склад води, що використовується в системах охолодження, це поширює функціональні можливості приладу. Випробування, які проведено й проводяться в складних промислових умовах, дозволи виявити позитивні технології підготовки води в системах багаторазового використання енергоємних підприємств.

Використання приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки дозволяє отримати результати по окремим показникам, які визначені технічними умовами експлуатації систем тепловодопостачання. Рекомендована величина наведена для охолодних систем оборотного водопостачання і для окремих величин має наступні значення: лужність знаходиться в межах 2,2-2,5, що не перевищує загально прийнятої норми 2-4; хлориди – 120-140 мг/л (припустиме значення до 300, 350 і 500 мг/л); сульфати мають значення 210-220 мг/л (припустиме значення значно перевищує цей показних 35-50, і, навіть, більше 500 мг/л); зважені речовини знаходяться на рівні 10-12 мг/л (припустима величини цього показника має значення 20, 30 і, навіть, 50 мг/л) [4, с. 35].

До основних переваг використання приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води необхідно віднести наступне:

1. Високу ефективність цього методу при видаленні наявних і запобіганні утворення нових карбонатних та біологічних відкладень у контурі водоохолодження, а також – закоксованих відкладень у контурі оберту оливи на виробничих об’єктах абразивної промисловості, зокрема - системі водоохолодження компресору.

2. Досягнення суттєвого покращення процесів водоохолодження та тепловідведення, зменшення теплового навантаження на обладнання, підвищення економічної ефективності ремонтів та експлуатації основного та допоміжного виробничого обладнання у металургії за рахунок зменшення трудовитрат та збільшення міжремонтних періодів.

3. Доцільність, можливість та ефективність застосування паралельної системи збору, фіксації, передачі та обробки даних, а також спеціально розробленого програмного забезпечення на базі відомих формул розрахунку середнього логарифмічного температурного напору та умовної розрахункової товщини шару накипу, що дозволяє коректно, у графічному вигляді відображати відповідні теплотехнічні процеси.

Результати та висновки досліджень.

1. Отримані результати промислових випробувань наочно довели, що застосування приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води забезпечує ефективну підготовку води при її використанні в системі оборотного тепловодопостачання.

2. Для забезпечення екологічної безпеки водних об’єктів процес

застосування приладу підвищує ступень підготовлення води, зменшує об'єми відкладень на внутрішніх робочих металевих поверхнях усього технологічного обладнання.

3. Проведені випробування приладу в широкому діапазоні перепаду температури для носіїв тепла обмежує умови для накопичення відкладень і утворення стійкості шарів на металевих поверхнях.

Вирішення питань підготовки та використання води в системах використання води на об'єктах атомної енергетики в повній мірі відповідає енергетичній безпеці, які було розглянуто в дослідженні та прогнозування ефективності роботи глибоких малопроточних стратифікованих водосховищ-охолоджувачів ТЕС та АЕС [13].

Список використаних джерел

1. Щодо виконання програми виробничих випробувань приладу «Hydroflow Industrial (test)» на пластинчастому теплообміннику №1 (ПТО№1) паросилового цеху №18 центральної компресорної станції ПрАТ «Запоріжабразив» : звіт №1 від 20 листопада 2019 р. / Розробник ТОВ «САВ КОМПЛЕКТ», С.В. Бережецький ; виконавці О. А. Андріанов, О. В. Бережецький, С. І. Мовчан. Запоріжжя : 2019. 14 с.

2. Гончаренко Д. Ф., Алейников А. И. Особенности подготовки трубопроводов водоснабжения к ремонтно-восстановительным работам. *Науковий вісник будівництва*. 2014. Т. 76(2). С. 63-67.

3. Мовчан С. И., Дидур В. А. Усовершенствование технологии очистки сточных вод с использованием моющих растворов, приготовленных на воде с повышенным содержанием солей кальция и магния. *Науковий вісник будівництва.* 2003. Вип. 20. С. 144-155.

4. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : підручник / А.К. Запольський, Н.А. Мешкова-Клименко [та ін..]. Київ: Лібра, 2000. 552 с.

5. Кюрчев В. М., Мовчан С. І., Андріанов О. А., Бережецький О. В. Імпульсна високочастотна електромагнітна обробка води в системах оборотного водопостачання. *Стратегія сталого розвитку України: сьогодення та перспективи* : мат. Всеукр. інтернет-конф., м. Рівне, 30-31 січня 2020 р. Рівне: 2020. С.100-103.

6. Карагяур А. С. Прогнозування ефективності роботи глибоких малопроточних стратифікованих водосховищ-охолоджувачів ТЕС та АЕС : дис. …. канд. техн. наук : 05.23.17. Харків, 2003. 137 с.

УДК 624.01

ІННОВАЦІЇ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ДЛЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ХЕРСОНЩИНИ

Романенко С.М., старший викладач кафедри будівництва
Андрієвська Я.П., асистент кафедри будівництва
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, Україна

Постановка проблеми. Сучасна практика проектування і будівництва будівель тісно пов'язана з реконструкцією, модернізацією або ремонтом існуючого житлового та виробничого фонду. При цьому для будівель та споруд потрібно підвищення, або відновлення несучої здатності конструкції шляхом їх посилення, як існуючих елементів так і конструкцій повторного використання. До числа найбільш відповідальних конструкцій будівель каркасного типу, що підлягають підсиленню, відносяться стислі елементи - позацентрове навантажені залізобетонні колони.

Для підсилення колон існує безліч способів, що відрізняються як по використовуваних матеріалах елементів посилення, так і за способами залучення елементів підсилення в роботу. Вибір того чи іншого способу підсилення визначається на основі техніко-економічного обґрунтування і залежить від архітектурно-планувальних і конструктивних вимог. Одним з найбільш ефективного та поширеного способу підсилення залізобетонних колон є спосіб із застосуванням металевої обойми чи металевих розпірок [1-4].

Збільшення розмірів підошви фундаментів необхідно при зростанні навантажень, недостатній несучій здатності грунтів основи, а також при істотному пошкодженні фундаментів в процесі експлуатації. Ефективними засобами збільшення підошви фундаментів є залізобетонні «сорочки», метод нарощування.

Основні матеріали дослідження. Для вирішення поставлених задач було здійснено комплексне обстеження та обміри будівельних конструкцій повторного використання науково-проектною організацією «Буднаукпроект» згідно з діючими нормами [1].

Результати проведених досліджень використовувалися при розробці проекту на нове будівництво складу для зберігання сільськогосподарської продукції по вул. Леніна, 50А в с. Великі Копані Олешківського району Херсонської області.

Склад для зберігання сільськогосподарської продукції запроектовано площею 582,5 м^2 і являє собою одноповерхову будівлю

прямокутної форми з габаритними розмірами в плані 24,5 х 25,1 м. Будівля безкранова. Висота до низу стропильних конструкцій - 7,0 м.

Будівля складу відноситься до I ступеня вогнестійкості.

Конструктивна схема будівлі - залізобетонний каркас з сіткою колон 6,0 х 12,0 м. Каркас складається з залізобетонних колон двох типів К1 та К2. До складу каркаса входять металеві конструкції торцевого фахверка ТФ-1. Крок колон крайнього ряду 6,0 м, а середнього ряду 12,0 м.

Зовнішні стіни запроектовані з стінових одношарових панелей з бетонів на пористих заповнювачах (керамзитобетон).

Покрівля складу - плоска рулонна. Водостік з покриття: зовнішній, неорганізований.

Всі залізобетонні елементи каркасу повторного використання підлягають підтвердженню відповідності шляхом сертифікації:

– ригель залізобетонний завдовжки 12,0 м перетином 420х800 (h) мм;

– плити покриття ребристі збірні залізобетонні 1,5х6,0х0,3 (h) м;

– колона К1 двоконсольна прямокутного перетину 300х300 мм з консолями вильотом 150 мм;

– колонна К2 прямокутна перетином 600х400 мм.

Колона замонолічена у збірний залізобетонний фундамент стаканного типу, який складається із підколонника зі «стаканом» (фото1). Схема розміщення колон представлена на рис. 1.

Фото 1. Загальний вигляд фундаменту

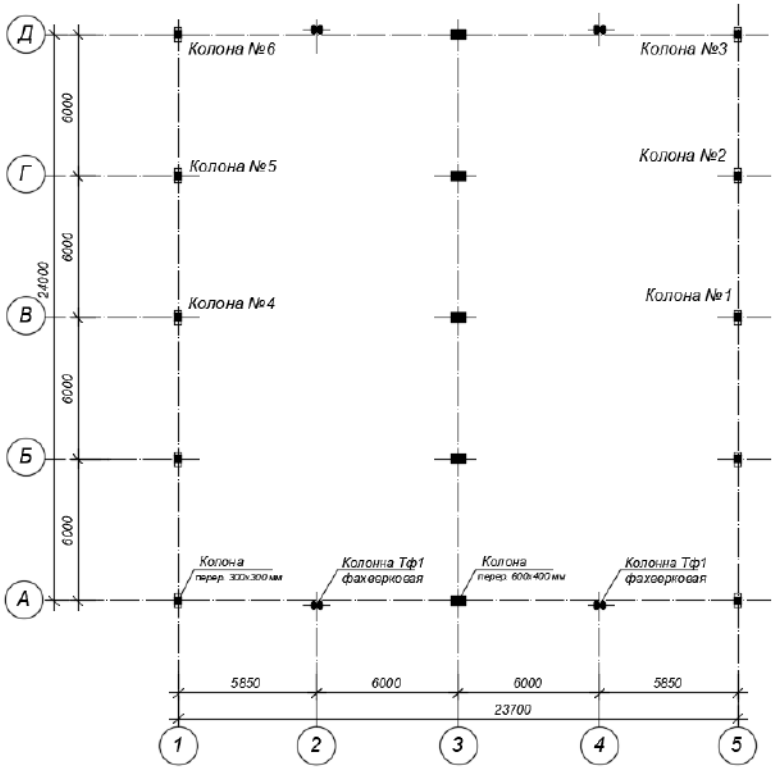


Рис.1. Схема розміщення колон

Основні дефекти та пошкодження 6-ти залізобетонних колон, що обстежувались: тріщини по захисному шару колон з розкриттям до 1,5 мм; поперечна тріщина в тілі колони №3 на висоті 2,35 м від її низу з шириною розкриття до 1,2 мм; місцями відшарування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури; раковини, вибоїни, каверни від 2 до 10 мм до 25% поверхні колон; корозія закладних деталей оголовків колон.

Результати визначення міцності бетону колон неруйнівними методами [5,6] за допомогою електронного приладу «Beton Pro Condtrol» зведені до таблиці 1.

Таблиця 1

Результати визначення міцності бетону колон

№ колони	Розташування колони (ряд, вісь)	Міцність бетону колони на стиск, $f_{c,cube}$, МПа	Примітки
1	5,Б	С20/25	Визначення міцності виконувалось не менше, ніж на трьох ділянках для кожної колони. Результати представлені протоколами атестованої лабораторії ЛБМіК
2	5,В	С20/25	
3	5,Г	С25/30	
4	1,Б	С20/25	
5	1,В	С25/30	
6	1,Г	С20/25	

За результатами аналізу візуального та інструментального обстеження конструкцій встановлено технічний стан залізобетонних колон №1, №2, №4, №5, №6 кваліфікується як задовільний (категорія технічного стану ІІ) за умови усунення дефектів.

Технічний стан конструкції залізобетонної колони №3 – непридатний до нормальної експлуатації (категорія технічного стану ІІІ). Після усунення дефектів і пошкоджень та підсилення технічний стан може бути кваліфікований як задовільний (категорія технічного стану ІІ).

Перевірні розрахунки залізобетонних конструкцій повторного використання виконувались згідно діючих норм з урахуванням зміни діючого на них навантаження, об'ємно-планувальних вирішень і умов експлуатації, а також виявлених дефектів і пошкоджень з метою встановлення достатньої несучої спроможності і придатності до нормальної експлуатації конструкцій за умов їх роботи, що змінилася. [7-12]

Виконано підсилення конструкції - залізобетонної колон перерізом 300 х 300 мм, яка замонолічена в фундамент, декількома методами:

– підсилення стрижня залізобетонної колони за допомогою металевого корсету;

– підсилення консолі колони за допомогою горизонтальних тяжів;

– підсилення вузла сполучення фундаменту з колоною;

– підсилення фундаменту шляхом нарощуванням з розширенням підошви.

Підсилення фундаменту виконано для збільшення несучої здатності у зв'язку з збільшенням навантаження, а також для відновлення фундаментів, які отримали пошкодження. Для розширення підошви розроблений фундамент стаканного типу із залізобетону. Фундамент армований каркасами і сітками. Колона з фундаментом встановлюється в новий фундамент стаканного типу і замонолічується бетоном кл. С16/20.

Відновлення колон виконано за допомогою суцільних металевих корсетів. Металеві корсети складаються зі стояків кутикового фасонного профілю і сполучних планок.

Підсилення верхньої частини колони (консоль) виконано за допомогою горизонтальних тяжів.

Підсилення вузла кріплення фундаменту з колоною виконано в зв'язку з відсутністю надійного замонолічування колони в стаканні фундаменту.

Схема підсилення представлена на рис. 2.

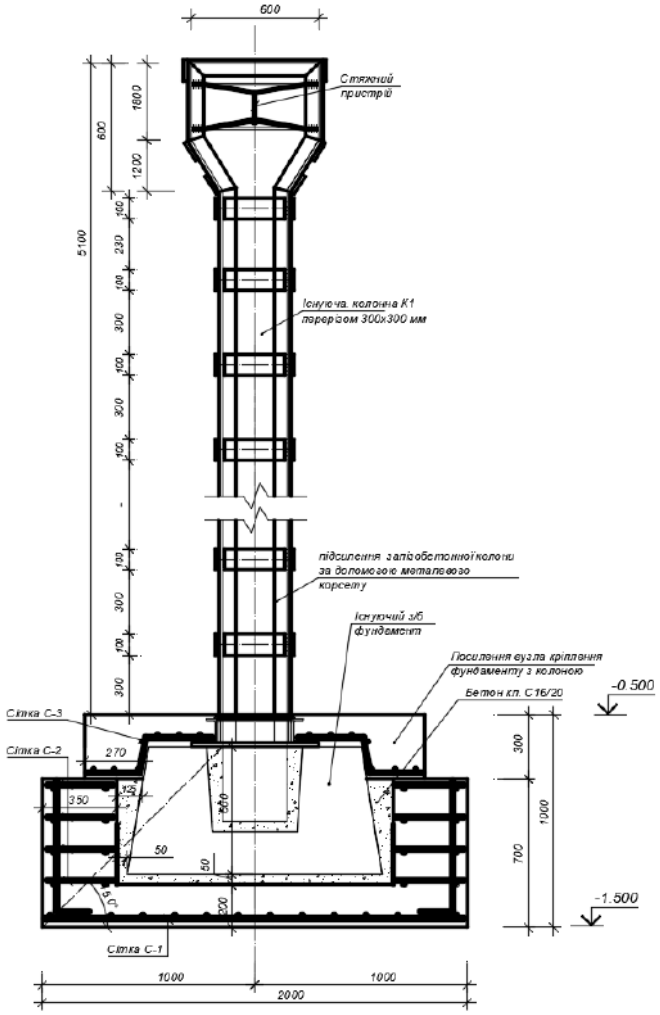


Рис. 2. Підсилення залізобетонної конструкції (колона замонолічена в фундамент) повторного використання

Висновки. Після обстеження, підсилення залізобетонних конструкцій повторного використання та перевірних розрахунків прийняте рішення що до використання конструкцій для нового будівництва складу для зберігання сільськогосподарської продукції по вул. Леніна, 50А в с. В. Копані Цюрупинського району Херсонської області.

На основі фундаментальних досліджень розроблено метод підсилення конструкції повторного використання. Метод підсилення конструкції складає з декілька окремих методів підсилення:

– підсилення стрижня залізобетонної колони за допомогою металевого корсету;

– підсилення консолі колони за допомогою горизонтальних тяжів;

– підсилення вузла сполучення фундаменту з колоною;

– підсилення фундаменту шляхом нарощуванням з розширенням підошви.

Список літератури.

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний з 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2017. 32 с.

2. Клименко Є.В. Технічний стан будівель та споруд: Монографія.-Одеса, ОДАБА, України, 2010. 316 с.

3. Барашиков А. Я., Малишев О.М. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд: Навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. – К.: Основа, 2008. – 320 с. ISBN: 978-966-699-399-4

4. Гладишев Д. Г., Гладишев Г. М. Дослідження технічного стану будівель, споруд та їхніх елементів: монографія. Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012. — 303 с. ISBN: 978-617-607-201-0

5. ДСТУ Б В 2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. [наказ Мінрегіонбуду України від 22.12.2009 р. № 640]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 25 с.

6. ДСТУ Б В 2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності [наказ Мінрегіонбуду України від 22.12.2009 р. № 649]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 27 с.

7. ДБН В.3.1-2-2016. Ремонт і підсилення несучих і огороджувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. [Чинний з 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», 2017. 17 с.

8. ДБН В. 1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. [Чинний з 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 29 с.

9. ДБН В.1.2-9-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації. [Чинний з 2008-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 21с.

10. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. [чинні з 2015-01-01] Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 199 с.

11. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [наказ Мінрегіонбуду України від 24.12.2009 р. №680] Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.

12. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. [з 1 січня 2007 р.] Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2006. 75 с.

УДК 539.2:541.1:620.1

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Болтянський О.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Ключові технології і матеріали завжди відігравали велику роль в історії цивілізації, виконуючи не тільки вузько виробничі функції, але й соціальні. Досить згадати, як сильно відрізнялися кам'яний і бронзовий століття, століття пара і століття електрики, атомної енергії і комп'ютерів. На думку багатьох експертів, XXI ст. буде століттям нанонауки і нанотехнологій, які і визначать його обличчя. Вплив нанотехнологій на життя обіцяє мати загальний характер, змінити економіку і зворушити усі сторони побуту, роботи, соціальних відносин. За допомогою нанотехнологій ми зможемо економити час, отримувати більше благ за меншу ціну, постійно підвищувати рівень і якість життя [1-3].

Нанотехнології обіцяють цілий ряд вигод від широкомасштабного впровадження в масове виробництво автомобілів. Так буквально кожен вузол або компонент у конструкції автомобіля може бути значною мірою вдосконалено за допомогою нанотехнологій.

Одним з найбільш перспективних і багатообіцяючих напрямків застосування досягнень сучасної нанотехнології є область наноматеріалів і електронних пристроїв [4-6].

Вже існують і водовідштовхувальні покриття для матеріалів, що легко очищуються, засновані на використанні діоксиду кремнію.

У формі наночастинок це речовина набуває нових властивостей, зокрема, високу поверхневу енергію, що і дозволяє частинкам SiO_2 при висиханні колоїдного розчину міцно приєднуватися до різних поверхонь, в першу чергу до родинному їм за складом скла, утворюючи, тим самим, суцільний шар нанорозмірних виступів.

Покриття з наночастинок кремнезему робить оброблену поверхню гідрофобною – на поверхні з плівкою з SiO_2 крапля води торкається субстрату лише деякими точками, що у багато разів зменшує Вандер-ваальсові сили і дозволяє силам поверхневого натягу рідини стиснути краплю в кульку, яка легко скочується по нахиленому склу, несучи з собою бруд, що накоптився [7-10].

В силу нанорозмірної товщини, такі покриття абсолютно невидимі, а завдяки біоінертності кремнезему – нешкідливі для людини і навколишнього середовища. Вони стійкі до ультрафіолету і

витримують температури до 400 °С, а дія водовідштовхувального ефекту триває протягом 4 місяців.

Кілька зарубіжних фірм вже випускають подібні покриття в промислових масштабах. На українському ринку їх продукцію представляє ексклюзивний дистриб'ютор – компанія Nanotechnology News Network.

Що стосується в прямому розумінні самоочисних поверхонь, то така технологія заснована на використанні діоксиду титану. Принцип дії матеріалу з таким покриттям полягає в наступному.

При попаданні ультрафіолетового випромінювання на нанопокриття з TiO_2 відбувається фотокаталітична реакція. В ході цієї реакції випускаються негативно заряджені частинки – електрони, а на їх місці залишаються позитивно заряджені дірки. Завдяки появі комбінації плюсів і мінусів на поверхні, покритої каталізатором, що містяться в повітрі молекули води перетворюються в сильні окислювачі – радикали гідроксиду (НО), які в свою чергу окислюють і розщеплюють бруд, а також нейтралізують різні запахи і вбивають мікроорганізми.

Крім покриттів для скла також розроблені склади та випускаються з аналогічним дією для тканин, металу, пластику, кераміки – і всі вони мають потенціал для застосування в автомобільній промисловості.

З серійних моделей автомобілів гідрофобне покриття наноситься на бічні стекла Nissan Terrano II. Воно не створює повноцінний водовідштовхувальний ефект, але зменшує плями контакту поверхні з краплями води, завдяки чому під час дощу скло залишається цілком прозорим. Концерн BMW працює над створенням самоочисних покриттів на основі нанопорошків.

Компанія Mercedes-Benz з кінця 2003 року випускає моделі A, З, E, S, CL, SL, SLK покритих новим поколінням прозорих лаків, виготовлених з використанням нанотехнології. До складу верхнього шару такого лакофарбового покриття вводять наноскопічні керамічні частинки. За твердженням творців, нове лакофарбове покриття захищає кузов від подряпин в три рази ефективніше, ніж звичайний лак.

За результатами випробувань виявилося, що покриті лаком нового типу машини зберігають блиск на 40% сильніше, ніж пофарбовані звичайною фарбою. Нове лакове покриття не тільки захищає кузов від механічних пошкоджень, але ще й повністю відповідає вимогам Mercedes щодо стійкості до впливу хімічних елементів, що знаходяться в повітрі.

В даний час з використанням нанотехнологічних підходів вже виробляються високоефективні антифрикційні і протизносні покриття для автотранспорту.

Великі перспективи є у поліпшенні електронних компонентів автомобіля за допомогою нанотехнологій. Так Мікроелектромеханічні

системи (MEMS) вже розширюють стандартну технологію мікроелектроніки, що дозволяє об'єднувати в одній мікросхемі елементи, що забезпечують як механічне переміщення фізичних частин, так і електронів в електричній схемі. Це дозволяє замість роздільного виробництва мікроактуаторів і сенсорів, робити їх у вигляді інтегрованого в мікросхему єдиного виробу. При цьому для їх виробництва використовується вже апробована традиційна технологія виробництва інтегральних мікросхем і напівпровідників.

Ідею рухомого кремнію (ще так називають MEMS) чудово ілюструють MEMS–акселерометри, які вже широко використовуються в якості сенсорів автомобільних подушок безпеки.

Обертові акселерометри також використовуються для розширення можливостей антиблокувальних систем автомобіля (ABS). Крім того, в автомобілях MEMS знаходять застосування в датчиках поздовжніх і поперечних прискорень, датчиках крену і т. д. Визначаючи положення кузова, вони служать джерелом інформації для роботи різних електронних систем стабілізації та контролю курсової стійкості. Також MEMS представляють інтерес для створення датчиків тиску, температури.

У дорогих автомобілях кількість датчиків і сенсорів на основі MEMS-технології може становити до декількох десятків штук. Крім вимірювання прискорень і детектування переміщень, MEMS використовується в системах GPS-навігації.

Розвиток нанотехнологій обіцяє масове поширення нових конструкційних матеріалів з часом унікальними властивостями і характеристиками. Найбільший інтерес для інженерів і дослідників представляють вуглецеві матеріали, з яких в даний час найбільш вивченими, а також найбільш перспективними для цілей практичного застосування є вуглецеві нанотрубки (ВНТ).

Вони володіють самим широким набором унікальних властивостей, що роблять їх надзвичайно перспективними для використання в автомобілебудуванні. Балістичний характер електропровідності ВНТ (електрони рухаються, як би ковзаючи по поверхні, не зустрічаючи перешкод) дозволить створювати високоефективні електропровідні вузли різних машин і механізмів, у тому числі автомобілів.

Вуглецеві нанотрубки вже знаходять застосування в конструкції сучасних автомобілів. Наприклад, інженери компанії Toyota додають композиційний матеріал на основі ВНТ в пластикові бампери і дверні панелі своїх автомобілів. Крім підвищення міцності і зниження маси, пластик зі смолою з ВНТ стає електропровідним, і його можна покривати тими ж фарбами з електричним нанесенням, що і металеві деталі.

Електронні системи все більш тісно інтегруються в конструкцію автомобіля. Існує тенденція подальшого розширення використання електроніки в автомобілях з одночасним удосконаленням самої напівпровідникової техніки і появі наноелектроніки та молекулярної електроніки. Нанотранзистори, у тому числі з нанотрубками в конструкції будуть володіти рядом поліпшених характеристик і безперечних переваг порівняно з традиційними кремнієвими:

- підвищена швидкодія;
- термо – і радіаційна стійкість;
- мініатюрність;
- низьке енергоспоживання і, як наслідок – незначне тепловиділення при роботі.

Великий інтерес представляють нанотехнології для створення перспективних автомобілів на паливних елементах. З допомогою нанотрубок передбачається вирішити проблему надійного та безпечного зберігання водню на борту транспортного засобу, так як поряд з металами і рідинами вуглецеві нанотрубки можуть заповнюватися газоподібними речовинами і зв'язувати велику його кількість.

Зараз конструктори гібридних автомобілів вже стикаються з потребою в компактних, легких і високоємких акумуляторних батареях. Варто нагадати, що кислотні акумулятори, що стали традиційними, не годяться, в силу великої маси, громіздкості, екологічної «небездоганності». Із зростанням парку гібридів, а також з масовою появою водневих автомобілів на ТЕ потреба в автономних джерелах зберігання електричної енергії зросте ще більше. Нанотехнології пропонують ряд рішень даної проблеми.

В силу того, що більшість автомобілів майбутнього буде працювати на електричній тязі, набагато більший інтерес представлятиме використання фотоелементів в конструкції автомобіля. В цьому відношенні нанотехнологія дозволяє створювати довговічні, тонкі і гнучкі перетворювачі сонячного світла. Крім того, використання нанотехнологічних принципів дозволить отримувати сонячні панелі з ККД до 80–90%. Крім конструкції автомобіля, змінитися структура самої автомобільної промисловості. Так з появою автоматизованої молекулярної нанотехнології отримає розвиток нова тенденція – поділ функцій розробки/проектування автомобілів та їх виробництва з остаточним закріпленням пріоритету за першою з названих двох функцій. Власне, в майбутньому автомобільні концерни будуть розробляти конструкції тих чи інших моделей автомобілів для подальшого продажу права на їх виробництво методами поатомного складання стороннім організаціям. Тим самим не автомобіль буде товаром, а інформація про особливості його конструкції, що буде

повністю відповідати моделі нової економічної формації, де єдиним предметом обміну стане інформація.

Список літератури.

1 Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК».* Київ. 2014. Вип.196, ч.1. С. 239–245.

2. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК».* Київ. 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

3. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol.16. No.2. 49–54.

4. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково–технічної конференції «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54–55.

5. Болтянський О.В. Використання нанотехнологій при безрозбірному сервісі автотракторної техніки. *Праці ТДАТУ*. 2011. Вип.11. Т.2. С. 97–102.

6. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Техніка та енергетика АПК*. 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

7. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. *Вісник ХНТУСГ*. 2009. Вип.89. С. 106–111.

8. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз шляхів підвищення ефективності використання машинотракторного парку. *Праці ТДАТУ*. 2014. Вип. 14. Т.4. С. 204–209

9. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК.* 2015. Вип.212, ч.1. С. 275–283.

10. Болтянська Н.І. Підвищення довговічності вузлів тертя мобільної сільськогосподарської техніки застосуванням нанотехнологій. *Вісник ХНТУСГ*. 2012. Вип.128. С. 132–137.

УДК 621.313

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПАРКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ 10/0,4 кВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Зеленькевич А.И., *ст. преподаватель,*
Збродыга В.М., *к.т.н., доцент,*
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь.

Проблема энергосбережения в Республике Беларусь не теряет своей актуальности. Одной из главных задач, как для сетевых компаний, так и для производителей электрооборудования, становится поиск способов снижения технологических потерь электроэнергии в электросетевом комплексе. С этой точки зрения, выбор компаниями энергоэффективного оборудования выглядит не только рациональным, но и дальновидным решением. Одним из эффективных способов снизить потери электроэнергии на отдельно взятом участке, является использование энергоэффективных силовых распределительных трансформаторов.

В электрических сетях Республики Беларусь ведется работа по замене трансформаторов 10/0,4 кВ, выработавших свой ресурс, на новые более современные.

Потребители трансформаторов весьма консервативно относятся к новшествам в трансформаторостроении, т.к. силовым распределительным трансформаторам присущи длительный срок эксплуатации, существенная стоимость и закупочный цикл. Прогресс совершенствования конструкции трансформатора в настоящее время в значительной степени определяется созданием новых и совершенствованием используемых проводниковых, магнитных, изоляционных материалов, схемных решений.

Рассмотрим на примере Глубокских и Минских электрических сетей (ЭС) существующее состояние парка трансформаторов напряжением 10/0,4 кВ.

На рисунке 1 приведены данные по количеству трансформаторов различной мощности установленных в ЭС.

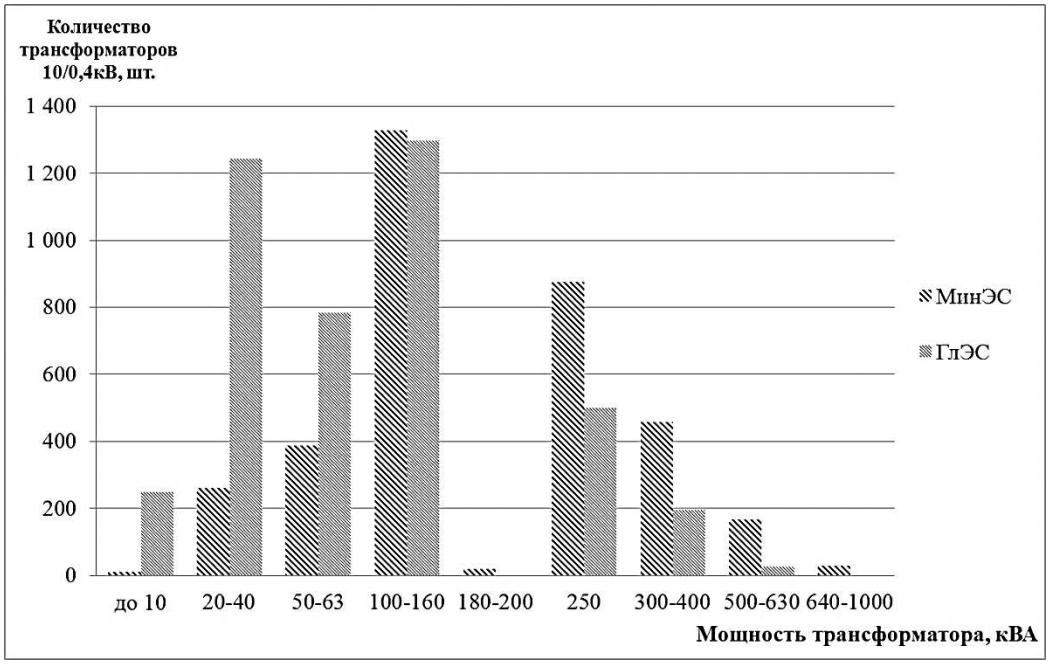


Рис. 1. Количество трансформаторов различной мощности установленных в ЭС

Как видно, в сетях преобладают трансформаторы мощностью 100-160, 250, 20-40 и 50-63 кВ·А.

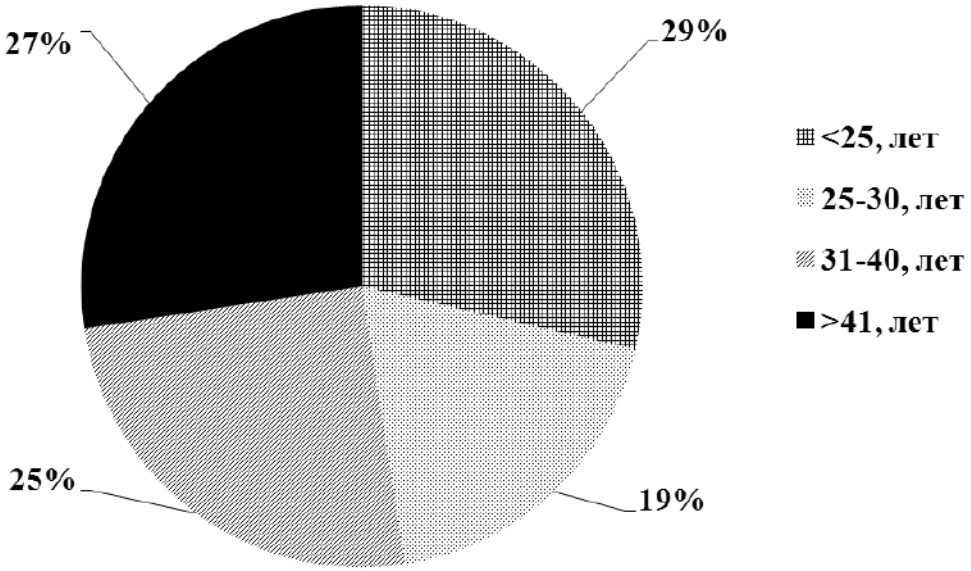


Рис. 2. Диаграмма распределения трансформаторов 10/0,4 кВ с различными сроками службы

В электрических сетях проводится работа по обновлению трансформаторов (рисунок 2).

Количество трансформаторов со сроком службы не превышающим нормативный (30 лет) составляет 48%. В тоже время

27% (2146 шт.) трансформаторов имеют срок службы более 41 года и требуют замены.

На рисунке 3 представлено распределение трансформаторов различной мощности по срокам службы.

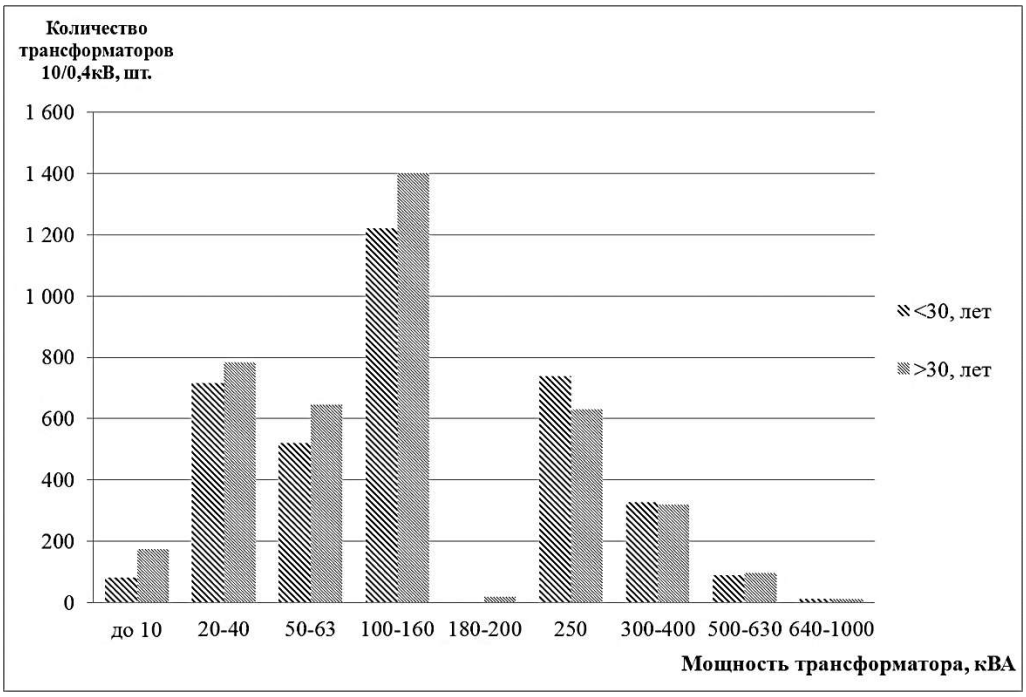


Рис. 3. Распределение трансформаторов различной мощности по срокам службы в ЭС

Из рисунка 3 видно, что преобладает необходимость замены трансформаторов с установленной мощностью 20-40, 50-63, 100-160 кВ·А.

Из 6520 трансформаторных подстанций 10/0,4кВ (КТП, МТП, ЗТП) 2217 (34%) являются двухтрансформаторными.

При замене используются, в основном, трансформаторы производства Минского электротехнического завода имени В.И. Козлова серий ТМГ12, ТМГ21 и ТМГСУ со схемой соединения обмоток «звезда-звезда с нулем».

Для повышения качества напряжения в сельских электрических сетях авторами предлагается применять трансформатор со специальной схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» с четной группой соединения обмоток [1, 2, 3, 4], который устойчив к искажающим воздействиям со стороны нагрузки, обеспечит высокий уровень симметрии и синусоидальности напряжения в сельских электрических сетях. Данный трансформатор обладает возможностью параллельной работы с широко распространенными трансформаторами со схемами соединения

обмоток «звезда-звезда с нулевым проводом» и «звезда-звезда с нулевым проводом с симметрирующим устройством».

Вывод. При замене силовых трансформаторов 10/0,4кВ выработавших свой ресурс целесообразно использовать трансформаторы повышающие качество напряжения в сельских электрических сетях.

Список литературы

1. Патент №16008 Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток: / А.И. Зеленькевич, В.М. Збродыга; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № a 20100121; заявл. 2010.02.01; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2012. № 3. С. 180-181.

2. Прищепов М.А, Збродыга В.М., Зеленькевич А.И. Особенности преобразования электрической энергии в трансформаторе со схемой соединения обмоток «Звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом». Агропанорама. 2017. N 5. С. 16-25.

3. Прищепов М.А, Збродыга В.М., Зеленькевич А.И. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при нелинейном характере нагрузки. Агропанорама. 2018. N 1. С. 9-19.

4. Прищепов М.А, Збродыга В.М., Зеленькевич А.И. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при несимметричной нагрузке. Агропанорама. 2018. № 6. С. 25-31.

УДК 621.313

СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ» ДЛЯ ТОКОВ ПРЯМОЙ, ОБРАТНОЙ И НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Зеленькевич А.И., *ст. преподаватель,*
Прищепов М.А., *д.т.н., доцент,*
Збродыга В.М., *к.т.н., доцент,*
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь.

При несимметричной нагрузке трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» [1, 2] фазные напряжения его первичной обмотки могут содержать

составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей, а фазные токи - только составляющие прямой и обратной последовательности.

Но так как составляющие нулевой последовательности первичной обмотки равны нулю, а вторичная обмотка самостоятельно уравновешивает свои намагничивающие силы нулевой последовательности, то искажение симметрии фазных напряжений первичной обмотки будет обусловлено только составляющими обратной последовательности. Для фазы «А» справедливо соотношение:

$$\underline{U}_A = \underline{U}_{A1} + \underline{U}_{A2} = -\underline{E}_{A1} - \underline{E}_{A2} + \underline{I}_{A1}\underline{Z}_{11} + \underline{I}_{A2}\underline{Z}_{12}, \quad (1)$$

где $\underline{U}_{A1}, \underline{U}_{A2}$ – напряжения прямой и обратной последовательностей фазы «А» первичной обмотки, В;

$\underline{E}_{A1}, \underline{E}_{A2}$ – ЭДС прямой и обратной последовательностей фазы «А» первичной обмотки, В;

$\underline{I}_{A1}, \underline{I}_{A2}$ – токи прямой и обратной последовательностей фазы «А» первичной обмотки, А;

$\underline{Z}_{11}, \underline{Z}_{12}$ – полные сопротивления токам прямой и обратной последовательностей первичных фазных обмоток, Ом.

Для составляющих прямой, обратной и нулевой последовательности:

$$\begin{aligned} \underline{U}_{A1} &= -\underline{E}_{A1} + \underline{I}_{A1}\underline{Z}_{11}; \\ \underline{U}_{A2} &= -\underline{E}_{A2} + \underline{I}_{A2}\underline{Z}_{12}; \\ \underline{U}_{A0} &= -\underline{E}_{A0} = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\underline{U}_{A0}, \underline{E}_{A0}$, – напряжение и ЭДС нулевой последовательности фазы «А» первичной обмотки, В.

Фазные напряжения и токи вторичной обмотки могут содержать составляющие всех последовательностей. Так как на каждом из стержней магнитопровода четверти вторичных фазных обмоток a_2, b_2, c_2, a_3, b_3, c_3 намотаны встречно половинам a_1, b_1, c_1, то индуктивные составляющие их сопротивлений токам нулевой последовательности в значительной степени будут взаимно компенсироваться. При этом каждая из составляющих прямой, обратной и нулевой последовательности вторичных напряжений будет равна сумме соответствующих значений трех частей вторичных фазных обмоток. В частности, для фазы «а»:

$$\begin{aligned}\underline{U}_a &= \underline{U}'_{a1} + \underline{U}'_{b2} + \underline{U}'_{c3} = \underline{U}_{a11} + \underline{U}_{b21} + \underline{U}_{c31} + \underline{U}_{a12} + \underline{U}_{b22} + \underline{U}_{c32} + \underline{U}_{a10} + \underline{U}_{b20} + \underline{U}_{c30} = \\ &= \underline{E}_{a11} + \underline{E}_{b21} + \underline{E}_{c31} + \underline{E}_{a12} + \underline{E}_{b22} + \underline{E}_{c32} - \underline{I}_{a1}\underline{Z}_{21} - \underline{I}_{a1}\underline{Z}_{31} - \underline{I}_{a1}\underline{Z}_{41} - \underline{I}_{a2}\underline{Z}_{12} - \underline{I}_{a2}\underline{Z}_{32} - \\ &- \underline{I}_{a2}\underline{Z}_{42} - \underline{I}_{a0}r_{20} - \underline{I}_{a0}r_{30} - \underline{I}_{a0}r_{40},\end{aligned} \quad (3)$$

где $\underline{U}'_{a1}, \underline{U}'_{b2}, \underline{U}'_{c3}$ - напряжения частей a_1, b_2, c_3 вторичной обмотки фазы «а», В;

$\underline{U}_{a11}, \underline{U}_{a12}, \underline{U}_{a10}$ - напряжения прямой, обратной и нулевой последовательности половины a_1 вторичной обмотки фазы «а», В; $\underline{U}_{b21}, \underline{U}_{b22}, \underline{U}_{b20}$ - напряжения прямой, обратной и нулевой последовательности четверти b_2 вторичной обмотки фазы «а», В; $\underline{U}_{c31}, \underline{U}_{c32}, \underline{U}_{c30}$ - напряжения прямой, обратной и нулевой последовательности четверти c_3 вторичной обмотки фазы «а», В; $\underline{E}_{a11}, \underline{E}_{a12}, \underline{E}_{a10}$ - ЭДС прямой, обратной и нулевой последовательности половины a_1 вторичной обмотки фазы «а», В; $\underline{E}_{b21}, \underline{E}_{b22}, \underline{E}_{b20}$ - ЭДС прямой, обратной и нулевой последовательности четверти b_2 вторичной обмотки фазы «а», В; $\underline{E}_{c31}, \underline{E}_{c32}, \underline{E}_{c30}$ - ЭДС прямой, обратной и нулевой последовательности четверти c_3 вторичной обмотки фазы «а», В; r_{20}, r_{30}, r_{40} - активные сопротивления частей a_1, b_2, c_3 вторичной обмотки фазы «а» току нулевой последовательности, Ом.

Для составляющих прямой, обратной и нулевой последовательности частей a_1, b_2, c_3 вторичной обмотки фазы «а» будут справедливы соотношения:

$$\begin{aligned}&\underline{U}_{a11} = \underline{E}_{a11} - \underline{I}_{a1}\underline{Z}_{21}; \quad \underline{U}_{a12} = \underline{E}_{a12} - \underline{I}_{a2}\underline{Z}_{22}; \quad \underline{U}_{a10} = -\underline{I}_{a0}r_{20}; \\ &\underline{U}_{b21} = \underline{E}_{b21} - \underline{I}_{a1}\underline{Z}_{31}; \quad \underline{U}_{b22} = \underline{E}_{b22} - \underline{I}_{a2}\underline{Z}_{32}; \quad \underline{U}_{b20} = -\underline{I}_{a0}r_{30}; \\ &\underline{U}_{c31} = \underline{E}_{c31} - \underline{I}_{a1}\underline{Z}_{41}; \quad \underline{U}_{c32} = \underline{E}_{c32} - \underline{I}_{a2}\underline{Z}_{42}; \quad \underline{U}_{c30} = -\underline{I}_{a0}r_{40}.\end{aligned} \quad (4)$$

Если первичные обмотки и части вторичных обмоток, размещенные на одном стержне, рассматривать как обмотки четырехобмоточного трансформатора, то на основании приведенных выше выражений получим его схемы замещения для токов прямой, обратной и нулевой последовательности. На рисунках 1-3 представлены схемы замещения для обмоток, расположенных на стержне магнитопровода фазы «А». Стрелками показаны положительные направления напряжений, токов и ЭДС.

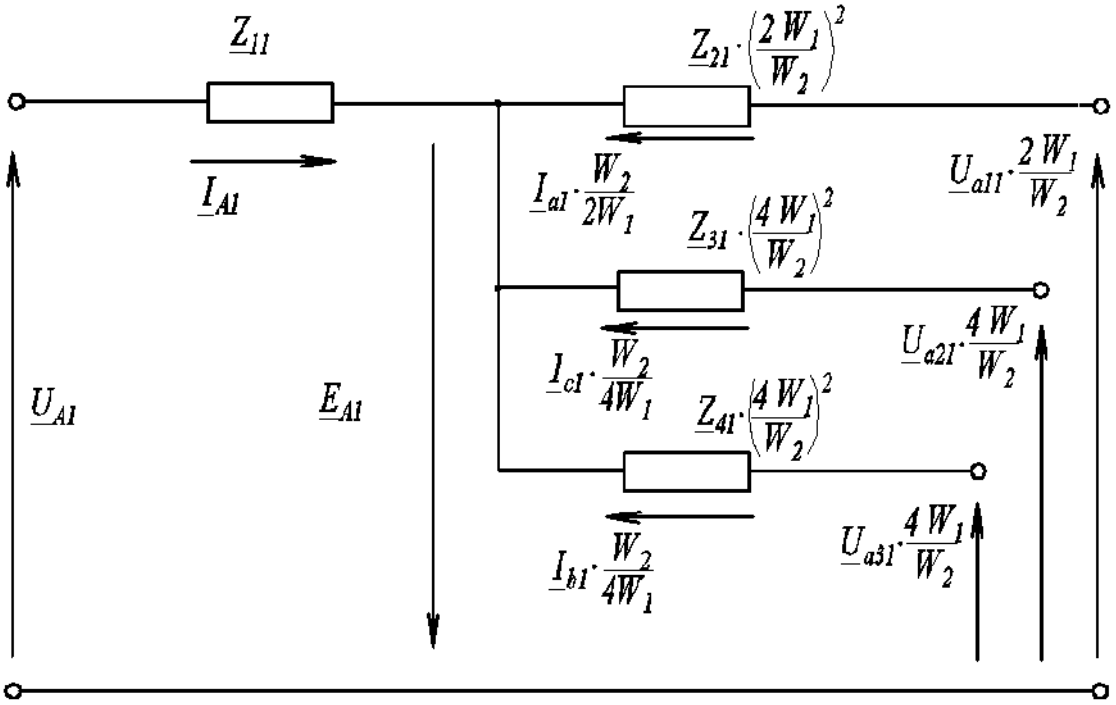


Рис. 1. Схема замещения трансформатора «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» для токов прямой последовательности

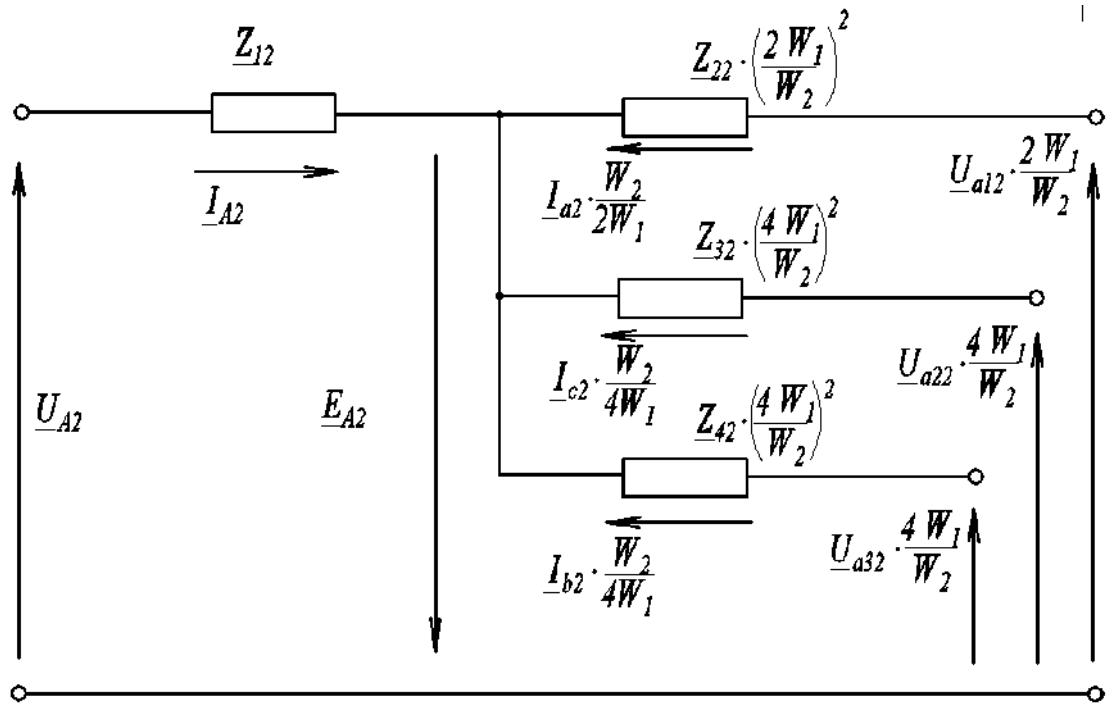


Рис. 2. Схема замещения трансформатора «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» для токов обратной последовательности

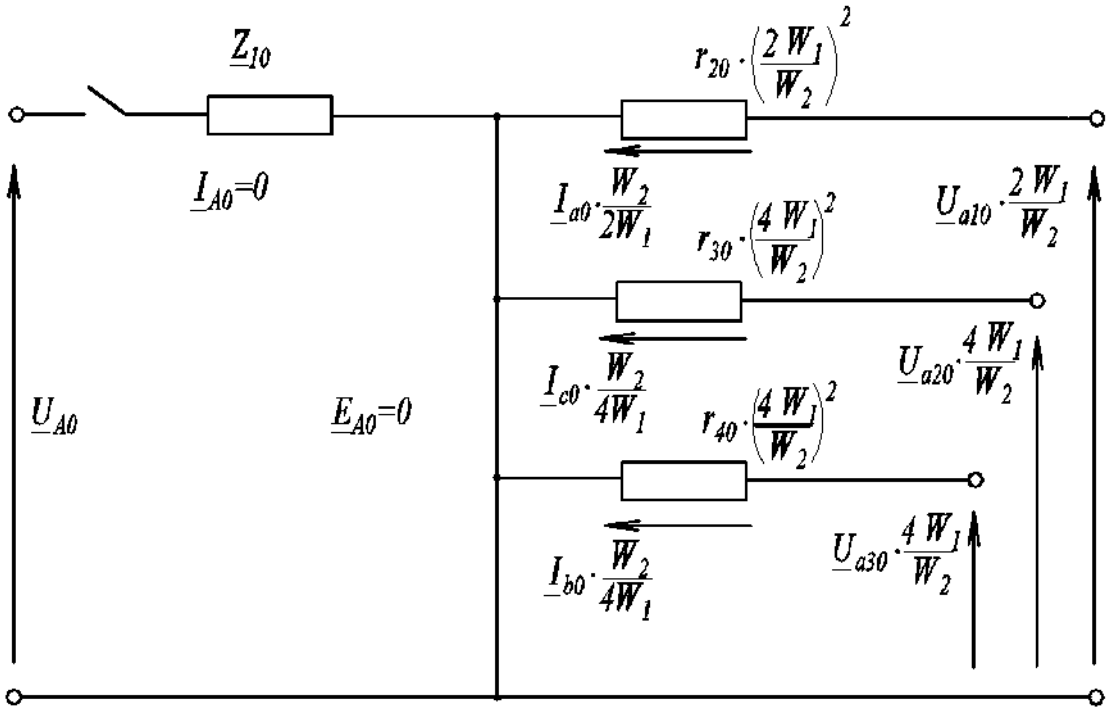


Рис. 3. Схема замещения трансформатора «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» для токов нулевой последовательности

Для обмоток фазы «А» будет следующее соотношение составляющих прямой и обратной последовательностей первичной и вторичной стороны:

$$\begin{aligned}\underline{U}_{A1}-\underline{I}_{A1}\underline{Z}_{11}&=-\frac{W_1}{W_2}\underline{U}_{a1}-\frac{W_2}{W_1}\underline{I}_{a1}\cdot\left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 Z_{(2-4)1};\\ \underline{U}_{A2}-\underline{I}_{A2}\underline{Z}_{12}&=-\frac{W_1}{W_2}\underline{U}_{a2}-\frac{W_2}{W_1}\underline{I}_{a2}\cdot\left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 Z_{(2-4)2}.\end{aligned} \quad (5)$$

Системы токов прямой и обратной последовательности трансформируются с вторичной стороны на первичную и наоборот и являются уравновешенными.

Сопротивления короткого замыкания трансформатора токам прямой и обратной последовательностей равны:

$$Z_{K1}=Z_{11}+\left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 Z_{(2-4)1};\ Z_{K2}=Z_{12}+\left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 Z_{(2-4)2}. \quad (6)$$

С учетом, что

$$\begin{aligned}\frac{W_2}{W_1}I_{ma1}&=I_{mA1};\\ \frac{W_2}{W_1}I_{ma2}&=I_{mA2},\end{aligned} \quad (7)$$

получим

$$\underline{U}_{A1} - \underline{I}_{A1}\underline{Z}_{K1} = -\frac{W_1}{W_2}\underline{U}_{a1};$$
$$\underline{U}_{A2} - \underline{I}_{A2}\underline{Z}_{K2} = -\frac{W_1}{W_2}\underline{U}_{a2}. \quad (8)$$

Для составляющих нулевой последовательности:

$$\underline{U}_{A0} = -\frac{W_1}{W_2}\underline{U}_{a0} - \frac{W_2}{W_1}\underline{I}_{a0} \cdot (\frac{W_1}{W_2})^2 r_{(2-4)0} = 0, \quad (9)$$

откуда

$$-\frac{W_1}{W_2}\underline{U}_{a0} = \frac{W_2}{W_1}\underline{I}_{a0} \cdot (\frac{W_1}{W_2})^2 r_{(2-4)0}. \quad (10)$$

Сложив выражения (8) и (10), получим:

$$\underline{U}_a = -\frac{W_2}{W_1}(\underline{U}_{A1} - \underline{U}_{A2} + \underline{I}_{A1}\underline{Z}_{K1} + \underline{I}_{A2}\underline{Z}_{K2}) - \underline{I}_{a0} r_{(2-4)0}. \quad (11)$$

Аналогичным образом определим напряжения фаз «В» и «С» вторичной стороны трансформатора:

$$\underline{U}_b = -\frac{W_2}{W_1}(\underline{U}_{B1} - \underline{U}_{B2} + \underline{I}_{B1}\underline{Z}_{K1} + \underline{I}_{B2}\underline{Z}_{K2}) - \underline{I}_{b0} r_{(2-4)0}; \quad (12)$$

$$\underline{U}_c = -\frac{W_2}{W_1}(\underline{U}_{C1} - \underline{U}_{C2} + \underline{I}_{C1}\underline{Z}_{K1} + \underline{I}_{C2}\underline{Z}_{K2}) - \underline{I}_{c0} r_{(2-4)0}. \quad (13)$$

Вывод. Полученные схемы замещения трансформатора «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» для токов прямой, обратной и нулевой последовательности, а также расчетные соотношение симметричных составляющих первичной и вторичной стороны позволяют упростить анализ сложных электромагнитных процессов при несимметричной нагрузке и могут иметь практическое применение при проектировании и эксплуатации вышеуказанного трансформатора.

Список литературы:

1. Патент №16008 Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток: / А.И. Зеленькевич, В.М. Збродыга; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № a 20100121; заявл. 2010.02.01; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2012. № 3. С. 180-181.

2. Прищепов М.А, Збродыга В.М., Зеленькевич А.И. Особенности преобразования электрической энергии в трансформаторе со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом. Агропанорама. 2017. № 5. С. 16-25.

УДК 338.432:330.341

ПЕРШОЧЕРГОВІ ЗАВДАННЯ З МОДЕРНІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Болтянський О.В., к.т.н.,
Болтянська Н.І., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

На темпи і ефективність розвитку сільського господарства в ринкових умовах надають вплив безліч факторів, основним з яких можна віднести: низька інвестиційна привабливість галузі, нерозвиненість логістичної інфраструктури, низький рівень забезпеченості сучасної ресурсозберігаючої технікою, дефіцит кваліфікованих кадрів та недосконаліть механізму доведення науково-технічних розробок до сільськогосподарських товаровиробників та ін.

Реалізація урядових програм 2018 року державної підтримки сільського господарства передбачає виділення значної суми державної підтримки на розвиток тваринництва, розвиток фермерських господарств, здешевлення сільськогосподарської техніки, розвиток садівництва та виноградарства, що дозволить підвищити актуальність науково-технічної дослідницької діяльності в НДІ та аграрних університетах, а також прискорить освоєння отриманих результатів. Разом з тим, вирішення кадрового питання залишається як і раніше актуальним. Молоді кваліфіковані фахівці після закінчення аграрних вузів, при ухваленні рішення про повернення в село, враховують не лише рівень оплати праці, але і житлові умови, розвиненість соціальної інфраструктури у населеному пункті [1-6].

Щорічне збільшення кількості сучасної техніки в сільськогосподарських організаціях вимагає більш високого рівня знань в області її техніко-технологічних можливостей, як у головних спеціалістів, так і у пересічних механізаторів, що працюють на ній. Сьогодні в організаціях, що мають новітню техніку для обробітку сільськогосподарських культур, за сучасними технологіями, використовується праця робітників з низькою кваліфікацією. Більшість механізаторів, які працюють на сучасних посівних комплексах, мають лише середню спеціальну освіту. Нерідко головні спеціалісти не мають вищої освіти або воно не відповідає займаній посаді. Крім того, аналіз демографічної ситуації в сільській місцевості свідчить про те, що лише 15% працівників до 30 років і 15% працівників пенсійного віку зайняті в сільському господарстві. Середній вік механізаторів 53 роки, а доярок – 51 [3, 7]

Держава повинна переглянути своє ставлення до сільського господарства, адже в Україні воно має великий вплив на рівень добробуту населення і економіку країни в цілому. В першу чергу необхідно поліпшити житлові умови і розвивати соціальну інфраструктуру.

У сільському господарстві особливу увагу слід приділяти зростанню продуктивності праці і зростання рентабельності виробничих процесів. Це дозволить знайти кошти на збільшення заробітної плати мінімум до рівня прожиткового мінімуму. Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити приплив молодих кваліфікованих кадрів в сільську місцевість, що послужить поштовхом до прискорення темпів її інноваційного розвитку.

Вітчизняне сільське господарство переживає інноваційну кризу, яка пов'язана з відсутністю необхідних умов для розвитку сільського господарства за рахунок освоєння науково-технічних досягнень. Інноваційний потенціал сільського господарства використовується на 4-5% проти 50% і більше в порівнянні з економічно розвиненими країнами. Щорічно залишаються незатребуваними сільськогосподарським виробництвом до 40-50% закінчених науково-технічних розробок [1,2].

За масштабами фінансування науки Україна перейшла на рівень країн з середнім за абсолютною величиною витрат і навіть малим за часткою у ВВП науковим потенціалом. В останні роки значне зростання інвестицій в сільське господарство без базисних інновацій, що дозволяють освоювати нові технології, можуть стати неефективними.

Тому необхідна активізація процесів, що дозволяють вести безперервне оновлення виробництва на базі освоєння досягнень науки і техніки. Інноваційні процеси повинні регулюватися державою за допомогою відповідної інноваційної політики, яка сприятиме систематичному і прогресуючого організаційного, економічного, техніко-технологічного оновлення агропромислового виробництва, підвищення його ефективності [9].

Підвищенню інноваційної активності в сільському господарстві перешкоджає ряд факторів:

1. Невідповідність наявного науково-технічного та технологічного потенціалу сільського господарства новим економічним і виробничим вимогам. Спад виробництва сільськогосподарської продукції, слабка підтримка з боку держави і висока вартість нововведень не дозволяють розвивати інноваційну діяльність.

2. Зберігається нееквівалентність обміну сільського господарства з іншими галузями економіки, що призводить до деградації його матеріально-технічної бази. Істотно погіршують ситуацію зростаючі

ціни на енергоносії, що позбавляє вітчизняних сільськогосподарських товаровиробників їх природного переваги.

3. Несприятлива інвестиційна ситуація для сільського господарства і низька прибутковість більшості сільськогосподарських товаровиробників. Незважаючи на те, що в останні роки в сільському господарстві помітно активізувався інвестиційний процес, його частка у видатковій частині бюджету не перевищує одного відсотка при питомій вазі продукції ВВП на рівні 4,4%. Економіка більшості сільськогосподарських товаровиробників така, що не дозволяє їм здійснювати не лише розширене, але й просте відтворення, використовувати економічні стимули, що надаються державою.

Серед першочергових завдань з модернізації сільського господарства необхідно виділити наступні (рис.1).

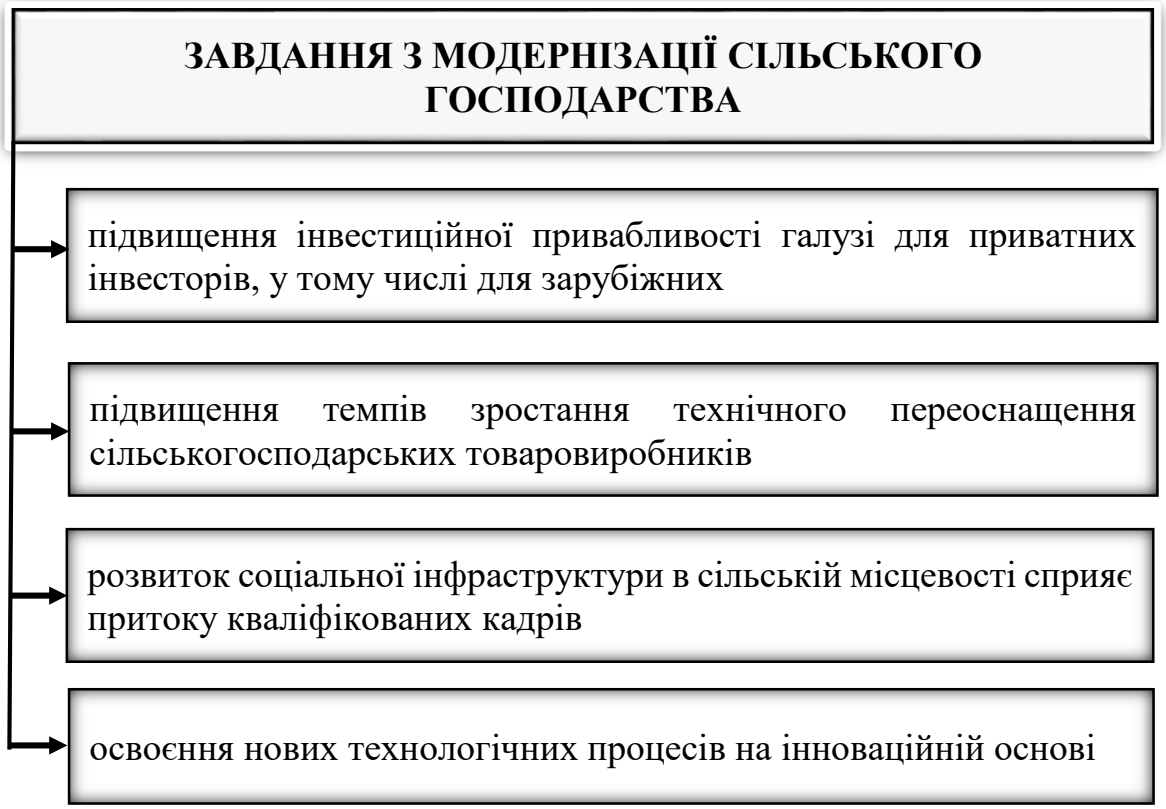


Рис. 1. Першочергові завдання з модернізації сільського господарства

Тільки постійний науково-технічний прогрес може забезпечити динамічний розвиток сучасного суспільства. Головними його умовами є безперервне оновлення технологій і широке використання новітніх наукових розробок. Підвищення інноваційної активності не тільки дозволить підвищити техніко-економічний рівень виробництва, але і істотно поліпшити інвестиційний клімат [8].

Тільки спільними зусиллями держави, науки і підприємств агропромислового виробництва можна в перспективі підвищити інноваційну активність в сільському господарстві країни. Це дозволить

не тільки підвищити ефективність виробництва, але і його конкурентоспроможність на міжнародному продовольчому ринку.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. С. 36-39.

2. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

3. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково–технічної конференції «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54–55.

4. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

5. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko*. Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

6. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

7. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

8. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbut Gauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes"*. Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

9. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. Scientific *Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition.* Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.

10. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК»*. Київ. 2011. Вип.166, ч.1. С. 255-261.

УДК 502/504:330.341.1]:631.147

РОЛЬ ЕКО-ІННОВАЦІЙ В РОЗВИТКУ ОРГАНІЧНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Чайка Т. О., канд. екон. наук
Яснолоб І. О., канд. екон. наук
Тараненко А. О., канд. с.-г. наук
Черненко К. В., канд. екон. наук
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

В сучасних умовах поширення глобалізаційних процесів аграрний сектор України повинен переходити до інноваційної моделі розвитку з метою забезпечення конкурентоспроможності як вітчизняної сільськогосподарської продукції, так і країни в цілому. це особливо актуально в умовах сьогодення, коли у сільському господарстві спостерігається інноваційне відставання від інших галузей економіки. Це призводить до недостатньої конкурентоспроможності аграрних підприємств, стримує розвиток і впровадження у виробництво ресурсозберігаючих технологій та техніки, знижує якість трудового потенціалу, призводить до погіршення екологічної ситуації, подальшому забрудненню та руйнуванню сільськогосподарських угідь.

Для вирішення зазначених проблем, на нашу думку, необхідним є використання екологічних інновацій (еко-інновацій), які забезпечують високий рівень екологічної безпеки виробництва, продукції та послуг при одночасному зміцненні конкурентних позицій виробництва, збереженні природного навколишнього середовища. У розвинених країнах світу саме за рахунок нових знань та впровадження нововведень у сільське господарство отримують високий рівень доданої вартості, не порушуючи при цьому екологічної рівноваги довкілля [1].

Наші дослідження свідчать, що на сьогодні екологізація сільського господарства стає першочерговою проблемою, яку можливо вирішити шляхом переходу від традиційного агровиробництва до органічного. Ґрунтуючись на принципах здоров'я, екології, турботи та справедливості, органічне сільське господарство забезпечує: зростання престижу держави в аграрному секторі; відродження агропромислового комплексу України; збільшення ринку екологічно безпечних продуктів харчування населення та сировини для харчової промисловості; зростання експорту сільськогосподарської продукції; збереження та природного відтворення родючості сільськогосподарських земель; створення сприятливих умов для екологобезпечного розвитку сільських територій і соціальної сфери села, покращення добробуту селян; гармонійне поєднання екології з

економікою, що відповідає концепції екологічної політики України.

Найбільш повним, на нашу думку, є визначення еко-інновацій як створення нових і конкурентно-оцінених товарів, послуг, процесів, систем і процедур, розроблених для задоволення людських потреб і забезпечення кращої якості життя для кожного, яке досягається разом із мінімальним використанням природних ресурсів (сировини і матеріалів, енергії та площі земної поверхні) в розрахунку на одиницю випуску, а також мінімальними викидами токсичних речовин [2].

Доцільно відзначити, що впровадження еко-інновацій на сільськогосподарських підприємствах здійснюється одночасно з традиційним виробництвом, оскільки вони направлені на вдосконалення або створення нових продуктів, суттєве оновлення технологій виробництва. При цьому перехід до оновленого виробництва потребує додаткових витрат (фінансів, часу, енергії тощо), які можливо знайти лише при ефективному управлінні сільськогосподарським виробництвом.

Очевидно, що у майбутньому підприємства, які зроблять зрівноважений розвиток провідною ідеєю своєї діяльності, отримають конкурентні переваги як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках. Однак, більшість підприємців не поспішають впроваджувати еко-інновації, мотивуючи це тим, що діяльність за принципами зрівноваженого розвитку чи розвиток ринку «зелених товарів» ставить їх в невигідне становище порівняно з їхніми конкурентами, виробництво за принципами зрівноваженого розвитку потребує нового обладнання та процесів, а споживачі, в свою чергу, не зможуть платити більше за екологічно чисті товари.

На результатами наших досліджень, на впровадження еко-інновацій в органічне сільське господарство здійснюють негативний вплив достатньо багато чинників [3, 4]:

1. Організаційно-економічні: дефіцит інвестиційних ресурсів для інноваційних проектів; застарілі матеріальна та науково-технічна бази; відсутність резервних потужностей; домінування спрямованості економічних інтересів підприємця на поточне виробництво; брак адекватних механізмів інтерналізації зовнішніх ефектів.

2. Фінансово-кредитні: недоступність фінансових ресурсів; недосконаліть системи оподаткування інноваційної діяльності; існуючі високі відрахування з фонду оплати праці.

3. Політико-правові: мінливість і нестабільність законодавчої бази; існування обмежень з боку податкового, патентно-ліцензійного законодавства.

4. Управлінські: недосконала структура управління, переважання вертикальних потоків інформації; орієнтація виробників на вже існуючі ринки та короткострокову окупність інвестицій; неузгодженість інтересів учасників інноваційних процесів.

5. Соціально-психологічні: острах і опір змінам, що можуть спричинити негативні наслідки для колективу підприємства; небажання змінювати існуючі способи діяльності, робочі місця, поведінку та традиції; побоювання невизначеності, невдач і втрат; недолік знань про глобальну екосистему, її синергетичну природу; егоцентричність та обмеженість інтересів виробників.

В той же час, еко-інновації мають свої рушійні сили. Так, за умов екологічної глобалізації суспільство стає більш чутливим, до питань збереження якості довкілля, тому можна сподіватися, що інтерес громадськості, переосмислення цінностей, правове та інституційне середовище створять відповідне підґрунтя для прискореного розгортання процесів, урахування екологічних обмежень у всіх сферах суспільного життя. Формування інформаційного суспільства сприятиме покращеному інформуванню всіх його членів як про довкільні наслідки їхньої діяльності, так і про кращі способи запобігання еко-деструкціям. Потужним каталізатором згаданих процесів може стати зростання цін на природні ресурси з огляду на їх обмеженість і вичерпність. Стрімке зростання витрат на ліквідацію наслідків стихійних лих змусить змінювати реактивну екологічну політику на проактивну на всіх рівнях її реалізації [3].

Рис. 1. Вплив негативних факторів на еко-інновації в органічному сільському господарстві та переваги від їх впровадження

Таким чином, на нашу думку, необхідно створити сприятливе середовище для впровадження еко-інновацій в органічне агровиробництво, яке передбачає здійснення таких заходів [5]:

–створення законодавчої бази, зокрема головного закону щодо органічного сільського господарства, інспекції та сертифікації органічної продукції;

–завершення земельної реформи, врегулювання питання щодо продажу землі;

–налагодження системи державного контролю за використанням та охороною сільськогосподарських земель;

–державна підтримка виробників органічної сільськогосподарської продукції, які використовують еко-інновації (субсидії, дотації, податкові пільги тощо);

–сприяння розвитку венчурного підприємництва;

–створення ефективної інституційної інфраструктури, яка включає сертифікаційні установи, асоціації виробників органічної продукції та відповідну торгівельну мережу;

–забезпечення розвитку інноваційної інфраструктури, створення регіональних інноваційних центрів;

–розвиток стратегії інтеграції в існуючі міжнародні структури для полегшення доступу на зовнішні ринки органічної сільськогосподарської продукції;

–налагодження інформаційно-консультаційного забезпечення та компетентних дорадчих сільськогосподарських служб;

–налагодження співпраці між виробниками еко-інноваційної продукції та органічної продукції;

–формування інноваційної та екологічної культури суспільства: підтримка наукових видавництв, наукових та науково-популярних видань, розширення освітніх програм, підвищення рівня навчального і наукового процесу, екологізація освіти тощо.

Таким чином, впровадження еко-інноваційних технік і технологій в аграрному секторі, а особливо в органічному агровиробництві, сприятиме: поліпшенню екологічної ситуації; раціональному використанню природних ресурсів; формуванню та вихованню в усіх суб'єктах економічних відносин екологічної свідомості; розвитку інфраструктури всього циклу органічного виробництва (від виробника до мережі реалізації); розвитку інфраструктури сфери послуг (консультації, дорадництво, туризм тощо); підвищенню якості продукції та життя населення.

Список літератури.

1. Чайка Т. О. *Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України*: моногр. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2013. 320 с.

2. *Reid A. & Miedzinski M.* 2008. Eco-innovation. Final Report For Sectoral Innovation Watch. Europe Innova.

3. Загвойська Л. Д. Еко-інновації у бізнес стратегіях за умов екологічної глобалізації. *Маркетинг інновацій і інновації в маркетингу* : збірник тез доповідей Четвертої міжнародної науково-практичної конференції, 29 вересня-1 жовтня 2010 року. Суми: Сумський державний університет, 2010. С. 87–89.

4. Рибіна Л. О. Екологічні аспекти інноваційного розвитку АПК. URL: http://www.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/ Vsnau/FiK/2009_2/57Rybina.pdf.

5. Чайка Т. О. Еко-інновації в органічному агровиробництві. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. Сер. Економічні науки.* 2012. № 2 (18), Т. 3. С. 255–262.

УДК 338.43:631.1

ІННОВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА НАПРЯМИ СТРАТЕГІЇ ЙОГО РОЗВИТКУ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ

Ковтун В.А., к. с.-г. н., доцент
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
м. Херсон, Україна

Постановка проблеми. Інноваційний розвиток є невід'ємною і активною частиною всіх сфер життєдіяльності суспільства. Його значення для регіонів важко переоцінити: через інновації можна забезпечити конкурентоспроможність продукції як на вітчизняному, так і на світовому ринку, що є вирішальним фактором соціально-економічного розвитку і розв'язання економічних, екологічних, соціальних та інших проблем.

Основні матеріали дослідження. Інноваційний потенціал розглядається як: сукупність ресурсів, необхідних для здійснення інноваційної діяльності; сукупність активів, що використовуються в інноваційній діяльності; можливості підприємства, що визначають обсяги, терміни, кількість і якість його інноваційної діяльності; здатність підприємства проявляти інноваційну активність; міра готовності підприємства до здійснення інноваційної активності; складна динамічна система, що здійснює інноваційну діяльність; характеристика потоку нововведень; складова інтелектуального потенціалу; певна структура його складових; одна з трьох складових інноваційного простору.

Він є складною динамічною системою генерування, накопичення і трансформування наукових, управлінських ідей та науково-технічних,

маркетингових результатів і інноваційні продукти на основі здійснення безперервного управління аграрним підприємством. Основу інноваційного потенціалу підприємства складають кадрові та матеріально-технічні складові, а також наявність науково-технічної й інтелектуальної власності. Особливо важливою є наявність кадрів, спеціалістів і вчених що забезпечують інноваційний процес новими знаннями, ідеями, винаходами, ноу-хау, новими технологіями [1].

В розвинутих компаніях та бізнес організаціях існують основні напрямки стратегічного управління інноваціями: використання інноваційної стратегії для управління програмою і процесом впровадження інновацій та Stage gate process/Funnel – методи обмежуючих стадій для управління інноваційними проєктами; обов'язкова наявність постійного потоку ідей та концепцій на основі прозорості та конкурентності; використання сучасних методів управління проєктами; в інноваційному процесі приймає участь вся організація; успіх інноваційного процесу вимагає постійного фокусу на поліпшенні продукту та його концепту. Тільки при комплексному та всеосяжному використанні цієї стратегії можливо розраховувати на позитивний ефект від колективної роботи по впровадженню інноваційного процесу на підприємствах аграрної сфери виробництва [2, с.22].

Послідовна стратегія активізації інноваційної діяльності аграрного підприємства за всіма напрямами функціонування дозволяє одержувати нові технологічні процеси, продукцію або форми організації та управління виробництвом, що забезпечує досягнення і зміцнення конкурентних позицій на ринку та вплив на ринкову ситуацію завдяки реалізації інновацій. При цьому функціонування підприємства у довгостроковій перспективі пов'язано з формуванням стратегії розвитку, орієнтованої на посилення інноваційної активності. Формування означеної стратегії є процес прийняття управлінського рішення щодо змісту функціональних стратегій такого роду та пріоритетності їх фінансування з метою забезпечення конкурентних переваг на ринку. Оцінка інноваційного потенціалу здійснюється в наступній послідовності: аналіз структури інноваційного потенціалу; виявлення ступеня використання внутрішніх інноваційних можливостей підприємства; оцінка рівня інноваційної активності підприємства

Основні напрямки стратегії інноваційного розвитку аграрної сфери є: цільовий ринок, позиція товару, асортимент товару, ціноутворення, реклама, просування товару, стимулювання збуту продукції, маркетингові дослідження.

Для цього необхідно здійснити такі заходи: збільшити частку ринку, зробивши ставку на зацікавлених споживачів конкретної продукції; забезпечити привабливість послуг за рахунок збільшення

гарантійного терміну експлуатації і надання комплексів послуг; розширити номенклатури послуг і підтримки високої конкурентоспроможності з метою окупації ринкових сегментів. які можуть зайняти конкуренти [3].

Характеристика стратегічних елементів структури інноваційного потенціалу та низький і високий їх рівень:

- організаційна структура – низький (лінійна, лінійно-функціональна) та

високий (лінійно-функціональна з елементами програмно-цільових організаційних утворень, матричні структури, творчі команди) рівні;

- технологічна - спеціалізоване виробниче обладнання, яке пов'язане

в єдиний потік для масового випуску продукції та при високому - гнучкі автоматизовані виробничі модулі, зв'язані безрейковою гнучкою транспортною системою;

- дослідно-конструкторська - спеціально спроєктовані під даний виробничий процес та універсальний тип, наявність резервних площ, можливість зміни компонування лабораторій, відділів;

- організація праці - індивідуальна, пооперацийна, регламентована та бригадна з високим рівнем сполучення операцій і професій, вільний вибір часу;

- оплата праці - індивідуальна, відрядна та почасово-преміальна, бригадна з використанням особистого вкладу;

- переміщення персоналу – мінімальна та за ієрархічною градацією згідно з вирішуваними завданнями, створення тимчасових бригад;

- стиль управління - авторитарний, мінімум делегування повноважень, жорсткий контроль за виконанням та делегування повноважень, що забезпечує високий ступінь залучення персоналу до розробки рішень, подання ідей;

- система інформування персоналу - оперативна інформація про виконання планових завдань певним підрозділом та докладне інформування про діяльність підприємства в цілому, його життя, проблеми та завдання у сфері інновацій;

- психологічний клімат - налаштування на вирішення поточних завдань в рамках свого робочого місця та налаштування на пошук рішень як оперативних, так і довгострокових, як у рамках робочого місця, так і поза його межами [3].

Бальна оцінка використання підприємством потенціалу кожного з елементів інноваційного потенціалу здійснюється з використанням такої шкали: 0 балів – зовсім не використовується потенціал елементу; 1 бал – низький рівень використання потенціалу елементу; 2 бали – середній рівень використання потенціалу елементу; 3 бали - високий рівень використання потенціалу елементу.

Заключний етап оцінки інноваційного потенціалу передбачує визначення рівня інноваційної активності підприємства за допомогою узагальнюючого показника: коефіцієнту інноваційної активності підприємства, розрахунок якого здійснюється за наступною формулою:

$$P_{ін.акт.} = \sum (P_i \times W_i)$$

де $P_{ін.акт.}$ – рівень інноваційної активності підприємства;

P_i – експертна оцінка використання і-того елементу інноваційного потенціалу, бали;

W_i – коефіцієнт вагомості і-того елементу інноваційного потенціалу.

Оцінку рівня інноваційної активності підприємства доцільно здійснювати за наступною шкалою: від 0 до 4,0 – низький рівень, від 4,1 – до 8,0 – середній рівень, від 8,1до 11,55– високий рівень [1].

Висновок. Зважаючи на сучасні виклики конкурентного середовища та світової глобалізації для забезпечення розвитку вітчизняних аграрних підприємств нагальним стає впровадження інновацій. Тільки досягнення світового рівня інноваційної активності є для аграрних підприємств його конкурентоспроможністю. Розробка програми інноваційного розвитку і відповідної стратегії є базою формування конкурентних переваг і стійкого фінансового стану вітчизняних аграрних підприємств.

Список літератури.

1. Матвієнко А.Б. Практика з впровадження інноваційних процесів в агропромисловому комплексі. URL: infohedera@ukr.net

2. Бурак В.Г., Матвієнко А.Б. Інновації – розвиток та технологічна практика впровадження. *МНПК «Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності»* м. Херсон: ВД«Гельветика», 2019. С. 21-24

3. Ковтун В.А. Роль інтелектуальних технологічних рішень для ефективного використання ресурсів сільського господарства. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління.* 2019. №1(18). URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/18-2019-ukr

УДК 338.432:330.341.1

РОЛЬ ІНФРАСТРУКТУРИ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ В РОЗВИТКУ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Болтянська Н.І., к.т.н.,
Комар А.С.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Найважливішим чинником розвитку агропромислового комплексу є державне регулювання, яке відбувається через цінову, податкову, антимонопольну, фінансово-інноваційну, зовнішньоекономічну політику та нормативно-правове забезпечення.

Основними складовими державного регулювання агропромислового комплексу економіки є: визначення стратегічних цілей розвитку АПК та способів їх досягнення; розробка комплексних інноваційно-інвестиційних державних програм та організаційно-методологічне і ресурсне забезпечення реалізації регіональних програм; моніторинг попиту і пропозиції на внутрішніх і зовнішніх ринках продовольчих товарів і сировини, а також прогнозування на цій основі ринкової кон'юнктури на близьку і далеку перспективу; контроль за якістю вирощеної сільськогосподарської сировини та вироблених з неї продуктів харчування у відповідності до стандартів, які діють у СОМ; регулювання земельних відносин та контроль за дотриманням екологічних норм ведення господарської діяльності; гарантована закупівля державою частини вирощеної сільгоспвиробниками продукції по договірним цінам [1-4].

До заходів державної підтримки сільськогосподарського виробництва належать: бюджетне фінансування програм розвитку сільського господарства в регіоні; пільгове оподаткування; запровадження пільгових короткострокових та довгострокових послуг; страхування товаровиробників; стимулювання зростання якості продукції рослинництва і тваринництва; цінове регулювання.

Державна підтримка здійснюється також шляхом компенсації сільськогосподарським підприємствам 80 % вартості використаної та оплаченої електроенергії для поливу сільськогосподарських культур на зрошуваних землях та заповнення водою земельних чеків для вирощування рису [5-7].

Залучення коштів місцевого і державного бюджетів на виконання програм і заходів дасть змогу значно збільшити фінансові потоки аграрних підприємств, розширити їх економічні та технічні можливості, ефективно реалізувати накопичений виробничий і трудовий потенціал, покращити конкурентне середовище [8,9].

В аграрній сфері формування і розвиток інфраструктури є обов'язковою умовою ефективної взаємодії суб'єктів основного і допоміжного виробництва, що зв'язує попит і забезпечує перетворення всіх видів ресурсів у фактори виробництва [10], що сприяє створенню загальних передумов відтворювального процесу, зростання і розвитку агропромислового виробництва.

Інфраструктура як сфера агропромислового комплексу має свої особливості:

- інфраструктура АПК представлена в якості збірного блоку, що включає різнорідні галузі, виробництва і види діяльності,
- її зв'язок з іншими складовими частинами АПК здійснюється переважно на основі функціонального поділу праці,
- на функціонування інфраструктури впливають процеси циклічності, характерні для сільськогосподарського виробництва, що зумовлює і відповідний процес діяльності пов'язаних з ним галузей інфраструктури.

В даний час в Україні особлива увага повинна приділятись формуванню та розвитку інфраструктурного комплексу АПК.

Проблема низької якості інфраструктури України присутня у всіх її складових. Ситуація ускладнюється недостатньою взаємодією між різними галузями, незначним припливом інвестицій, застарілою системою регулювання і високим ступенем зносу основних фондів. Система інфраструктури АПК наведена на рис. 1.

Погіршення стану сільської місцевості пов'язано з нерозвиненістю або деградацією інфраструктури. Тому є комплекс причин, основними є яких є транспортна та соціальна. Таким чином, проблему інфраструктурного забезпечення території необхідно розглядати у комплексі.

Деградація села, скорочення чисельності населення та інші факти безпосередньо залежать від інфраструктури (виробничої, соціальної, транспортної).

У 1990-х рр. агропромисловий комплекс зазнав значного реформування, що безпосередньо позначилося на стані сільських поселень; виробники сільськогосподарської продукції і підприємства по переробці не змогли швидко адаптуватися до нових умов господарювання; значна диференціація населення за доходами, рівнем життя призвели до:

- скорочення обсягу виробництва;
- збільшення відтоку населення із сільської місцевості в міську. У сільській місцевості молоді фахівці не залишаються на постійне місце проживання через незадовільні побутові та інфраструктурні умови, а також значну диференціацію рівня життя та відсутність перспективи розвитку.

У багатьох сільських населених пунктах відсутні необхідні для забезпечення нормальних умов життя комунікації (дороги, газ тощо), в результаті чого молоді фахівці, що пройшли навчання в місті, не бажають повертатися в сільську місцевість, справедливо вважаючи умови життя там значно більше гіршими;

- зміни структури виробництва і виробників;
- погіршення стану інфраструктури (виробничої, соціальної, транспортної).

Рис. 1. Система інфраструктури агропромислового комплексу

Наслідком вищенаведених причин відбулося:

<u>у сфері виробничої інфраструктури</u>

- відставання рівня техніки і технології від іноземних конкурентів,
- нестача фахівців для роботи на підприємствах АПК,
- зміна стану ресурсної бази виробничого процесу (в т. ч. добрива та засоби боротьби з шкідниками),
- часті зміни в структурі власників,
- нестабільність цінової політики на ринку постачальників фінансових послуг (кредити, страхування і т. п.), паливо-мастильних матеріалів та ін.

у сфері соціальної інфраструктури

- скорочення закладів охорони здоров'я,
- недостатня кількість об'єктів культури і відпочинку,
- відмінність в рівнях підготовки в навчальних закладах міста та села,
- недолік об'єктів сфери послуг (перукарні тощо),
- значна різниця в рівні життя міського і сільського населення (заробітна плата, соціальне забезпечення),
- відсутність перспективи розвитку особистості.

у сфері транспортної інфраструктури

- відсутність (або недостатня кількість/якість) комунікацій для виробничих організацій, відсутність (або недостатня кількість/якість) комунікацій для жителів сільської місцевості, недостатнє забезпечення маршрутів громадськими транспортними засобами.

Вищенаведені причини можна перераховувати далі, причому їх значущість і рівень впливу на розвиток конкретної території залежить від багатьох факторів: ступеня віддаленості від великих населених пунктів, політики місцевих і федеральних органів влади.

Як наслідок погіршення стану інфраструктури відбувається деградація села, що тягне за собою серйозні наслідки: спад сільськогосподарського виробництва; порушення відтворювальних процесів в АПК; формування несприятливих економічних умов діяльності для сільського господарства; збільшення соціальної напруженості в сільській місцевості; зниження рівня добробуту сільського населення.

Все вищевказане обґрунтовує необхідність участі держави в інвестиційній підтримці соціального, транспортного та виробничого розвитку села, яка в сучасних умовах повинна бути спрямована не стільки на збільшення окремих кількісних показників сільськогосподарського виробництва, скільки на здатність аграрного сектора до розширеного відтворення, досягнення більш повного задоволення соціальних потреб і якості життя сільського населення, збереження та примноження об'єктів інфраструктури.

Список літератури.

1. Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. С. 36-39.

2. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

3. Болтянський О.В. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей ІІ Міжнародної науково–технічної конференції «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54–55.

4. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

5. Болтянська Н.І. Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. *Інженерія природокористування*. 2018. №1(9). С. 57–61.

6. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 380 с.

7. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153–159.

8. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko*. Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

9. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

10. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

11. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes"*. Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

12. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. *Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition.* Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.

УДК 631.333.92:631.22.018

ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ МЕТАНОВОГО БРОДІННЯ

Скляр О.Г., к.т.н.,
Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Вироблення із органічних відходів енергоносіїв доцільне як з енергетичних, так і екологічних позицій. Біогазові технології сьогодні поширені у світі. Можна синтезувати сотні і тисячі варіантів теплотехнологічних схем біогазових установок [1-3], які відрізняються складом обладнання, топологією, режимами роботи. В основних елементах біогазових установок (БГУ) відбуваються складні тепломасообмінні процеси. Для ефективності БГУ необхідно надійно витримувати сталими такі параметри: температуру суміші в об'ємі реактора, показник pH, концентрацію субстрату, швидкість подачі субстрату в реактор, збалансованість потоків субстрату зі швидкістю розмноження метанових бактерій тощо [3]. Отже, потрібна надійна, адекватна робочим процесам математична модель, яка повинна включати опис різних за своєю природою об'єктів і явищ.

Вагомий внесок у експериментальні та теоретичні дослідження процесу метанового бродіння, математичне моделювання процесу бродіння зробили вітчизняні вчені Дубровін В.О., Семененко І.В., Мовсєєсов Г.Е., Голуб Н.Б., Матвєєв Ю.Б. та ін., а також зарубіжні вчені Баадер В., Батстоун Д.Ж., Шульц Х., Ангелідакі І., Вавілін В.О., Калюжний С.В. та ін.

Експериментальне та теоретичне дослідження метанового бродіння почалося на початку 1950-х (Buswell і Muller). Процес еволюції математичних моделей метанового бродіння йшов від простих моделей до складніших. З складних моделей ADM1 є найбільш повною моделлю анаеробного бродіння, яка включає в себе кілька етапів опису біохімічних і фізико-хімічних процесів (8 груп бактерій і 11 реакцій, смертність мікроорганізмів, їх розпад, а також вплив pH, іонної та міжфазної рівноваги) [5].

На практиці проектування установок анаеробного бродіння в даний час користуються емпіричними моделями процесів, що базуються на рівняннях мікробної кінетики і теорії хемостата [5]. Найбільший інтерес для інженерних розрахунків представляє модель Чена-Хашимото, яка є модифікованою моделлю Конто [5]. Дана модель описує з деякими допущеннями об'ємну швидкість виходу біогазу залежно від найважливіших параметрів процесу анаеробної

ферментації. В простих математичних моделях процесу метанового бродіння часто використовується підхід, сутність якого полягає в аналізі одного чи декількох процесів перетворення органічної речовини, які лімітують загальну швидкість реакції. Це суттєво спрощує задачу числового пошуку параметрів процесу і, до певної міри, є достатнім для прогнозування виходу біогазу.

Землянка А. А. описав процеси теплообміну та гідродинаміки в циліндричному метантенку з зануреним у нього циліндричним теплообмінником. Кудряшова А. Р. розробила математичну модель процесу нагрівання біомаси з використанням енергії трубчастого електричного нагрівача. Математичне моделювання процесів функціонування каталітичного підігрівача при обігріві біореактору анаеробного бродіння органічних відходів представлено в роботі Сідиганова Ю. М., Є. М. Онучина, А. А. Медякова. Чернишову А. А. належить модель руху флотуємої біомаси.

В зарубіжній літературі відомі наступні роботи по моделюванню процесів гідродинаміки і теплообміну в метантенку. Fleming розробив тривимірну модель процесів гідродинаміки і теплообміну для критих лагун. Grebremedhin розробив одновимірну комплексну модель теплообміну для метантенка ідеального витіснення. На основі цієї моделі Wu і Bibeau розробили тривимірну модель переносу тепла для метантенків, що працюють в холодних кліматичних умовах. Wu і Chen створили тривимірну модель гідродинаміки для метантенків з турбулентним режимом течії органічного субстрату. Результати чисельних досліджень були зіставлені з експериментальними даними, які отримані в лабораторних і дослідно-промислових умовах.

Особливий інтерес представляє моделювання процесів гідродинаміки і теплообміну при перемішуванні. Аналіз проблеми показав, що перемішування органічного субстрату є ключовим параметром підвищення ефективності процесу анаеробної переробки і застосування системи гідравлічного перемішування дозволяє підтримувати найбільш сприятливі гідродинамічні і температурні умови для життєдіяльності метаногенів спільноти бактерій протягом усього технологічного процесу [1,2].

Питання дослідження процесу перемішування присвячені роботи таких вчених як Брагінський Л. Н., Стренк Ф., Шлихтинг Р. та ін [5].

Чисельне моделювання процесів гідродинаміки при механічному перемішуванні в метантенку при ламінарному, перехідному і турбулентному режимах представлено в роботах Horvath A., Jordan C., Harasek M., Maier C., Weichselbaum W. У 2011 р. Mandrea та ін. отримано аналітичне рішення для ламінарного потоку в циліндричному метантеку з механічним перемішуванням і чисельне рішення для ламінарного потоку в метантенку з більш складною геометрією. Вачагіной Є. К. створено математичну модель руху двофазного

газорідинного середовища в циліндричному метантенку біогазової установки з механічним перемішуванням.

Vesvikar і Al-Dahan [5] провели тривимірне, стаціонарне моделювання для визначення картини течії всередині метантенку з барботажним перемішуванням. У цій роботі вперше результати чисельних досліджень були зіставлені з експериментальними даними, що отримані в результаті застосування методу мічених атомів (ізотопних індикаторів). Latha S., Bortman D., Sleing P. розробили тривимірну модель процесу гідродинаміки при турбулентному режимі в метантенку з барботажним перемішуванням.

З метою оптимізації анаеробного процесу рядом авторів розроблені математичні моделі для метантенків з гідравлічним перемішуванням. У роботах Mendoza A. M., Martinez T. M., Montanana V. F. представлені чисельні результати розподілу полів швидкостей в циліндричному метантенку. Моделюванням гідравлічного перемішування в горизонтальних метантенках з верхньою подачею органічної сировини займаються такі вчені як Andrzej G. Chmielewski, Aleksandra Berbeć. Модель гідродинаміки для органічного субстрату з неньютонівськими псевдопластичними властивостями описано в роботі Terashima, Goel, Komatsu. Відмінною особливістю існуючих моделей гідравлічного перемішування є турбулентний режим течії субстрату.

Аналіз розглянутих математичних моделей процесу анаеробного бродіння показує, що врахування гідродинамічних характеристик процесу є необхідною умовою для повного опису процесів в метантенку.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз способів та засобів для перемішування субстрату в метантенках біогазових установок. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10, No 4. 33-37.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методи інтенсифікації процесів метанового бродіння. *Науковий вісник ТДАТУ.* Мелітополь, 2014. Вип.4. Т.1 С. 3-9: сайт. URL: http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf4t1/3.pdf

3. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No.2, b. P.183-188.

4. Скляр А.Г., Скляр Р.В. Анализ показателей для контроля биологического процесса анаэробного разложения. *MOTROL: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2015. Vol.17. No.9, b.P.65-70.

5. Баадер В., Доче Е., Бренндерфер М. Биогаз. Теория и практика. М: Колос, 1982.

УДК 664

ОБРАБОТКА ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ МЕТОДАМ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Корко В.С., к.т.н,
Челомбитько М.А., к.с.х.н.,
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Введение. Нетермические методы обработки/консервации пищевых продуктов интересуют ученых, производителей и потребителей, поскольку они менее энергоемкие, оказывают минимальное воздействие на пищевые и сенсорные свойства продуктов и продлевают срок годности путем ингибирования или уничтожения микроорганизмов. Такие процессы также отвечают отраслевым потребностям, предлагая продукты с добавленной стоимостью, новые рыночные возможности и дополнительную безопасность. Производители, стремящиеся к микробиологической стерилизации продуктов через нетепловые средства, могут выбрать один из нескольких способов, включая высокое давление, ультрафиолетовое облучение, импульсный свет и ультразвуковую обработку в зависимости от требований стерилизации, типа продукта и других технологических условий.

Материалы и методы. Представленный материал является обобщением результатов международных исследований в области нетепловых методов обработки пищевых продуктов и в, частности, метода высокого давления.

Основная часть. Впервые в истории технологию высокого давления (ТВД) использовали для воздействия на микроорганизмы в 1883 г. [1]. Однако эффект высокого гидростатического давления на продукты питания был впервые раскрыт в 1899 г. В.Х. Хайтом и сотрудниками сельскохозяйственной экспериментальной станции Университета Вирджинии, которые использовали давление до 600 МПа в качестве инструмента для сохранения молока и позже в 1914 г. для сохранения овощей и фруктов [2]. В дальнейшем в этом направлении было проведено только несколько работ, и только в середине 1980-х годов были возобновлены исследования в связи с успешным использованием ТВД как метода консервации, альтернативного традиционной термической обработке пищевых продуктов. В 1992 г. впервые в Японии выпустили на рынок продукт, обработанный высоким давлением [3]. В последние годы обработка давлением уже эффективно внедряется в пищевую промышленность. Было проведено много исследований для понимания эффекта технологии ТВД, когда пищевые продукты остаются безопасными, свежими, питательными и инновационными. В настоящее время

проводятся многочисленные исследования по совершенствованию оборудования, успешно продвигается коммерциализация продуктов ТВД и увеличивается потребительский спрос на минимально обработанные, безопасные и высококачественные продукты. ТВД успешно используется в Японии, США и Европе для пастеризации продуктов питания [4, 5, 7, 8, 9].

Основные механизмы, объясняющие поведение продуктов под воздействием высокого давления, включают принцип ЛеШателье, изостатическое прессование и принципы микроскопического упорядочения. Принцип ЛеШателье утверждает, что химическая система в состоянии равновесия испытала бы изменение реакции, сопровождающееся уменьшением объема, когда усиливается давление, и наоборот [4]. Изостатическое прессование (принцип Паскаля) – процесс передачи давления единообразно во всех направлениях. Следующей декомпрессией материал возвращается к своей первоначальной форме. Принцип микроскопического упорядочения гласит, что при постоянной температуре при увеличении давления взаимно увеличивается степень упорядочения молекул вещества. В результате давление, а также температура оказывают антагонистическое воздействие на молекулярную структуру.

Давление от 300 до 800 МПа может снизить порчу продуктов и инактивировать патогенные микроорганизмы. Давление вызывает биохимические реакции в клетке и ее морфологии, ряд изменений в микробной клеточной мембране, которые, в конечном итоге могут привести к микробным инактивациям. Основным местом повреждения давлением являются клеточные мембраны микроорганизмов, которые играют важную роль в функции дыхания. Таким образом, значительное изменение проницаемости мембраны может привести к гибели клетки. Изменения в морфологии клеток включают в себя коллапс межклеточных газовых вакуолей, удлинение аномальной клетки и прекращение движения в случае подвижных микроорганизмов.

Степень достижения микробной инактивации зависит от типа и количества микроорганизмов, величины и продолжительности обработки, температуры и состава суспензионной среды или пищи. В общем, дрожжи и плесени легче инактивируются давлением, чем бактерии, а среди бактерий вегетативные формы более восприимчивы, чем споры. Как правило, увеличение давления увеличивает микробную инактивацию. Однако увеличение времени обработки не обязательно увеличивает показатели микробной смертности. При объединении с другими факторами сохранения, такими как активность воды, pH, температура или противомикробные препараты, действие под давлением может оказывать антагонистическое, аддитивное или синергическое действие. В продуктах с низкой водной активностью, что достигается высоким содержанием сахара, т.е. с высокой концентрацией, снижается чувствительность микроорганизмов к давлению (антагонистический эффект). Низкое значение pH и

использование комбинированных умеренных температур способствуют усилению микробной инактивации при повышенном давлении (синергетический эффект).

С помощью обработки давлением можно оттаивать замороженные продукты, сокращая время, требуемое при тмосферном давлении, что приводит к сохранению цвета и вкуса во фруктах. Обычно оттаивание происходит более медленно, чем замерзание, что потенциально может привести к дальнейшему повреждению образца. Следовательно, замораживание и оттаивание под давлением представляют собой потенциальную область развития, хотя на данный момент опубликованы результаты нескольких предварительных исследований. Типичная промышленная система высокого давления состоит из камеры высокого давления, средства формирования давления, температурного устройства управления и системы обработки материалов [5]. Генерирование высоких давлений в камерах обеспечивается двумя типами процессов сжатия (рисунок 1): прямым (поршневым) или косвенным (насосным).

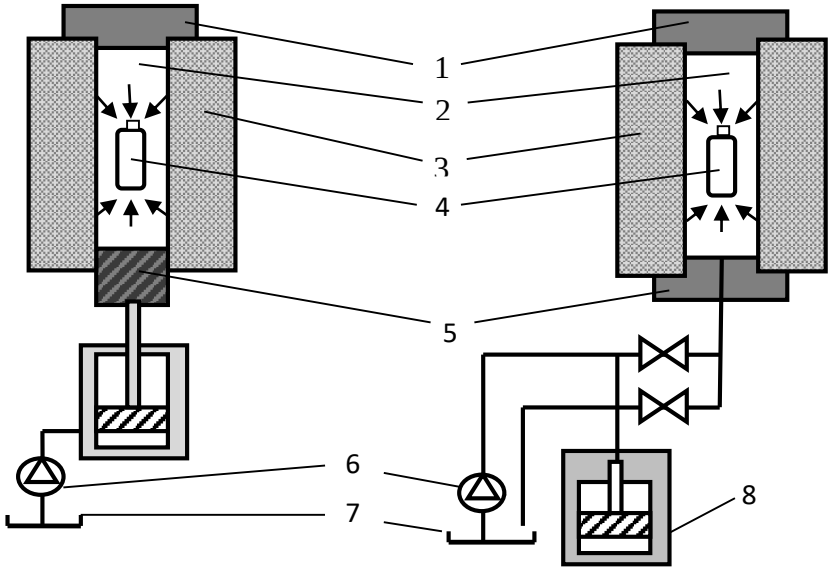


Рис. 1. Схематическое изображение методов обработки высоким давлением путем прямого (а) или косвенного (б) сжатия: 1 – главный клапан, 2 – сжатая среда, 3 – камера высокого давления, 4 – продукт, 5 – поршень, 6 – насос низкого давления, 7 – резервуар, 8 – насос высокого давления.

Метод прямого сжатия (рисунок 1а) использует закрытие клапанов камеры, чтобы действовать как поршень для создания/снятия давления. Происходит уменьшение удельного объема внутри камеры до тех пор, пока желаемое давление будет достигнуто. Хотя прямая система может обеспечить быстрое сжатие, ограничения динамического уплотнения между поршнем и камерой препятствуют применению этой техники в мелкомасштабной лаборатории.

Косвенное сжатие (рисунок 1б) применяют в пищевой промышленности при большом давлении. Используют насос высокого

давления для перекачки по трубам жидкости из резервуара-накопителя в камеру высокого давления. Этот метод более уместен для твердых веществ и высоковязкой жидкой пищи и позволяет снизить давление или сохранить постоянным на требуемый уровень во время обработки в течение нескольких минут.

Предварительно упакованные продукты загружаются в камеру, заполненную жидкостью. В случае жидких пищевых продуктов, например, при переработке соков или молока, пища будет действовать как среда давления. Под давлением камера заполняется жидкой пищей, сжимается, а затем переносится в резервуар для резервирования или непосредственно к линии розлива. Жидкости, передающие давление, используются в камере для мгновенного и равномерного распределения давления продуктов. Этот процесс не зависит от объема, размера и формы продукта и камеры высокого давления. Вязкость жидкости под давлением является одним из факторов, который необходимо учитывать при выборе жидкости. Способность жидкости, передающей давление, не быть агрессивной к материалу внутренней поверхности камеры высокого давления имеет большое значение для предотвращения коррозии во время обработки. Акт сжатия при обработке под высоким давлением повысит температуру как продукта, так и жидкости адиабатически около 3°С на каждые 100 МПа [6].

В большинстве случаев камеру высокого давления изготавливают из стали. Из-за низкого увеличения уровня температуры стали при повышении давления (~0°С/100 МПа), температура камеры после декомпрессии будет ниже, чем в обрабатываемом продукте [7]. Из-за теплообмена между продуктом и стенкой сосуда, детали, находящиеся в контакте со стенкой, будут охлаждаться. В этом состоянии эти части не будут обеспечивать конечную температуру до уровня, достигаемого в центре камеры высокого давления.

При выборе упаковочного материала для обработки высоким давлением, обращают внимание на эластичность, которая должна быть достаточной для передачи давления в обрабатываемый продукт, а также обеспечивать высокую герметичность. Упаковка, используемая для обработки, должна быть способна приспособиться к 15%-ному снижению объема, а затем вернуться к его первоначальному размеру и форме без влияния на герметизирующие свойства. Исходя из этих фактов, полимеры или сополимеры считаются наиболее подходящими для ТВД и обычно используются в качестве упаковочных материалов. Сополимерные упаковочные пленки наиболее приемлемы для ТВД на основе их соответствующих барьерных свойств, прочности на разрыв, паропроницаемости, проницаемости для кислорода, прочности теплового уплотнения и проницаемости аромата.

Заключение. Из рассмотренного вытекают основные преимущества ТВД: повышение качества продуктов питания (сохраняются свежесть продукта, органолептические и питательные свойства); повышение безопасности пищевых продуктов (уничтожает

болезнетворные микроорганизмы; повышение степени удовлетворения потребителей (продлевает срок годности продукта); исключение или снижение потребности в пищевых консервантах (создает природный продукт, без добавок); обеспечение инновации и конкурентных преимуществ (для продуктов, которые не могут быть термически обработаны); более эффективное решение технологических процессов (возможность удалять моллюсков или извлекать мясо ракообразных без кипячения, более высокая производительность, свежий аромат, минимальный ручной труд и т.д.); получение экологически чистой технологии (нужна только оборотная вода и электроэнергия); сокращение времени обработки; низкое потребление энергии.

Для более эффективной инактивации микроорганизмов желательно использовать два и более метода нетермической обработки. Интенсивности обработки, необходимые для инактивации клеток, требуют количественной оценки и стандартизации.

Список литературы

1.Knorr D. Hydrostatic Pressure Treatment of Food: Microbiolog in New Methods of Food Preservation. *Ed New York: Springer*. 1995. P. 159-175.

2.Hite B. H., Gidding N. J., Weakley C. E. Effect of pressure on certain micro-organisms encountered in the preservation of fruits and vegetables. *West Virginia University Agricultural Experiment Station*. 1914. Vol. 146. P. 2–67.

3.Knorr D. Effects of high-hydrostatic-pressure processes on food safety and quality. *Food Technology*. 1993. Vol. 47. P. 156-161.

4.Jaeger H., Reineke K., Schoessler K., Knorr D. Effects of Emerging Processing Technologies on Food Material Properties in Food Materials Science and Engineering. *Ed New York: Wiley-Blackwell*. 2012. P. 222-262.

5.Mertens B. Hydrostatic Pressure Treatment of Food: Equipment and Processing in New Methods of Food Preservation. *Ed New York: Springer*. 1995. P. 135-158.

6.Patazca E., Koutchma T., Balasubramaniam V. Quasi-adiabatic temperature increase during high pressure processing of selected foods. *Journal of Food Engineering*. 2007. Vol. 80. P. 199-205.

7.de Heij W. B., Schepdael L. Van, Moezelaar R., Hoogland H., Matser A. M., van den Berg R. W. High-pressure sterilization: Maximizing the benefits of adiabatic heating. *Food Technology*. 2003. Vol. 57. P. 37-41.

8.Huang H.-W., Hsu C.-P., Yang B. B., Wang C.-Y. Potential utility of high-pressure processing to address the risk of food allergen concerns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014. Vol. 13. P. 78-90.

9.Vetter G., Luft G., Maier S. Design and construction of high-pressure equipment for research and production. *In Industrial Chemistry Library, A. Bertucco and G. Vetter, Eds, ed. Amsterdam: Elsevier*. 2001. P. 141-242.

УДК 631.3.192

ВИДИ ПАЛИВ ОДЕРЖУВАНИХ З РОСЛИННИХ ОЛІЙ ТА ЇХ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Сапунов О.А., магістр
Науковий керівник: Дідур В.А, д.т.н., професор
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Думка про використання рослинних олій як палива для дизельних двигунів належала самому Рудольфу Дизелю [1]. У 1900 р на всесвітній виставці в Парижі продемонстрували розроблений дизель, який працює на арахісовій олії. При подальшому вдосконаленні дизельних двигунів переважне поширення набули моторні палива, одержувані з нафти. Виснаження родовищ корисних копалин і необхідність заміщення не відновлюваних джерел енергії відновлювальними призвело до відродження інтересу до сировинних ресурсів рослинного і тваринного походження.

Сировиною для виробництва моторних палив можуть бути рослинні олії, тваринний жир, відходи лісозаготівлі та лісопереробки, деревина, відходи сільськогосподарського виробництва та харчової промисловості, біогази, водорості та інші морські біоресурси.

В даний час більше 20 країн світу виробляють рідке біопаливо з різної рослинної сировини. Серед цих біопалив - рослинні олії, продукти їх переробки, біоетанол, біометанолбоідіметіловий ефір, метил-трет-бутиловий ефір (біоМТБЕ), синтетичні біопалива, біогаз, біоводень. За інших рівних умов виробництво сировини для спиртових палив вимагає менше орних земель, ніж виробництво палив на основі рослинних олій (рис. 1) [2-5].

Але при цьому фізико-хімічні властивості палив на основі рослинних олій ближче до властивостей стандартного дизельного палива. Тому дизельні двигуни більшою мірою пристосовані до роботи на рослинних маслах і продуктах їх переробки.

Використання рослинних олій в чистому вигляді як палива для дизелів стримується підвищеним нагароутворенням - відкладенням коксу на розпилювачі форсунок та інших деталях, що утворюють камеру згоряння. Збільшенню нагароутворення сприяють смолисті речовини, що знаходяться в рослинних оліях та їх підвищена коксованість.

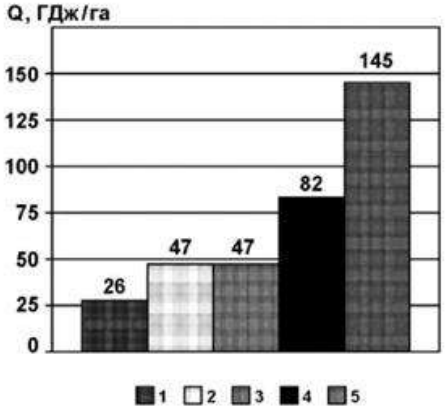


Рис. 1. Середній розрахунковий вихід енергії біопалива з 1 га землі для різних культур за умовами ЄС-15: 1 - соняшник; 2 - ріпак; 3 - пшениця; 4 - картопля; 3 - цукрові буряки [1].

Якщо дизельні палива по ДСТУ 305-82 мають коксованість 10% - ного залишку не перевершує 0,3%, то коксованість більшості рослинних олій зазвичай становить 0,4-0,5% (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості рослинних олій

Фізико-хімічні властивості	Олія							
	рапсова	арахісова	соняш-никова	соєва	пальмова	оливкова	хлопкова	рицинова
Щільність при 20 °С, кг/м^3	916	91 7	923	924	918	914	919	1069
В'язкість кінематична мм^2/с при: 20 °С 40 °С 100 °С	 75,0 36,0 8,1	 81,5 36,5 8,3	 65,2 30,7 7,4	 32,0 7,7	 8,6	 8,4	 7,7	 19,9
Цетанове число	36	37	33	50	49	-	-	-
Кількість повітря, необхідне для згорання 1 кг речовини, кг	12,6	11,2	11,1	-	-	-	-	-
Теплота згорання нища, Н, МДж/кг	37,3	37,0	37,0	37,0	37,1	-	-	-
Температура самосполахування, °С	318	-	320	318	315	285	316	296
Температура застигання, °С	-20	-	-16	-12	+30	-12	-18	-27
Вміст сіри, %	0,002	-	-	-	-	-	-	-

Вміст за масою, % С Н О	 78,0 10.0 2,0	 78,0 12,3 9,7	-	-	-	-	-	-
Кислотність, мг КОН /100 мл палива	4,66	-	2,14	0,03	0,17	5,90	0,23	0,19
Коксуемість 10%-ого залишку, не більше	0,40	-	0,51	0,44	-	0,20	0,23	-

Для зниження коксуємості рослинних олій необхідне їх очищення від смолистих речовин, а також заходи, що знижують коксоутворення в умовах камери згоряння дизеля (періодична робота на високофорсованних режимах, періодична подача емульсій через розпилючі отвори та ін.).

Смолоутворення залежить перш за все, від присутності в складі рослинних олій нестійких ненасичених органічних кислот, які при контактуванні з киснем повітря утворюють високомолекулярні продукти окислення - смоли.

Зі збільшенням вмісту смол в рослинних оліях, як правило, збільшується і їх кислотність. Підвищена кислотність палив викликає корозію деталей системи подачі палива і двигуна в цілому[6]. Кислотність більшості рослинних олій не перевищує кислотності дизельних палив по ДСТУ 305-82 та дорівнює 5 одиницям. Тому корозійна агресивність рослинних олій порівняно невисока і знаходиться на рівні, властивому стандартним ДП.

Недоліком рослинних олій є низька температура їх застигання, що обумовлена, головним чином, ненасиченими жирними кислотами.

Список літератури.

1. Девянин С. Н., Марков В. А., Семенов В. Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. Х.: Новое слово, 2007. 452 с.

2. Mayer M. Der Traun vin Rugolf Diesel wirt wahr. Schwizer Landtechnik. 1997. I.59. № 2.-P.16-19.

3. Didur V., Tkachenko V., Tkachenko A., Didur V., Aseyev A. Modeling of the process of oilseed meat cooking in a multi-vat cooker during processing of oil raw materials. Eastern-European journal of enterprise technologies. 3/8 (87) 2017. P.46-54.

4. Кюрчев В.М. Альтернативне паливо для енергетики АПК: навч. посібник/ В.М. Кюрчев, В.А. Дідур, Л.І. Грачова; під ред. В.А. Дідура. Київ, 2011. 450 с.

5. Дидур В.А., Иванов В.П., Стручаев Н.И. Альтернативные источники энергии Альтернативные источники энергии. М.: Промышленная енергетика №4, 2004. С.54–55

УДК 727.57

СОЗДАНИЕ ТЕХНОПАРКОВ КАК ОРГАНИЗАЦИИ СУБЪЕКТОВ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дереза Е.А.[1], к.т.н.,
Бондаренко В.А., магистр,
Научный руководитель: Г.Н. Черкасов, доктор архитектуры, проф.
[1]*Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, м. Мелитополь, Украина.*

Важной составляющей освоения территории любой страны является уровень развития инфраструктуры. От территориальной организации инфраструктуры, густоты транспортной сети, ее технического состояния, направления железных дорог и автомобильных дорог зависят особенности территориальной организации АПК и регулярность связей между его основными звеньями.

В Украине сельское хозяйство уступает промышленности, как по плотности размещения основных производственных фондов, так и по объему производства товарной продукции, в стране преобладает промышленно-сельскохозяйственный тип освоения территории [1].

Для реализации инновационных проектов в АПК необходима техническая база. В качестве современного комплекса, в котором объединены научно-исследовательские институты, объекты индустрии, деловые центры, выставочные площадки, учебные заведения, выступают технопарки.

Технопарки являются важным элементом современной мировой экономики. Здесь ведется разработка и внедрение наукоемких технологий. Международная ассоциация технологических парков характеризует их как структуры, которые создаются, в основном, на базе высших учебных заведений или НИИ для использования научного потенциала данных вузов [2].

Однако в научных исследованиях по развитию технопарков недостаточно рассмотрены вопросы проектирования и создания данных и аналогичных структур в различных природно-климатических условиях, в том числе в Украине. В юго-восточном направлении находится очень тёплая засушливая зона, а вся южная часть страны размещена в умеренно жаркой засушливой зоне. Это необходимо учитывать при проектировании офисных зданий, зон отдыха, зеленых насаждений.

В Украине особое внимание должно уделяться формированию и развитию инновационной инфраструктуры, в том числе и в АПК.

Одним из решений развития является создания технопарков, выявление особенностей их формирования и создания.

Определить технические возможности проектирования и моделирования данных комплексов. Процесс формирования каждого парка индивидуален, необходимо тщательное планирование, предварительные исследования, обоснования и прогнозы.

Университетский технопарк наиболее распространенный. В нем реализуется партнерство университетов с предприятиями (сельского хозяйства, промышленными) [2]. Они открыты для студентов и аспирантов, размещаются недалеко от университетов, что дает возможность будущим специалистам активно участвовать в деятельности этих технопарков.

Такие технопарки позволят повысить приток молодых квалифицированных специалистов в сельскую местность и развивать социальную инфраструктуру за счет освоения научно-технических достижений. Инновационный технопарк состоит из производственных зданий. В их состав входят различные лаборатории, цеха, офисные, инженерные и обслуживающие помещения.

Предлагается организовать научно-развлекательный кластер, где в основной части проектированных объектов организована научная деятельность. Проектное предложение по созданию технопарка включает в себя такие направления (рис. 1):

- научная деятельность;
- конструкторская деятельность;
- производственная деятельность;
- коммуникативная деятельность.

Рис. 1. Структурная схема технопарка

Развитие компьютерных технологий предоставило новые средства выражения, в свою очередь оказало большое влияние на проектирование. Под компьютерными технологиями, в данном случае, имеются в виду графические редакторы: векторные и растровые, а также редакторы 3D графики. Проектирование подобных помещений и всего парка осуществляется с помощью современных компьютерных программ. Поскольку речь идет о зданиях и сооружениях, наиболее популярны программы для трехмерного проектирования и 3D визуализации [5, 6].

SketchUp – это программное обеспечение уровня "премиум" для проектирования в 3D, которое позволяет выполнять 3D-моделирование относительно простых трёхмерных объектов — строений, мебели, интерьера.

AutoCAD, КОМПАС – двух- и трёхмерные системы автоматизированного проектирования и черчения, специализированные приложения на его основе используются в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности.

ARCHICAD – программный пакет для архитекторов, основанный на технологии информационного моделирования (Building Information Modeling – BIM). Предназначен для проектирования архитектурно-строительных конструкций и решений, а также элементов ландшафта. Проект ARCHICAD представляет виртуальную модель реального здания, существующую в памяти компьютера. Для её выполнения проектировщик на начальных этапах работы с проектом фактически «строит» здание, используя при этом инструменты, имеющие свои полные аналоги в реальности. Завершив этап моделирования, пользователь может извлечь из «виртуального здания» все необходимые данные для создания проектной документации: планы этажей, фасады, разрезы, экспликации, спецификации, визуализации и пр.

Используя данные программы, проектировщик создает пакет графических (Рис. 2) и текстовых документов.

Lumion – программа для визуализаторов, дизайнеров интерьера, моушн - дизайнеров, 3д художников. Это презентационная программа для осуществления финальных этапов работы над проектом и 3D-рендеринга.

Adobe Photoshop – самый популярный графический редактор, предназначенный для постобработки изображений проекта.

Каждая программа - уникальная в своем роде, у каждой есть свои особые, отличные и характерные только для нее черты. Каждый должен подбирать программу для себя, исходя из своих вкусов, возможностей и будущих планов наряду с умением творить и свободно владеть карандашом, кистью и другими средствами рисования для создания

набросков. Потом переносить свои эскизы в графические программы [6].

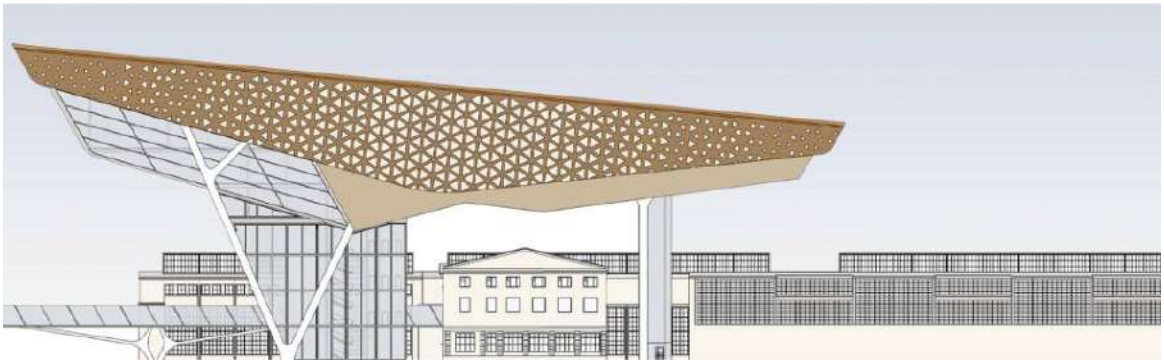


Рис. 2. Проект концепта инновационного технопарка

Трехмерные модели могут быть использованы как в рекламных целях, так и в качестве материала для пространственного анализа и контроля всех составных элементов Вашего проекта, а также для создания прототипов изделий и создание объемной анимации. Модель дает возможность оценки физических и технических особенностей изделия еще до создания в оригинальном размере, материалах и комплектации.

Наличие 3D модели проекта дает возможность наиболее качественно представить Ваш продукт. Это возможность уже сейчас посмотреть продукт, который до этого существовал только на чертежах, описаниях, в представлениях. Вы сможете увидеть, и показать Вашим потенциальным клиентам форму, цвет, фактуру предметов, направление и движение механизмов. Визуализация проекта представлена на рисунке 3.

На основе 3D-модели, с помощью технологий быстрого прототипирования (3D-печать, фрезерование, литье силиконовых форм и под.), составляется реалистичный прототип (образец) будущего изделия. Для видео 3D модель бывает незаменимой, получаемые кадры идеальны с любого ракурса. 3D модель необходима, чтобы показать ее содержимое, детали и особенности строения, где и как можно использовать, как лучше размещать здания, оборудование, зоны отдыха [4].

В Украине уже создана система технологических парков, деятельность которой может служить одним из примеров успешной реализации государственной инновационной политики. На сегодня в Украине уже зарегистрировано 12 технопарков. Краткий анализ процесса становления в Украине этих инновационных структур свидетельствует о снижении на сегодня динамики их развития и функционирования, хотя практика работы технопарков в течение

последних лет подтверждает их целесообразность и эффективность в активизации инновационной деятельности [8].

Рис. 3. Визуализация проекта концепта инновационного технопарка

Создание технопарков является современным инструментом развития инновационной деятельности региона. Экономический рост передовых стран и их отдельных регионов уже давно базируется на использовании технопарков – эффективной форме интеграции науки, образования и производства.

Выводы. Таким образом, реализация проекта технопарка является продолжением инновационной модели развития региона и обеспечивает:

- развитие малого предпринимательства;

- решение социально-экономических задач и повышение уровня жизни населения;

- повышение уровня образованности и увеличение доли высококвалифицированных и высокооплачиваемых рабочих мест в общей структуре занятости населения.

Список литературы

1. Условия и факторы развития и размещения отраслей АПК Украины. URL: https://moregeo.com/index/post/id/82 (дата звернення: 20.04.2020).

2. Нагаева З. С., Третьякова Т. С. Мировой опыт создания технопарков. *Региональные проблемы архитектуры и градостроительства. Сб. науч. трудов*, г. Одесса : "Астропринт", 2013. Вып. 11-12. С. 132-139.

3. Технопарк. URL: https://sun9-65.userapi.com/c855616/v855616676/1b2326/hIgvoHk-vM8.jpg (дата звернення: 18.04.2020).

4. 3D-моделювання місцевості та об'єктів. URL: https://skb25.com.ua/services/3d-modeli-mestnosti-i-obektov/ (дата звернення: 18.04.2020).

5. Дереза О.О., Мовчан С.І., Дереза С.В. Сучасні комп'ютерні технології у підготовці майбутніх інженерів АПК. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції : зб. наук. праць міжнар. наук.-практ. конф.* Ч.2 (20-21 берез. 2019 р., м. Кам'янець-Подільський), Тернопіль: Крок, 2019. С. 24-26.

6. Адоньєв Є.О., Дереза О.О., Носова Н.В. Сучасні засоби створення дизайн-проекту. *Науковий вісник будівництва.* 2016. №2 (84). С. 139-143.

7. Дереза О.О., Коломієць С.М. Тривимірне моделювання деталей машин в машинобудуванні. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. Ч.1. С. 27-30.

8. Лошак М. В., Кавецький В. В. Технопарки в Україні та динаміка їх розвитку. *XLVIII Наук.-техн. конф. факультету менеджменту та інформаційної безпеки*. URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fm/index/pages/view/zbirn2019 (дата звернення: 21.04. 2019).

9. Семиноженко В. Технологічні парки України: досвід інноваційної економіки. *Краєзнавство. Географія. Туризм*. 2015. № 7. С. 8-11.

УДК 631.3–192:662.63

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Данюк К.О., магістр,
Науковий керівник: Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

На сучасному етапі розвитку агропромисловий сектор України є однією з найважливіших ланок економічних систем більшості країн світу з ринковою економікою. Він розвивається в умовах високої енергетичної забезпеченості, застосування широкого спектра агротехнічних прийомів, екологізації на основі використання сучасних енерго- та природозберігаючих технологій, методів і способів меліорації та хімізації [1-3].

Агропромисловий комплекс України — сукупність галузей національної економіки, що охоплює сільське та рибне господарство, харчову промисловість і перероблення сільськогосподарської продукції, їх матеріально-технічне та фінансове забезпечення [4]. Сільське господарство — це одна з провідних галузей економіки України, яка має значні природні конкурентні переваги. Значному розвитку сільського господарства ми зобов'язані, передусім, багатому природному ресурсу: сприятливому ґрунту. Більшість країн світу не володіють і десятою частиною того, що є у нас. Сукупна площа українських чорноземів дорівнює площі Великобританії [5]. Сільське господарство як галузь має ряд особливостей, які у значній мірі визначають результати діяльності аграрних підприємств. Серед них:

— засобами виробництва тут є живі організми

— рослини і тварини, які розвиваються відповідно до біологічних законів. Тому в сільському господарстві дія економічних законів тісно переплітається з дією законів природи;

— основним засобом виробництва є земля вона безпосередньо пов'язана з процесом праці та виробництвом продукції. Її якісні та кількісні характеристики мають прямий вплив на результат діяльності суб'єкта господарювання;

— природні умови мають значний вплив на діяльність сільськогосподарських підприємств і в результаті потрібно володіти знач# ним обсягом інформації для зменшення ризиків та невизначеності у процесі виробництва продукції;

— для виробництва сільськогосподарської продукції використовують територіальні ресурси, що в свою чергу, потребує

великої кількості перевезень техніки, матеріалів (насіння, паливо, добрива) і продукції (картопля, буряки, зерно);

— "Продукція заради нової продукції" — у сільському господарстві отримані результати праці мають місце для створення нових засобів виробництва;

— існує часова затримка між робочим пер# іодом та періодом виробництва, останній може бути виконаним лише за умови відповідного впливу природних факторів та безпосередньої участі людей (оранка, догляд, збирання врожаю);

— як результат вищенаписаного, виникає сезонність виробництва, що передбачає зміни в організації праці, ефективного використання трудових ресурсів;

— важливою складовою виробництва в аграрних підприємствах є водні ресурси, її відсутність у необхідній кількості в певних регіонах призводить до впливу на вартість продукції;

— транспортування засобів праці потребує значних енергетичних та грошових витрат [6,7].

Виробнича база агропромислової сфери спирається на розгалужену інфраструктурну мережу та систему науково-дослідного забезпечення її розвитку.

Шляхи розвитку агропромислового сектору України передбачають збалансовані та взаємозв'язані структурні перебудови усіх його галузей, максимальне впровадження у виробництво найважливіших досягнень науково-технічного прогресу, світового досвіду, найбільш прогресивних форм економіки і організації виробництва на основі першочергового розв'язання актуальних проблем: перерозподіл землі та майна, включаючи поглиблення відносин власності на землю та запровадження механізмів реалізації права на власність; приватизація переробних підприємств; реструктуризація підприємств та форм господарювання; розвиток кооперації; впровадження ринкових методів господарювання – менеджменту та маркетингу; державне регулювання аграрної економіки шляхом ефективнішого використання цінових важелів, фінансово-кредитної і податкової систем; розвиток ринків сільськогосподарської продукції, матеріально-технічних ресурсів та послуг; інтенсифікація і диверсифікація зовнішньоекономічної діяльності тощо.

Агропромисловий комплекс створює близько 12,1% валової доданої вартості держави й є одним з основних бюджетоформуючих секторів національної економіки. Питання розробки комплексної системи раціональних заходів щодо ефективного здійснення сільськогосподарської діяльності може бути вирішеним завдяки стратегічному маркетингу.

Достатньо проаналізувати ринок сільського господарства та відповідно до результатів надати маркетингову програму, у якій будуть зазначенні місія, цілі, завдання, а також інструменти маркетингу, що використовуватимуться для їх реалізації.

Пріоритетність розвитку агропромислового сектору України і його провідних галузей дає можливість забезпечити населення продовольчими товарами, промисловість – сировиною, а зовнішню торгівлю – експортними товарами. Окрім стабільного забезпечення населення країни якісним, безпечним, доступним продовольством, аграрний сектор України безперечно спроможний на вагомий внесок у забезпечення світової продовольчої безпеки.

Подальше входження до світового економічного простору, посилення процесів глобалізації, лібералізації торгівлі вимагають адаптації до нових та постійно змінних умов, а відповідно – подальшого удосконалення аграрної політики. Український аграрний сектор з потенціалом виробництва, що значно перевищує потреби внутрішнього ринку, є ланкою, що з одного боку може стати локомотивом розвитку національної економіки та її ефективної інтеграції в світовий економічний простір, а з іншого – зростання доходів, задіяного в аграрній економіці сільського населення, що складає понад третину всього населення країни, дати мультиплікативний ефект у розвитку інших галузей національної економіки.

Відчутні результати з диверсифікації аграрного експорту: Україна стрімко відкриває для сільськогосподарських товаровиробників нові міжнародні ринки. Парафовано Угоду про вільну торгівлю з Канадою, Єгиптом, Ізраїлем. Китай у 2015 році був одним із найбільших імпортерів української аграрної та продовольчої продукції. За 10 місяців 2015 року експортували до КНР продукції на 1,1 млрд дол. США, що в 2,3 рази більше, ніж за аналогічний період попереднього року. Україна постійно розширює географію експорту аграрної продукції, нарощуючи темпи та обсяги поставок на зовнішні ринки. В останні роки вона вийшла на ринки Японії, Тайваню, Швейцарії, Об'єднаних Арабських Еміратів та Південно Африканської Республіки. Також підвищується експорт аграрної продукції до країн ЄС.

Аграрний комплекс України залишається одним із ключових наповнювачів бюджету. Як результат, сільське господарство залишається однією із основних експортних галузей України. В Україні спостерігається позитивна динаміка зовнішньої торгівлі, особливо в частині експорту.

Високий рівень аграрного виробництва відкриває можливості перед вітчизняним виробником для того, щоб нарощувати експорт сільськогосподарської продукції. На сьогодні експортується 98% насіння ріпаку, 90% соняшникової олії, понад 50% кукурудзи та сої. В

останні роки Україна вийшла на передові позиції по експорту у світі, це стосується соняшникової олії (1 місце) та зерна: кукурудзи (3 місце), ячменю (4 місце) та пшениці (6 місце) [7].

Ринок сільського господарства України є пріоритетним у розвитку економіки, становить найбільшу частку в експорті країни, а також має найбільший приріст порівняно з іншими галузями. Для вдосконалення діяльності ринку та створення потужного агропромислового комплексу, який продукує готову експортовану продукцію слід провести низку заходів у законодавстві України, підтримувати розвиток малих та середніх сільськогосподарських підприємств, використовувати програмний метод в аграрній політиці, здійснювати впровадження іноземного досвіду розбудови іннова ційного ринку сільського господарства, раціонально використовувати земельні ресурси. Перелічені вище кроки забезпечать формування конкурентоспроможної сільськогосподарської галузі України.

Список літератури.

1. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК».* 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

2. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК».* 2014. Вип.196, ч.1. С. 239–245.

3. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК.* 2015. Вип.212, ч.1. С. 275–283.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. - Вип. 13. Т.3. С.110-118.

5. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

6. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. *Вісник ХНТУСГ імені П. Василенка*. 2009. Вип.89. С. 106–111.

7. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko.* Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

УДК 338.432:330.341.1

СФЕРИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТА АГРОЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Болтянська Н.І., к.т.н.,
Болтянський О.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Сучасний стан вітчизняних сільськогосподарських підприємств характеризується високою варіативністю значення показників ефективності виробництва за роками, переважанням застарілих технологій і, як наслідок, – низькою фінансовою стабільністю. Саме тому безперервне оновлення виробництва на базі освоєння досягнень науки і техніки є ключовим фактором зростання та підвищення ефективності функціонування господарюючих суб'єктів. В сучасних умовах інноваційний шлях розвитку сільського господарства має три взаємопов'язані та взаємообумовлені напрями:

1. Інвестиції в людський капітал, що можливо лише при пріоритетному розвитку освіти, фундаментальних і прикладних науково-дослідних організацій, створення банку даних з інновацій, а також інформаційно-консультаційної системи, обслуговуючої сільськогосподарських товаровиробників;

2. Інвестиції в розвиток біологічних ресурсів, на основі розробок та освоєння нововведень, які забезпечують підвищення родючості ґрунту, зростання врожайності сільськогосподарських культур і продуктивності сільськогосподарських тварин;

3. Інвестиції в розробку технологій, що забезпечують удосконалення техніко-технологічного потенціалу сільського господарства на основі застосування енерго - і ресурсозберігаючої техніки і наукомістких технологій, що дозволяють різко підвищити продуктивність праці та ефективність сільськогосподарської діяльності. Саме через технологічну модернізацію галузі, що базується на новій техніці, представляється можливим подолати багато негативних чинників у сільськогосподарському виробництві: невисокий рівень продуктивності праці (у 8-10 разів нижча, ніж в економічно розвинених країнах), майже вдвічі поступається середньосвітовими показниками продуктивності рослинництва і тваринництва, низький рівень використання природно-ландшафтних, матеріально-технічних, трудових і фінансових ресурсів [1-5].

В цілому ж глобальне сільське господарство знаходиться на шляху досягнення основних цілей, які ставить перед ним формування стійкої

та ефективної соціально-регульованої економіки. Практика повинна позитивно вирішити питання, яке було поставлено ще два з половиною століття тому англійським філософом Томасом Мальтусом, який стверджував, що зростання виробництва харчової продукції неминуче обмежене фізичною доступністю необхідних для цього природних ресурсів, в той час як зростання чисельності населення відбувається у геометричній прогресії. Порушення харчового та демографічного балансів, дійсно, багато десятиліть було основною проблемою більшості країн світу. Однак сучасне сільське господарство, з його перевагами, тенденціями та перспективами агроекономічного зростання спростовує цей песимістичний висновок знаменитого філософа в області тоді ще нерозвиненої економіки [7-9].

Тому в найближчій перспективі необхідна модернізація сільського господарства, заснована на інноваційному розвитку. Хоча в останні десятиліття сільське господарство країни домоглося істотного зростання продуктивності праці, тим не менш, у даний час виявилася тенденція до зниження темпів цього зростання, тим більше, що він був досягнутий за рахунок збільшення навантаження на природні ресурси і навколишнє середовище, що посилює ризик для якості ґрунтів в результаті зниження рівня органічних речовин і сильної ерозії [10].

У цій ситуації необхідна нова модель агроекономічного зростання – конкурентоспроможне і стійке зростання виробництва продуктів харчування, кормів, біомаси. Для досягнення цієї мети необхідна ефективна інтеграція виробничих стадій в аграрному секторі, що знизить поствиробничі втрати. Зростання обсягів виробництва повинне поєднуватися з поліпшенням економічної віддачі для тих первинних виробників, чия частка доданої вартості в харчовому ланцюзі скоротилася за останнє десятиліття. Без підвищення рентабельності господарства досягнення екологічної стійкості стає неможливим.

В даний час можна виділити чотири основні сфери для інноваційного розвитку та агроекономічного зростання: селекційно-генетична, виробничо-технологічна, організаційно-управлінська і соціо-екологічна (рис. 1).

Для досягнення стійкого зростання продуктивності сільського господарства, використання природних ресурсів повинно здійснюватися у відповідності з екологічними вимогами. Особливо це важливо по відношенню до земельних ресурсів, оскільки саме там будуть з'являтися успішність переходу до більш стійкої моделі виробництва. Земля є основним ресурсом для сільськогосподарського виробництва, тому раціональне використання землекористування має пряме відношення до якості та кількості водних ресурсів, біорізноманіття та забезпечення екосистемних послуг.

Рис. 1. Сфери інноваційного розвитку та агроекономічного зростання АПК

Крім того, важливо усвідомити, що зі зміною клімату ґрунт виступає як особливо уразливий природний ресурс; функції ґрунтів, у тому числі їх родюча стабільність, кругообіг води, буферної ємності поживних речовин в них і біотичної цілісності основних параметрів продуктивності землі стають ризиковими чинниками. Правильне управління в цій галузі повинне запобігти погіршенню якості і ерозії ґрунтів, сприяти адаптації до зміни клімату і пом'якшення його наслідків [7]. Сучасне агроекономічне зростання ґрунтується на встановленні прямого зв'язку між останніми науково-технічними досягненнями і зацікавленими в них сторонами, включаючи фермерів, бізнес, промисловість. Це допоможе перетворити результати досліджень у реальні інновації, швидше впроваджувати інновації в практику, забезпечити систематичний зворотний зв'язок з практикою в науковому світі. Зростає роль фермерів у механізмі реалізації сучасного агроекономічного зростання – в міру реалізації їх виробничого, економічного та соціального потенціалу. Зміни в потребах користувачів безпечних, здорових і якісних продуктів харчування демонструють зростаючу важливість місцевого ринку. А постійно зростаючий ринок для продуктів харчування, кормів і біоматеріалів забезпечує економічний розвиток та можливості працевлаштування в соціальній сфері.

Причиною несприятливої інвестиційної ситуації для сільського господарства є низька прибутковість більшості сільськогосподарських товаровиробників. Економіка більшості сільськогосподарських товаровиробників така, що не дозволяє їм здійснювати не лише розширене, але й просте відтворення, використовувати економічні

стимули, що надаються державою. Ресурси для інноваційної діяльності значно менше, ніж це потрібно для розвитку сільського господарства.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. С. 36-39.

2. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

3. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково–технічної конференції «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54–55.

4. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

5. Болтянська Н.І. Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. *Інженерія природокористування*. 2018. №1(9). С. 57–61.

6. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko.* Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

7. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa,* 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

8. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK.* Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

9. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes".* Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

10. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. *Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition.* Melitopol. 2016. Vol. 6. Vol. 1.55-64.

УДК 633.491: 631.171

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В УКРАИНЕ В КОНТЕКСТЕ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Серая Е.М., к.т.н.
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

Постановка проблемы. В 2015 г. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций приняла резолюцию №70/1 о Глобальных целях устойчивого развития до 2030 года. Только спустя 4 года вышел Указ президента Украины от 30.09.2019 №722/2019 о Целях устойчивого развития в Украине на период до 2030 г. [1]. Цели ООН были приняты как основной ориентир для сбалансированного обеспечения экономического, социального и экологического развития Украины в глобальном измерении, а также критерием для определения направлений научных исследований.

Картофель занимает уникальное место в сельском хозяйстве Украины. Отличительной особенностью от прочих культур является то, что 98% картофеля выращивается в домохозяйствах населения. Сельскохозяйственные предприятия всех форм собственности выращивают менее 2%.

Таблица 1.

Посевная площадь под картофелем, тыс. га [2]

Год	**2005**	**2010**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
С.-х. предприятия	16,6	28,7	30,0	23,0	22,4	17,8	16,0	16,1
Домохозяйства населения	1497,3	1379,7	1318,2	1268,2	1289,8	1305,4	1302,6	1292,8

Из таблицы 1 видим, что площади под картофелем мало изменяются на протяжении десятилетий. Вероятно, тенденция сохранится. Цель данного исследования – провести анализ и выявить состояние механизации возделывания картофеля в Украине в контексте Глобальных целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций:

Цель 1: Ликвидация нищеты

Цель 2: Ликвидация голода

Цель 3: Обеспечение здорового образа жизни.

Основные материалы исследования. Глобальной целью №1 ООН является *«Ликвидация нищеты во всех ее формах»*. Государственная служба статистики насчитывает в Украине 4,6 миллиона (частных) домохозяйств, которые выращивают около 20269 тысяч тонн картофеля в год. На рис.1 представлен анализ наличия техники домохозяйствами Украины в 2019 г. [3].

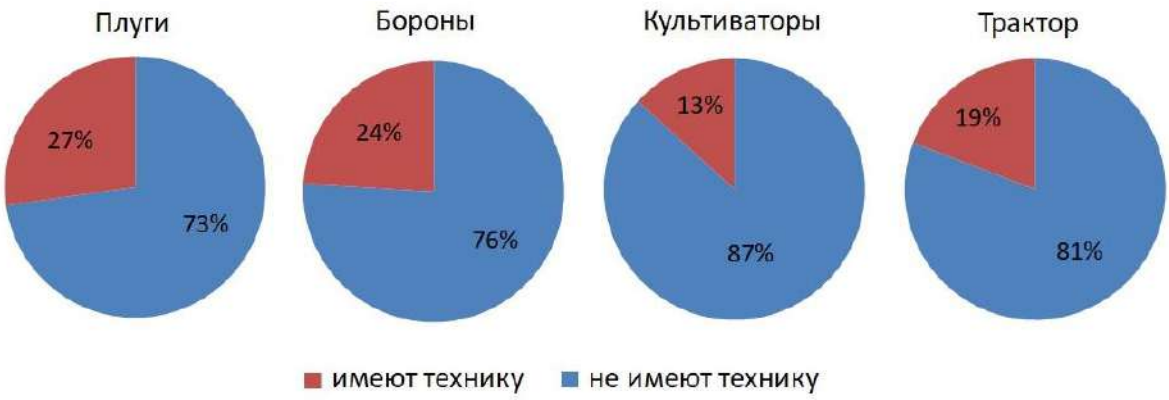


Рис. 1. Часть домохозяйств, которые имеют с.-х. технику, от общей численности домохозяйств в 2019 г.

В среднем сельскохозяйственной техникой владеют 1 из 5 домохозяйств. Таким образом, логично предположить, что около 3 миллионов семей обрабатывает вручную сотни тысяч гектар под картофелем. В контексте преодоления бедности, механизация сельскохозяйственных процессов является основным фактором роста производительности и эффективности труда, позволяет применять прогрессивные технологии, улучшить условия труда.

Цель 2: «Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства» подразумевает создание устойчивых схем производства продуктов питания и внедрение методов ведения сельского хозяйства, которые позволяют повысить объемы производства.

В 2019 г. импорт картофеля в Украину составил рекордные 250 тысяч тонн. Таким образом, собственного сельскохозяйственного производства не достаточно для обеспечения населения при среднем потреблении 139 кг картофеля в год на человека.

Рассмотрим урожайность картофеля в разных странах (рис.2) по данным ФАО ООН [4].

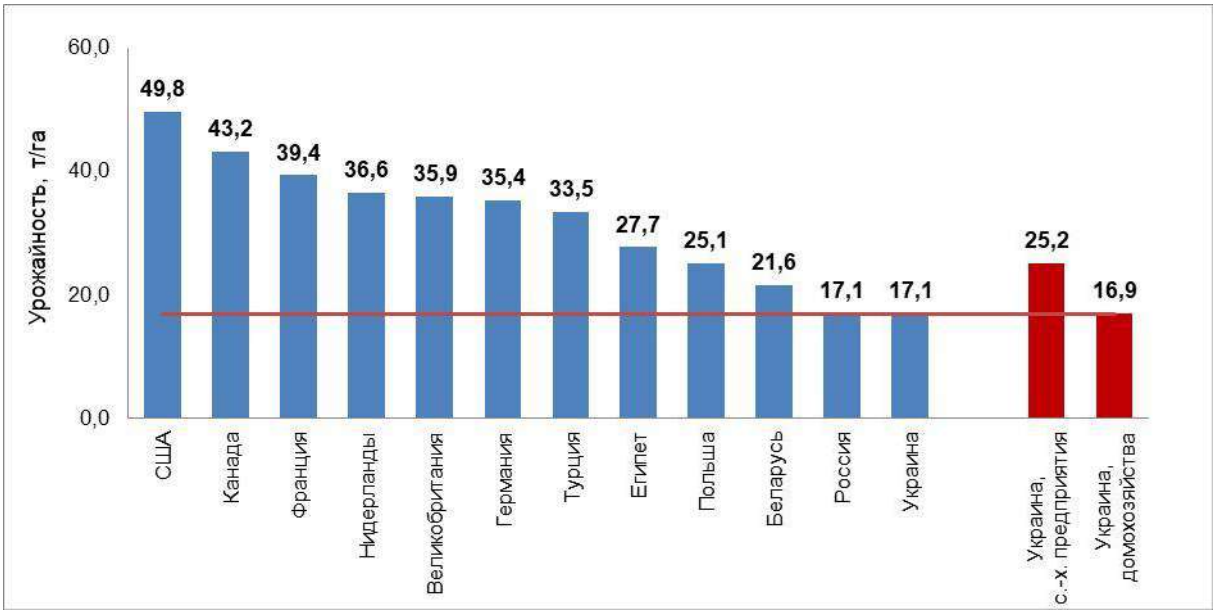


Рис. 2. Средняя урожайность картофеля в 2018 г.

Средняя урожайность картофеля в 2018 г. в домохозяйствах Украины составила 16,9 т/га, у сельскохозяйственных предприятий – 25,2 т/га. В тоже время, например, в США урожайность 49,8 т/га, в Германии 35,4 т/га, в Турции – 33,5 т/га. Теоретически Украина может получить в 2-3 раза больше продукции, но фактически до тех пор, пока возделывание картофеля осуществляется вручную без сельскохозяйственных машин и орудий, производительность и урожайность не изменятся.

Цель 3: «Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте» является важной составляющей устойчивого развития страны. На рис. 3 представлены результаты опроса домохозяйств по способам обработки земельных участков [3].

Вручную обрабатывают земельные участки 10% от генеральной совокупности, в пересчете на количество это 469 тысяч домохозяйств. Следует отметить, что в 2019 году около полумиллиона респондентов используют лошадей и волов для ведения сельского хозяйства. И вручную, и трактором работают 2,7 миллионов семей. Обеспечение здорового образа жизни и замещение тяжелых ручных сельскохозяйственных работ миллионов украинцев средствами механизации является прямой обязанностью государства.

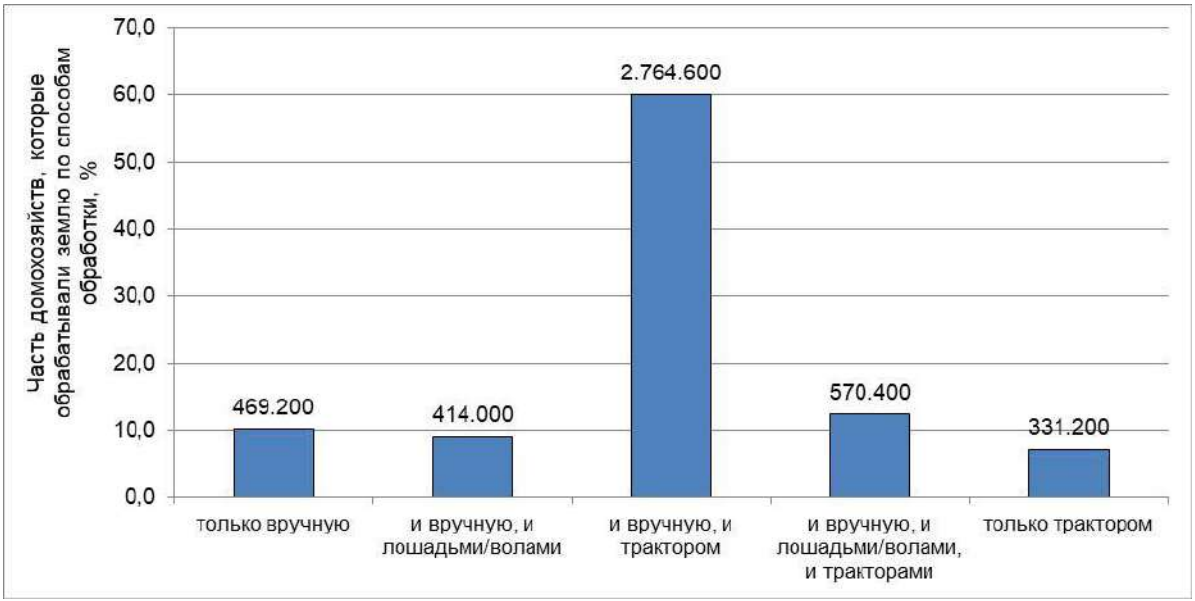


Рис. 3. Распределение количества домохозяйств по способам обработки земли

Выводы. На основании информации Государственной службы статистики домохозяйства в Украине выращивают 98% картофеля. Фактически сельскохозяйственной техникой владеют 1 из 5 домохозяйств, поэтом логично предположить, что около миллиона гектаров площадей под картофель возделывается вручную. В 2019 г. валовой сбор картофеля составил 20.269.000.000,0 кг – вручную. Тенденция остается неизменной на протяжении последних десятилетий. Замещение тяжелого ручного труда средствами механизации является актуальной задачей, которая будет иметь влияние на 4,6 миллионов семей. Для достижения целей устойчивого развития ООН в Украине следует провести комплексное исследование рассмотренной проблемы.

Список литературы

1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30 вересня 2019 р. №722/2019 // *Урядовий кур'єр.* 2019. 2 жовтня. № 188.

2. Рослинництво України: Статистичний збірник: 2018 / Відп. за вип. О. Прокопенко. К.: *Державна служба статистики України*, 2019. С. 26-27.

3. FAOSTAT: Crops // Food and Agricultural organization of the United nations. 2020. URL: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (дата звернення: 15.04.2019).

4. Основні сільськогосподарські характеристики домогосподарств у сільській місцевості в 2019 році: Статистична інформація. К.: *Державна служба статистики України*, 2020. С. 12-13.

УДК 004.9

МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ

Водяницький І.О., студент,
Дереза О.О., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Успіхи, досягнуті в останні роки у сфері використання обчислювальної техніки, математичного моделювання і методів оптимізації, відкриває нові можливості для здійснення високоефективної автоматизації проектно-конструкторських робіт і прискорення на цій основі науково-технічного прогресу в різних галузях науки і техніки.

Разом зі зростанням можливостей комп'ютерів для виконання наукових та інженерних досліджень зростають і проблеми, пов'язані з їх створенням та застосуванням. Викладачі технічних дисциплін зобов'язані враховувати у своїй діяльності всі науково-технічні досягнення в цій галузі з метою забезпечення належного рівня знань і навичок студентів, адекватного потребам сфери матеріального виробництва і комерційного ринку [1].

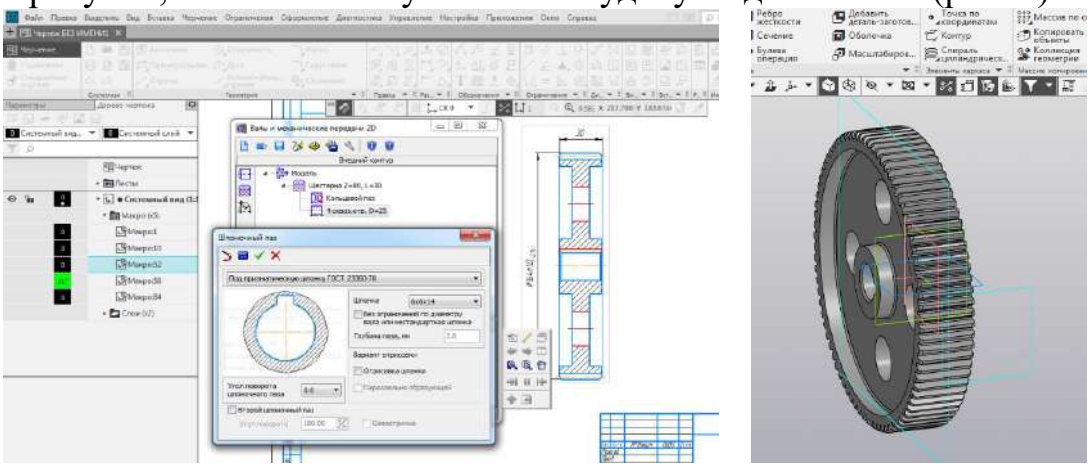
Основні матеріали дослідження. Сучасні технології розробки машин і механізмів передбачають обов'язкове тривимірне моделювання їх деталей. Це дозволяє не тільки провести візуалізацію, але також швидко і з високим ступенем точності визначити самі різні параметри і характеристики виробів. На основі тривимірних моделей створюються різні види креслень, так необхідних у виробництві.

Зубчасті колеса є одним їм з найбільш поширених деталей різних машин і механізмів. Вони являють собою невід'ємні компоненти зубчастих передач, і від того, наскільки якісно будуть розроблені, багато в чому залежить довговічність і надійність функціонування пристроїв, що випускаються. Більшість досліджень, у яких розглядається побудова об'ємних зображень, висвітлюють послідовність їх створення за допомогою певного програмного забезпечення, але причину вибору графічного пакету та його переваги над програмних забезпеченням, за допомогою якого можна виконувати схожі побудови, практично не розглядаються.

Для того щоб передавальне відношення було постійно, необхідно вибрати такий профіль зубів, щоб при зачепленні пари зубів в будь-якому положенні полюс зачеплення зберігав своє становище на лінії центрів. Цій умові задовольняють профілі зубів, окреслені евольвентою кіл.

Профіль зуба побудовано по евольвенті. Зуби з евольвентним профілем визначають параметри, які характеризують положення будь-якої точки евольвенти. Побудувати модель зубчастого колеса в КОМПАС можна різними способами.

Побудову тривимірної моделі циліндричного зубчастого колеса краще робити в бібліотеці КОМПАС-SHAFT 2D [2, 3]. Створюючи циліндричне зубчасте колесо, задають параметри і запускають розрахунок, після чого запускають побудову моделі колеса (рис. 1).



а) **б)**

Рис. 1. Циліндричне зубчасте колесо
а) побудова креслення; б) тривимірна модель

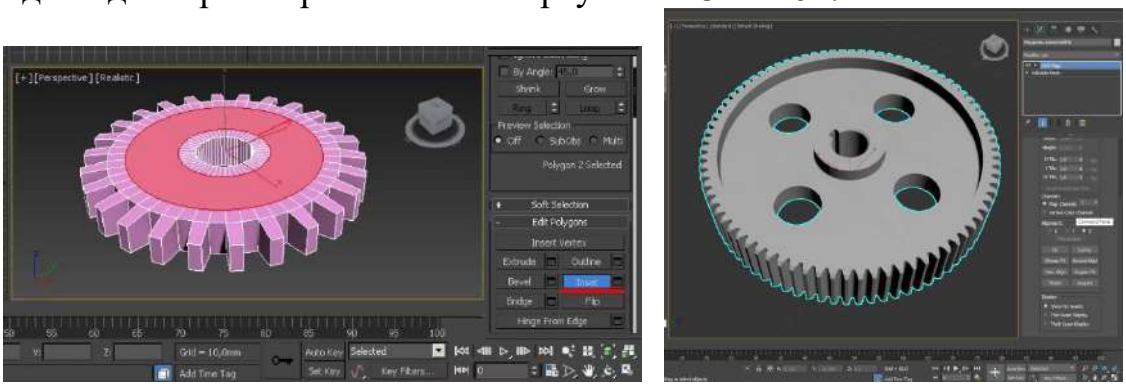
Для побудови моделі зубчастого колеса в КОМПАС-3D створюється ескіз колеса, потім створюється тіло обертання. Моделювання зуба отримується спрощеною побудовою зображення. За допомогою масиву створюється зубчастий вінець. Тобто, побудова моделі зубчастого колеса безпосередньо в КОМПАС-3D набагато складніша, ніж генерація твердотільної моделі в КОМПАС- Shaft 2D.

SolidWorks призначений для кінематичного і геометричного проектування зубчастих зачеплень. Контури зубів описуються сплайном або сукупністю кіл, що імітують евольвентний профіль. При цьому створення 3D-моделі реалізується автоматично відповідно до набором заданих параметрів [4]. Аналогом KOMPAS-Shaft3D для SolidWorks можна вважати додаток GearTeq. Цей додаток, як і КОМПАС-SHAFT 2D дозволяє заощадити час, що важливо для виробництва і виключає можливі помилки неуважності.

В SolidWorks як і в КОМПАС-3D у графічної області до компонентів застосовуються різні кольори, вибір яких залежить від значення властивості, за яким виконується сортування, вибирається фон зображення. Застосування різних кольорів допомагає наочно уявити значення властивості кожного компонента.

Створити зубчасті колеса можна також в 3ds-max. Але це також робиться «вручну», тобто поетапно будуються окремі поверхні.

Основою деталі є циліндр з отвором, тобто туба. Після конвертації деталі в Editable Poly праця йде з полігонами і модифікаторами. Наприкінці отримується спрощена модель зубчастого колеса, зубці якої побудовані не по евольвенті (рис. 2, а). Для точної побудови колеса простіше створити модель в КОМПАС-3D або в SolidWorks, зберегти з відповідним розширенням та імпортувати в 3ds-max.



а) **б)**

Рис. 2. Модель зубчастого колеса в 3ds-max
а) побудованого; б) імпортованого

Візуалізація – це останній, а значить, найвідповідальніший етап створення тривимірного проекту. Застосування різних кольорів допомагає наочно уявити значення властивості кожного компонента. Але більш реалістичне зображення отримати не можна. Для якісного рендерингу необхідно додаткові 3D-редактори, такі як KeyShot, PhotoWorks або RealView тощо.

Полігональне або твердотільне моделювання дуже популярно і використовується практично у всіх програмах. Це універсальне уявлення, за допомогою якого створюються 3Д моделі будь-якого призначення. Зараз майже кожен додаток для моделювання дозволяє виробляти також маніпуляції з кольором, освітленням і текстурою 3D моделі. Після всіх налаштувань виконується рендеринг, або візуалізація, завдяки якому зовнішній вигляд моделі можна оцінити наочно (рис. 3).

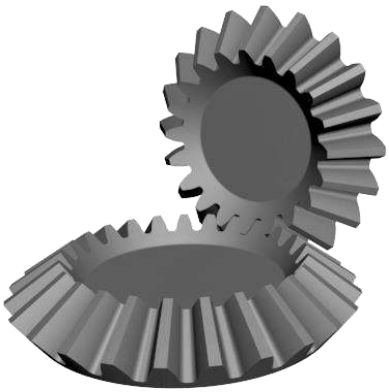


Рис. 3. Візуалізація (рендеринг) імпортованої конічної передачі в 3ds-max

Для максимально реалістичного зображення об'ємного графічного об'єкту підходить найбільш професійний продукт – 3ds-max. Реалістичне зображення при візуалізації моделі, включаючи освітлення і текстурування, можна отримати використовуючи такі інструменти, як V-Ray або Corona. Це поширений метод моделювання, який використовується для створення складних і низькополігональних моделей. Але він потребує деяких навиків роботи з програмою.

Для того, щоб провести незалежний аналіз кількох програм, потрібно мати досвід роботи у кожній із них. Це неможливо через те, що на вивчення програмних пакетів тривимірної графіки потрібно витратити місяці або й роки. Також потрібно зважати на індивідуальний фактор, адже одним зручно працювати з одним програмним забезпеченням, а іншим з другим [6].

Висновки. Широке застосування 3D-моделювання знаходить в такій галузі промисловості, як машинобудування. За допомогою такої сучасної технології, як тривимірне моделювання, розробники можуть отримувати максимально реалістичні зображення тих деталей і вузлів, які вони проектують. 3D-моделювання дозволяє успішно проводити візуалізацію тих об'єктів, які ще не існують, а знаходяться поки на стадії конструювання.

Список літератури.

1. Ожга М.М. Методика навчання систем 3D проектування майбутніх інженерів-педагогів комп’ютерного профілю: дис. к.пед. наук: 13.00.02/ Українська інженерно-педагогічна академія. Харків, 2015. 284 с.

2. Дереза О.О., Коломієць С. М. Проектування привода транспортера в САПР КОМПАС. Курсове проектування з інженерної механіки (деталей машин): навч. посібник. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2019. 197с.

3. Процiв В.В., Зіборов К.А., Твердохліб О.М. Проектування редукторів з використанням САПР КОМПАС: навч. посібник. Національний гірничий університет, 2011. 178 с. іл.

4. Дереза О.О., Коломієць С.М. Лабораторний практикум з інженерної механіки (деталей машин): Навчальний посібник Мелітополь: Х-Terra, 2019. 159 с.

5. Дереза О.О. Конспект лекцій з інженерної механіки (Деталі машин) Мелітополь. ВПЦ «Люкс», 2019. 70 с.

6. Дереза О.О., Коломієць С.М. Практикум з дисципліни «Інженерна механіка (ДМ)»: навчальне видання. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. 103 с.

УДК 504.06:662.756.3

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ І ЕКОЛОГІЧНОСТІ ДВИГУНА СУЧАСНОГО АВТОМОБІЛЯ

Ляшенко О.А., магістр,
Науковий керівник: Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Для підвищення показників технічного рівня і експлуатаційних властивостей автомобіля існує безліч заходів, одним з яких є вдосконалення конструкції двигунів, в цій області основними завданнями є: зниження паливної економічності і питомої маси двигунів, вартості їх виробництва і експлуатації. На принципово новий рівень ставиться боротьба з токсичними викидами двигунів в атмосферу, а також завдання щодо зниження шуму і вібрації в процесі експлуатації всіх його систем. Провівши аналіз літературних джерел [1-4], нами були виділені наступні способи підвищення паливної економічності і екологічних показників сучасних двигунів, а також відображені позитивні і негативні аспекти експлуатації.

Використання безпосереднього вприскування палива. Основним плюсом безпосереднього (прямого) упорскування є можливість його роботи на сильно збідненої суміші при відсутності навантажень, що дозволяє до 20% підвищити економічність двигуна і знижує викид шкідливих речовин з відпрацьованими газами. А також дає можливість використовувати різноманітність в сумішоутворення на всіх режимах роботи двигуна. Недоліками даної системи є: складність і висока вартість виготовлення, а також підвищені вимоги до системи живлення; схильність до закоксовування впускних клапанів; погані пускові якості через незадовільне випаровування палива.

Використання електронних систем керування паливоподачею. ***Акумуляторна паливна система***. До переваг акумуляторної системи відноситься можливість забезпечення якісного розпилення палива і стійка робота двигуна на низькій частоті обертання колінчастого валу. Дозволяє забезпечити надійний пуск двигуна за рахунок підвищеного тиску в системі живлення, а також забезпечити збільшення циклової подачі при порівняно малих розмірах плунжерних пар. Недоліками є складність будови, керування і обслуговування акумулюючої паливної системи, підвищена гучність при роботі паливної апаратури [5,6].

Мікропроцесорне керування. Використання в інжекторній паливній системі мікропроцесорного керування дозволяє: знизити до 50% викиду шкідливих речовин в атмосферу; точне дозування палива забезпечує підвищення до 40% економічності двигуна в порівнянні з карбюраторними двигунами; збільшення потужності до 10% за рахунок оптимізації конструктивних параметрів впускного колектору і установки кута запалювання; інжекторний двигун не вимагає прогріву в холодну пору року. Недоліки: складність ремонту та діагностики паливної системи; підвищена вимогливість до палива.

Наддування. Наддування дає приріст потужності двигуна за рахунок створення надлишкового тиску повітря в камері згоряння, таким чином підвищуючи коефіцієнт наповнення суміші, що в свою чергу відбивається на збільшення силової установки і її економічності.

Поряд з перевагами існує ряд негативних параметрів: затримка збільшення потужності при різкому натиснення педалі акселератора, що утворює «турбояму»; інтенсивний знос поршневої групи двигуна через підвищення потужності; дорожнеча при ремонті турбіни.

Використання активаторів палива. ***Магнітні активатори.*** За твердженнями розробників даної системи, магнітний активатор палива дає можливість вплинути на вуглеводневі ланцюги в молекулах палива, в слідстві чого воно стає однорідним, що значно полегшує процес згоряння. У підсумку, це призводить до зростання паливної економічності і зниження токсичності двигуна. Однак за даними німецької компанії ADAC не було виявлено ні найменшого зниження витрати пального. Вони стверджують, що зміна порядку руху молекул пального жодним чином не здатна вплинути на його витрату в процесі горіння.

Присадки в паливо. В даний час існують ряд присадок, спрямованих: - на очистку паливної системи від відкладень і поршневої групи від нагару; - на осушення неякісного палива від вологи; - на збільшення октанового числа. Все це призводить до зменшення димності, шуму, збільшення потужності, значно поліпшується якість палива, зменшується детонація палива в двигуні.

Уприскування води. Існує три основні варіанти використання впорскування води на ДВС: 1. Використання пара отриманого від контакту води з гарячими вихлопними газами, для обертання допоміжної турбіни, яка допомагає основному двигуну. 2. На спортивних автомобілях воду розпилюють в стислому компресором повітрі для охолодження цього повітря, разом з яким вона потім потрапляє в циліндри, де і стає паром. 3. Спеціально підігріта вода впорскується (розпорошується) безпосередньо в циліндри. Від контакту з палаючим паливом, розпеченим поршнем і циліндром, вода закипає, і розширюється пар допомагає робочим газам приводити поршні в рух. Тут впорскування води фактично замінює собою

турбонаддув. Недоліки: в разі надлишку кількості, поданого пара є ймовірність в порушенні стехіометричного (оптимального) співвідношення палива, повітря, водяної пари, що може привести до припинення процесу горіння. Складна система контролю і уприскування на різних режимах роботи двигуна.

Озонування повітря. Озонування повітря в двигуні внутрішнього згоряння призводить до більш кращому згорянню палива, що в подальшому зменшує токсичність до 10 разів і підвищує на 10-12% економічність двигуна. До недоліків можна віднести, що озон є отруйним газом. Розширюється в циліндрі пар для екології значно безпечніше, ніж стиснене повітря, що містить в собі до 80% азоту, з якого, при високій температурі (і тиску) утворюються згубні для природи його хімічні сполуки з надмірною киснем. Крім того, зайвий кисень в сильно стислому в повітрі призводить до небажаного обгорання циліндропоршневої групи. Ефективніше безпосереднє охолодження водою розпечених і інтенсивно труться циліндра продовжує життя всього мотора. З вище наведених способів підвищення паливної економічності і токсичності двигуна без його суттєвого подорожчання і модернізації нами виділено спосіб озонування із застосуванням пристроїв для вприскування води.

Список літератури.

1. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК».* 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

2. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК».* 2014. Вип.196, ч.1. С. 239–245.

3. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК.* 2015. Вип.212, ч.1. С. 275–283.

4. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз шляхів підвищення ефективності використання машинотракторного парку. *Праці ТДАТУ*. 2014. Вип.14. Т.4. С. 204–209.

5. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

6. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. *Вісник ХНТУСГ імені П. Василенка*. 2009. Вип.89. С. 106–111.

УДК 629.366.064.5

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА САМОХОДНОГО КОРМОРАЗДАТЧИКА ПРИ ПИТАНИИ ОТ ТЯГОВОГО АККУМУЛЯТОРА

Крутов А.В., к.т.н.,
Шутко П.В., студент
Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь
e-mail:An8737@yandex.ru

Проблема снижения выбросов углекислого газа актуальна и для сельскохозяйственного производства. В этой отрасли задействовано большое количество мобильных агрегатов и автотракторной техники. Отдельные технические средства с двигателями внутреннего сгорания можно перевести на электропривод.

Анализ научно-технической информации, опыта использования городского электротранспорта, электробусов в Беларуси и за рубежом показывает, что многие технологические операции в сельском хозяйстве могут быть реализованы путем применения самоходных машин с электроприводом, запитанном от тяговых аккумуляторов. Известен, например, самоходный смеситель-кормораздатчик с электрическим приводом SILOKING TruckLine e.0 eTruck 1408-10 (ФРГ) [1].

Замена двигателей внутреннего сгорания на электрические, где это возможно, повысит культуру сельскохозяйственного производства, снизит потребность в углеводородном топливе и смазочных материалах, а главное, уменьшит загрязненность окружающей среды при утечке нефтепродуктов из топливно-смазочных систем, отводе выхлопных газов.

Цель настоящей работы – изложить методику выбора мощности электродвигателя для электропривода рабочих органов самоходного кормораздатчика.

В отличие от двигателя внутреннего сгорания (ДВС) электродвигатель имеет максимальный крутящий момент в более широком диапазоне частоты вращения вала. Коэффициент полезного действия (КПД) электродвигателя может достигать 90%, а ДВС (дизель) – 50%. Таким образом, примерно 90% энергии от аккумуляторной батареи преобразуется в механическую энергию (10 % - потери в двигателе, трансмиссии, цепях управления) [2]. Электродвигатель не загрязняет окружающую атмосферу выхлопными газами, создает меньше шума, не вызывает стрессового состояния у животных от «перегазовки» ДВС в момент трогания агрегата или перегрузки.

С учетом приведенных выше преимуществ, представляется возможным перейти на выпуск элетрокаров-кормораздатчиков вместо мобильных кормораздатчиков с ДВС, заменить электрокарами тракторную и мобильную технику, агрегатирующую различные прицепы, сельскохозяйственное оборудование на животноводческих фермах.

В животноводстве ряд работ имеет периодический, непродолжительный по времени характер. В их числе кормление животных, удаление навоза и другие операции, где применяется в качестве тяговых машин трактор. На животноводческих комплексах и фермах встречаются стационарные кормораздатчики с электроприводом. Но питание его электродвигателя осуществляется, как правило, через кабель, подключенный к распределительному шкафу. Необходимость кабельного подвода электроэнергии ограничивает ход кормораздатчика длиной кабеля и лишает возможности доставки корма, хранящегося за пределами помещения фермы.

В Беларуси научно-производственным центром по механизации сельского хозяйства разработан самоходный кормораздатчик типа ССР-12. Но у него в качестве энергетической установки используется дизельный двигатель Д-260, мощностью 190 кВт. Многие зарубежные фирмы также выпускают самоходные миксеры-кормораздатчики, смесители-кормораздатчики. Но они также с дизельными силовыми установками мощностью 190-285 л.с.

В [2] мы излагали конструкционные требования к электроприводу электрокара-кормораздатчика. Самоходные электроагрегаты сельскохозяйственного назначения должны быть максимально приближены к устройству их аналогов – автотракторных машин. Модернизации подлежат их силовые агрегаты с установкой на существующие шасси. На первом этапе это сократит сроки проектирования электрокаров для сельскохозяйственного производства. В дальнейшем их эксплуатация в реальных условиях укажет направления совершенствования.

Требования к выбору электродвигателя с учетом [3-4]:

- механическая характеристика электродвигателя должна максимально соответствовать механической характеристике рабочей машины. Электродвигатель должен сообщать приводу необходимые величины скорости как при работе, так и при пуске в ход. При этом в процессе работы температура электродвигателя в наиболее тяжелых режимах работы не должна превосходить предельные значения, предусмотренные нормами по его нагреву.

Электропривод самоходного электрокорморазда тчика может быть предусмотрен однодвигательный или многодвигательный. В первом случае необходимо вращательный момент на рабочие органы

кормораздатчика передавать с помощью различного вида передач, редукторов. При многодвигательном электроприводе рабочие органы агрегата приводятся в движение отдельными двигателями. К основным операциям, которые должен выполнять кормораздатчик являются забор корма (самозагрузка), измельчение, смешивание грубых, сухих или (и) влажных компонентов рациона, транспортировка к месту содержания животных, дозирование и раздача приготовленной кормовой смеси.

Как правило, в рацион, например, крупного рогатого скота входят сено, сенаж, силос, корнеплоды, жидкие добавки, концентрированный корм (комбикорм гранулированный, крупка). Выбирая многодвигательный электропривод, можно добиться ряда преимуществ, а именно:

- снижение потребления энергии от аккумулятора, так как будет иметь место работа двигателей меньшей мощности в различные периоды времени, вместо необходимости снабжать энергией один мощный двигатель в течение производственного цикла. Мощный двигатель будет работать не в полную нагрузку на отдельных операциях;

- многодвигательный электропривод позволит работать двигателям с постоянной длительной нагрузкой (режим *S*1), уменьшит длительность их работы в холостом или недогруженном режиме.

Мощность двигателей и емкость тяговой аккумуляторной батареи будут зависеть от скорости движения, емкости загрузочного бункера и веса электрокормораздатчика (масса раздатчика, вес груза, вес водителя), длительности перемещения кормосмеси, продолжительности работы и ее периодичности (время между зарядками аккумулятора). При этом можно допустить, что движение будет в основном равномерное, угол наклона дорожного полотна минимальный (до 12%).

Тогда расчетную мощность электродвигателя ходовой части в соответствии с уравнением движения можно определить следующим выражением:

$$P_{\text{макс.т}} = \frac{F_{\text{тяг}} V_{\text{макс}}}{\eta_{\text{общ}}} = \\ = \frac{V_{\text{макс}}}{\eta_{\text{общ}}}(ma + mgf_{\text{тр}}\cos\alpha + mg\sin\alpha + c_x S\frac{V^2}{2}\rho_{\text{в}})k, \quad (1)$$

где $F_{\text{тяг}}$ – тяговое усилие, необходимое для движения, Н;

g – ускорение свободного падения (9,8 м/с^2);

a – ускорение при движении, м/с^2;

$V_{макс}$ – максимальная транспортная скорость, м/с (начальная скорость $V_0 = 0$;

m – общая масса корморазда тчика, кг;

$f_{тр}$ – коэффициент силы трения колес о дорожное полотно (для грунтовой дороги $f_{тр}$ =0,1);

c_x – коэффициент сопротивления воздуху, c_x = 0,3…0,4;

S – максимальная площадь поперечного сечения агрегата, м^2;

$\rho_в$ – плотность воздуха, = 1,225кг/м^3;

$V = V_{макс} + V_в$ – расчетная скорость передвижения для преодоления сопротивления встречного ветра, м/с ($V_в$ – скорость встречного ветра, $V_в = 3{,}5...5$ м/с);

α – угол наклона дорожного полотна, в градусах,

$$\alpha = \text{arctg}(0{,}01 \times \text{уклон в}\%);$$

k – коэффициент разгона (медленный разгон k =1, динамичный – k = 1,5…2,0);

$\eta_{общ}$ – общий КПД, $\eta_{общ} = \eta_{тр}\eta_{дв}\eta_{контр}$,

где $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии (0,72…0,78);

$\eta_{дв}$ – КПД электродвигателя (0,85…0,9);

$\eta_{контр}$ – КПД контроллера (0,95).

Общая масса корморазда тчика принимается с учетом установленного объема бункера (обычно типоразмерный ряд 13, 16, 20 м^3). Максимальная транспортная скорость – 25 км/ч.

Мощность двигателя для электропривода измельчителя или миксера можно определить согласно следующему выражению [5,6]:

$$P_{фтр} = \frac{3{,}6k\gamma D^2 L_р n}{60\eta_п}, \qquad (2)$$

где k – коэффициент, зависящий от величины измельчения;

γ – объемная плотность измельчаемого корма, кг/м^3;

D – диаметр ротора измельчителя или диаметр мешалки, м;

$L_р$ – длина ротора измельчителя, мешалки миксера, м;

$\eta_п$ – КПД механической передачи;

n – частота вращения ротора, миксера, об/мин.

При определении мощности измельчителя или миксера, в формулу (2) подставляется значение объемной плотности того вида корма, у которого оно наибольшее. Справочно: объемная плотность картофеля 750 кг/м^3, сенажа – 550, силоса – 650…750, комбинированного силоса 1000…1100 кг/м^3.

Мощность электропривода шнекового транспортера механизма раздачи определим по формуле [6]:

$$P_{\text{тр}} = \frac{Qk_1k_2L}{367\eta_{\text{п}}}, \qquad (3)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления при пуске, $k_1 = 1{,}2...1{,}5$;

k_2 – коэффициент сопротивления компонентов корма $k_2 = 1{,}6...2{,}0$;

Q – производительность, т/ч;

L – длина перемещения корма, м;

$\eta_{\text{п}}$ – КПД механической передачи между электродвигателем и механизмом раздачи.

Раздача кормосмеси может осуществляться на обе стороны проезда в кормушки животных. С учетом необходимости дозирования корма, на каждую сторону раздачи следует установить свой электродвигатель.

По предварительно определенной мощности вышеперечисленных электроприводов выбирают электродвигатели. С учетом механических характеристик рабочих механизмов (максимальных моментов сопротивления) выполняют проверочный расчет электродвигателей на нагрев и перегрузочную способность, возможность пуска.

В качестве источника энергии для питания электроприводов принята тяговая аккумуляторная батарея с расходом ее емкости 80-90%. Напряжение батареи 48 В. Время непрерывной работы – 3 часа. Предварительный расчет показал, что расход энергии за 1 час работы самоходного электрокормораздатчика при емкости бункера 16м^3 составляет 12 кВтч.

Потребуется емкость батареи аккумулятора 750 Ач. С целью ускоренного заряда накопителя энергии целесообразнее использовать его на базе суперконденсаторов или применять литий-ионный аккумулятор, способный быстро заряжаться до требуемой емкости. При этом следует руководствоваться и тем, что эти аккумуляторы одни из самых дорогих.

Выводы.

1. Самоходный электрокормораздатчик с питанием от тяговой аккумуляторной батареи целесообразно выполнять многодвигательным с электроприводом отдельно ходовой части, измельчителя, миксера, механизма раздачи. Это позволит рассредоточить нагрузку на аккумуляторную батарею. В случае с однодвигательным электроприводом, мощность электродвигателя будет недоиспользована при многих операциях, а энергия аккумуляторной батареи будет поглощаться в максимальном режиме.

2. Предложены формулы определения предварительной мощности электродвигателей отдельных рабочих узлов и механизмов, что не требует построения механических характеристик. При определении мощности электропривода ходовой части в тяговом усилии учтена ветровая нагрузка.

Список использованных источников

1.Агроновости URL : http://www.agronews.agency/catalog. – Дата доступа : 25.03.2020.

2. Крутов А.В., Шутко П.В. К вопросу перевода самоходного кормораздатчика на электропривод от тягового аккумулятора. Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК : материалы Междун. научно-техн. конф/ (Минск, 19-20 декабря 2019 г.) / под ред. И.В. Протосовицкого. Минск : БГАТУ, 2019. С.166-168.

3. Гулиа Н.В., Юрков С.А. Новая концепция автомобиля и электробуса//Автомобильная промышленность, № 2, 2000. С. 13-17.

4. Атаманов Ю.Е. Теория подвижного состава городского электрического транспорта / Ю.Е.Атаманов, В.Н.Плищ. Минск, БНТУ, 2012. 236с.

5. Фролов Ю. М. Шелякин В. П. Проектирование электропривода промышленных механизмов : учеб, пособие для вузов. Гриф УМО. Санкт-Петербург : Лань, 2014. 446 с.

6. Фираго, Б.И., Павлячик, Л.Б. Теория электропривода. 2-е изд.: учебное пособие. Мн.: Техноперспектива, 2007, 585 с.

УДК 631.171.075.4

СУЧАСНІ РЕАЛІЇ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Н.І. Болтянська, к.т.н.,
А.В. Омел'яненко, магістр,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Постановка проблеми. Сучасні реалії української економіки характеризуються безперервним збільшенням ролі інновацій як ключового чиннику успіху у конкурентній боротьбі. Інноваційний шлях розвитку економіки є невід'ємною частиною загальносвітового науково-технічного прогресу в умовах глобалізації. Серед нормативно-правових актів, що стосуються інноваційного розвитку АПК, слід відмітити концепцію науково-техічного розвитку галузей агропромислового виробництва України. Згідно з даною концепцією збереження, примноження та підвищення якості науково-технічного потенціалу агропромислового виробництва віднесено до пріоритетних національних інтересів [1-4].

Основні матеріали дослідження. Аналіз шляхів подолання кризових явищ та вибір ефективних методів економічного розвитку АПК свідчить, що найоптимальнішим із можливих напрямків у сільськогосподарській сфері є інноваційний. Лише таким чином можна швидко й ефективно трансформувати сільськогосподарське виробництво, стимулювати мале і середнє підприємництво та водночас забезпечити вихід на світовий ринок, що надзвичайно важливо для нашої держави з її величезним потенціалом аграрної країни.

Конкурентоспроможність продукції АПК та конкурентоспроможність суб'єктів господарювання має ґрунтуватися на певному рівні інноваційного розвитку, що сприятиме покращення їхньому розвитку . Україна, яка має надзвичайно сприятливі природні та кліматичні умови для сільськогосподарського виробництва, внаслідок технологічної відсталості сьогодні не в змозі забезпечити своє населення доступною за ціною і достатньою за стандартними нормами харчовою продукцією. Недоліки економічної політики останнього десятиріччя відбились на розвитку всього агропромислового комплексу, а особливо у сфері сільського господарства: відбулось відставання аграрного сектору від інших галузей національного господарства за ключовими технічними, економічними й організаційними параметрами [5-8].

Сільське господарство потрапило до жорстких цінових диспропорцій, втратило постійні канали збуту своєї продукції та

придбання матеріально-технічних ресурсів. Як наслідок, відбулось порушення обігу фінансових ресурсів галузі за всіма основними параметрами – зокрема, отримання виручки від реалізації продукції та залучення кредитів й інвестицій, а також отримання державної фінансової підтримки [9].

За даними експертної оцінки, проведеної Державною службою статистики України, основними чинниками, які перешкоджають розвитку інноваційної діяльності вітчизняних підприємств, є: нестача власних коштів (80,1% досліджених підприємств), великі витрати на нововведення (55,5%), недостатня фінансова підтримка держави (53,7%), високий економічний ризик (41%), недосконаліть законодавчої бази (40,4%), тривалий термін окупності нововведень (38,7%), відсутність коштів у замовників (33,3%), нестача кваліфікованого персоналу (20%), відсутність можливостей для кооперації з іншими підприємствами і науковими організаціями (19,7%), нестача інформації про ринки збуту (17,4%), нестача інформації про нові технології (16,1%).

З огляду на вищезгадане, для забезпечення збалансованого розвитку аграрного сектору економіки України необхідна розробка власної моделі активізації інноваційної діяльності з урахуванням інноваційних можливостей сільськогосподарських підприємств, підвищення мотивації всіх учасників аграрного ринку, сприяння процесу «дифузії інновацій», активного залучення держави до законодавчо-нормативного регулювання досліджуваної сфери. Доцільним є акцентування уваги на реалізації інноваційного підприємництва, спрямованого на створення інноваційних продуктів, технологій та надання послуг, передусім на основі адаптаційної здатності підприємства до зовнішніх впливів, виважених організаційно-управлінських підходів, що забезпечить у перспективі гарантований інноваційний розвиток.

Організація економічного співробітництва та розвитку, яка стосується стратегії інноваційного розвитку, пропонує низку основних принципів державної інноваційної політики, першим з яких є заохочення людей до інновацій через систему освіти і професійного навчання, яка повинна забезпечити можливості отримати широке коло необхідних знань та умінь, можливості до перенавчання чи підвищення кваліфікації; через спонукання споживачів до активної участі в інноваційному процесі; шляхом сприяння розвитку підприємницької культури, прищеплюючи відповідне ставлення та необхідні навички для ефективної підприємницької діяльності.

Система формування і реалізації державних пріоритетів у сфері аграрної науки та технологій потребує вдосконалення. В її основу має бути покладено принципи відповідності основних напрямів науково-технологічного розвитку галузей агропромислового комплексу

головним проблемам та перспективам розвитку суспільства, попиту на наукоємну продукцію на вітчизняному і світових ринках . Важливу роль у забезпеченні ефективного функціонування інноваційного підприємництва відіграє інноваційна інфраструктура. Зокрема, такі її основні елементи, як технопарки, бізнес-інкубатори, технополіси, які сприятимуть виходу інновацій на ринок.

На сьогоднішній день інноваційна інфраструктура України ще дуже слабка і характеризується неповнотою, а тому потребує всебічної підтримки з боку держави. До того ж, слід зазначити, що інвестиції та інновації – це лише половина справи, а інша половина полягає у підготовці високопрофесійного персоналу, особливо управлінського. Проголошений курс керівництва країни на інноваційний розвиток економіки вимагає фахівців-професіоналів для його реалізації у сфері управління інноваційними процесами в АПК. Досвід сьогодення показує, що розвиток наміченого курсу стримує відсутність інноваційного мислення та інноваційної культури в суспільстві, а також брак сучасних креативних знань.

Через недосконале законодавство в Україні залишаються нереалізованими велика кількість інноваційних проектів зі середньостроковим терміном окупності. У такому випадку можна прогнозувати, що через фінансові проблеми підприємств така тенденція продовжуватиметься і надалі. Це також гальмує приплив інвестицій і підвищує ризик для іноземних інвесторів [10].

Найбільш суттєвими результатами реформування українського села стали катастрофічне падіння виробництва сільськогосподарської продукції, детехнологізація і деіндустріалізація аграрного сектору. Проблема полягає в тому, що дуже низьким залишається рівень затребуваності результатів аграрної науки сільськогосподарським виробництвом, що закономірно призводить також до зниження якості. Головна причина полягає в тому, що в Україні не сформувалися великі сільськогосподарські підприємства і не відбулася ринкова інтеграція фермерських господарств.

Крім того, нестабільна політична ситуація, нестійка законодавча база, що також не додає економічної стабільності, пострадянський світогляд, невміння правильно вести бізнес – ось причини, які найближчим часом потрібно подолати в контексті розгляду проблеми запровадження інноваційної техніки і технологій у сільське господарство та збільшення інвестицій в Україну загалом.

На даний час аграрний сектор економіки України знаходиться в особливо важкому стані. Внаслідок зниження платоспроможності товаровиробників у сільському господарстві спостерігається спад рівня технічної забезпеченості, темпів оновлення матеріалотехнічної бази. Це призводить до неповного обсягу технологічних операцій та проведення їх із запізненням, що, в свою чергу, зумовлює зниження

врожайності сільськогосподарських культур, зменшення обсягів продукції, зниження її якості, значних витрат і закономірного підвищення собівартості.

Хоча в останні десятиліття сільське господарство країни домоглося істотного зростання продуктивності праці, тим не менш, у даний час виявилася тенденція до зниження темпів цього зростання, тим більше, що він був досягнутий за рахунок збільшення навантаження на природні ресурси і навколишнє середовище, що посилює ризик для якості ґрунтів в результаті зниження рівня органічних речовин і сильної ерозії

Підвищена ризикованість сільського господарства як об'єкта інвестування, важкий фінансовий стан аграрних підприємств, негативний вплив інфляції, незначна частка ліквідних активів у складі авансового капіталу, недостатня розвинутість ринків сільськогосподарської продукції, невирішеність питань власності на землю та майно спричиняють додаткові складнощі у залученні приватних інвестицій у галузь.

На сучасному етапі основне завдання державної аграрної політики в Україні полягає в забезпеченні наукових та інноваційних засад, які б дозволили зупинити спад і сприяли нарощуванню обсягів виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції. Для розв'язання цих завдань необхідно визначити пріоритети в аграрній науці та інноваційній діяльності на найближчу перспективу, і зокрема передбачити перебудову соціально-економічних відносин, розвиток сільських територій, вітчизняного сільськогосподарського машинобудування і технічного сервісу, розширення застосування біотехнологій, ресурсо- й енергозбереження.

Висновки. Інноваційні підходи до розвитку аграрної сфери є вагомим стимулятором зростання національної економіки в цілому та засобом вирішення різноманітних соціально-економічних та глобальних викликів як у розвинених країнах, так і країнах, що розвиваються.

Особлива потреба в них виникає у період, коли економіка країни перебуває на етапі подолання економічного спаду. За таких умов система державних пріоритетів повинна спрямовуватися на формування інноваційного потенціалу в усіх сферах суспільного розвитку, зокрема і в аграрному секторі, акцентуючи при цьому увагу на відтворенні людського капіталу, зростанні капіталізації ринкової вартості компаній, що здійснюють інноваційні розробки.

На основі зазначеного можна зробити висновок, що аграрний сектор України потребує не тільки відродження агропромислового виробництва за попередніми параметрами, якими б якісними вони не здавалися, але й на здійснення інноваційних структурних перетворень,

досягнення випереджаючих параметрів розвитку продуктивних сил та суспільних відносин та становлення якісно нової структури АПК.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції». ТДАТУ*. 2019. С. 36-39.

2. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

3. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково–технічної конференції «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54–55.

4. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

5. Болтянська Н.І. Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. *Інженерія природокористування*. 2018. №1(9). С. 57–61.

6. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.

7. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153–159.

8. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2016. Вип.6. Т.1. С. 50–55.

9. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. - Вип. 13. Т.3. С.110-118.

10. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК».* Київ. 2011. Вип.166, ч.1. С. 255-261.

УДК 378.01:631.145

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК

Музыченко Е.Н., ст. преп.,
Валевский В.Ю., студент
Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

В настоящее время при подготовке будущих специалистов АПК актуальными проблемами являются: смена педагогической парадигмы, устаревшие технические средства, отсутствие объектов обучения, а также актуализация программы обучения из-за большого темпа развития технологий и оборудования как в АПК, так и в других сферах деятельности человека.

Решением данных проблем является применение новых технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность.

Дополненная реальность (AR) – это наложение виртуального интерактивного контента (текстовой информации, фото, видео, 3d моделей) на реальный мир, который можно увидеть с использованием мобильного устройства или очков дополненной реальности, а также взаимодействовать с ним.

Алгоритм работы технологии дополненной реальности основан на позиционировании и распознавании материального мира техническими средствами, т.е. мобильное устройство с помощью встроенных датчиков (гироскоп, акселерометр, компас, GPS) и камеры, через специальное приложение проводит непрерывный анализ окружающего пространства (изображения, объекты, освещение) на основании которых определяется его положение в пространстве, данные впоследствии идентифицируются. После того, как произошло распознавание пространства, поверх него выводится контент, который заложен в базе данных приложения.

Применение данной технологии позволяет емко и сжато представить любой объем учебной информации, при этом в несколько раз улучшается визуальное восприятие, повышается мотивация, упрощается процесс усвоения учебного материала, активизируется познавательная деятельность и вовлеченность учащихся в образовательный процесс, что позволяет получают теоретические знания и практические навыки.

Рис.1. Обучение мерам безопасности с использованием технологии дополненной реальности

Рис.2. Изучение силового оборудования с использованием технологии дополненной реальности

Внедрение технологии дополненной реальности в процесс обучения расширяет возможности, не применяя при этом реальные объекты обучения, т.е. слушатель изучает 3D модели управления: системы освещения, теплоснабжения, шкафа управления, и силового оборудования, которые могут быть размещены в любом месте используя при этом только свое мобильное устройство, что в свою очередь способствует снижению затрат на закупку и обслуживание дорогостоящего оборудования. А также даёт возможность

дистанционно обучаться на виртуальном, размещенном в материальном мире оборудовании.

В результате использования данной технологии обучение специалистов АПК позволяет создавать: обучающие приложения, виртуальные модели и тренажеры проще и интереснее.

«Система жизнеобеспечения здания» - данный термин на сегодняшний день принято понимать совсем по-другому, нежели 20-30 лет назад. Системы управления электрооборудованием становятся более умные и все больше усложняются, для каждой необходимо отдельное управление и контроль.

Интеллектуальная система управления зданием создана для решения проблемы объединения отдельных подсистем в единый эффективный, менее энергозатратный комплекс. Чаще всего оснащается искусственным интеллектом, уменьшая при этом влияние человеческого фактора и повышая надежность функционирования систем.

С применением интеллектуальной системы управления зданием повышается комфорт работы обслуживающего персонала, так как все необходимые данные и управление собраны в одном программном обеспечении. Наряду с этим возрастает и оперативность принятия решений в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

После внедрения интеллектуального управления значительно снижаются потребление энергии и эксплуатационные расходы.

Не мало важным в интеллектуальной системе управления зданием, как и во многих системах, является интерфейс программного обеспечения, чаще всего он выглядит сложно и нелогично. Лучший интерфейс – это отсутствие интерфейса. В связи с этим, внедрение технологии дополненной реальности в интерфейс системы управления является наилучшим вариантом не только для управления системами, но и для обслуживания.

Список использованных источников

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developers.google.com/AR. – Дата доступа: 23.04.2020

2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://intelligentbuildlngs.com/about/ – Дата доступа: 23.04.2020

3. /sciencedirect.com/topics/enginnering/intelligent-buildings. – Дата доступа: 21.04.2020

4. Википедия [Электронный ресурс].-Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Дополненная реальность. – Дата доступа: 20.04.2020

УДК 631.563.4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОТИТЕЧІЙНО-СТРУМИННОГО ЗМІШУВАННЯ РІДИН, ЩО МАЮТЬ ОДНАКОВУ ГУСТИНУ

В'юник О.В., асист.,
Нестеров Д.І., студ.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Процес змішування є одним з найбільш розповсюджених і найвідповідальніших процесів технологічних схем виробництва та переробки продукції сільського господарства. Виробництво високоякісної продукції можливе за умови забезпечення високого ступеня рівномірності розподілу компонентів в об'ємі продукту. Тому в процесі розробки більш ефективних конструктивних рішень важливо приділяти увагу не тільки підвищенню продуктивності, але й підвищенню якості готового продукту.

Ця робота є складовою частиною циклу досліджень, присвячених протитечійно-струминному змішуванню рідких компонентів. В попередніх роботах було обґрунтовано спосіб перемішування [1]. Представлено конструкцію змішуючого апарату, конструктивні особливості якого захищені патентом України на корисну модель [2]. Визначено метод оцінювання якості перемішування [3]. В програмному комплексі ANSYS Workbench проведено моделювання процесу змішування рідин в розробленому змішувачі і теоретично визначено відстань між соплами форсунок (один з найважливіших конструктивних параметрів) [4]. Розроблено методику проведення експериментальних досліджень [5].

Визначення впливу таких параметрів, як відстань між соплами форсунок, величина кільцевого зазору камери ежекції, тиск подачі основного компоненту та напір подачі підмішуваного компоненту на якість змішування можливе лише в процесі експериментальних досліджень. Саме експериментальному визначенню впливу основних технологічних і конструктивних параметрів протитечійно-струминного змішувача на якість змішування і присвячена дана робота.

Основні матеріали дослідження. Якість змішування визначається гомогенністю суміші. Ідеальне змішування передбачає постійність складу рідини в усіх точках робочого об'єму змішувальної камери, відтак, такий самий склад буде мати рідина на виході із змішувального пристрою. На практиці ідеальне змішування досягається не завжди. У попередній роботі було визначено що для оцінювання якості перемішування рідких компонентів доцільно

застосовувати електрохімічні методи аналізу.

До електрохімічних методів аналізу, які знайшли широке застосування в практиці, належить кондуктометричний. Кондуктометрія – це метод, що ґрунтується на визначенні вмісту речовини в пробі за величиною її електричної провідності.

Для проведення експериментальних досліджень було розроблено і виготовлено лабораторну установку, загальний вид якої представлено на рис. 1.

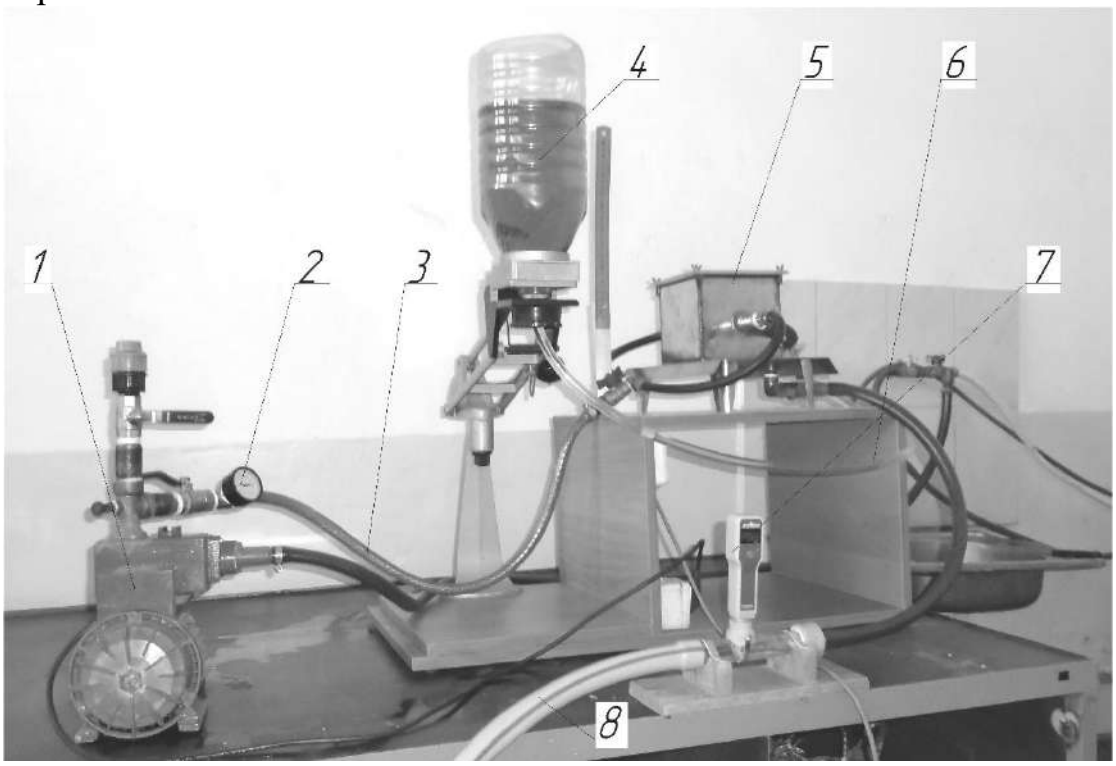


Рис. 1. Експериментальна установка: 1 – вихровий насос; 2 – манометр; 3 – канал подачі основного компоненту (води); 4 – ємність з підмішуваним компонентом (сиропом); 5 – канал підведення підмішуваного компоненту; 6 – протитечійно-струминний змішувач; 7 – канал відведення змішаного продукту; 8 – кондуктометр.

Необхідний тиск подачі основного компоненту (води) створює насос 1. Контроль тиску здійснюється за допомогою манометру 2. По каналу підводу основного компоненту 3 вода надходить у змішувач 6. Підмішуваний компонент потрапляє до змішувача з ємності 4 через канал підведення 5. Після змішування у протитечійно-струминному змішувачі отриманий змішаний продукт відводиться через канал 7 до приймальної ємності. Однорідність концентрації підмішуваного компоненту в отриманому змішаному продукті визначається за показаннями кондуктометру 8.

З огляду на результати аналітичних досліджень і пошукового експерименту [6, 7]:

– відстань між соплами форсунок (нижня границя 8 мм, верхня – 24 мм, крок зміни фактору – 8 мм);

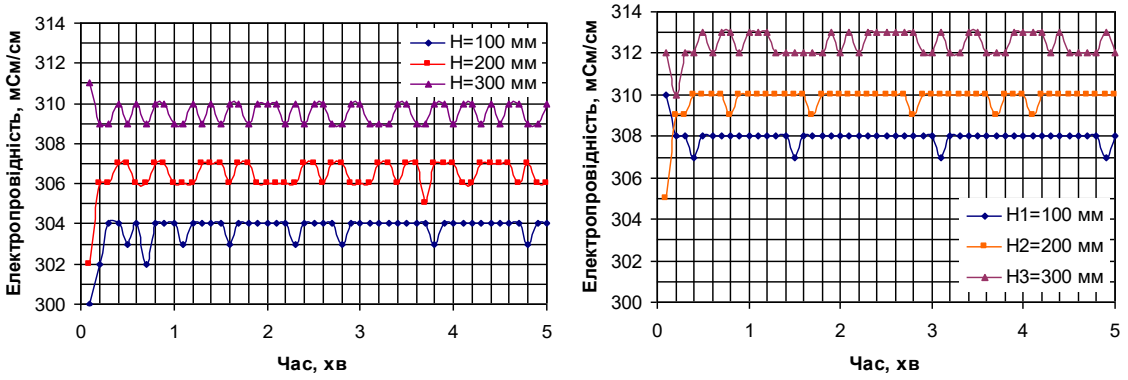
– тиск подачі води (нижня границя 0,12 МПа, верхня – 0,36 МПа, крок зміни фактору – 0,12 МПа);

– напір подачі підмішуваного компоненту (нижня границя 150 мм, верхня – 450 мм, крок зміни фактору – 150 мм).

Експериментальні дослідження якості протитечійно-струминного змішування рідин, що мають однакову густину, проводились на прикладі змішування води ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» температурою 20° С (290° К) і густиною 982,3 кг/м^3. з концентратом «Лимонад» на основі підсолоджувачів 20° С (290° К) і густиною 990 кг/м^3 .

Експериментальні дослідження проводились за розробленою методикою [8].

За отриманими даними побудовано залежності електропровідності розчину від часу (рис. 2):



а б

Рис. 2. Залежність електропровідності розчину від часу: а – при тиску подачі води 0,17 МПа; б – при тиску подачі води 0,22 МПа.

При тиску подачі води 1,7 атм отримали такі результати середньоквадратичного відхилення значень миттєвої концентрації продукту (рис. 2а): при напорі подачі концентрату 100мм σ_1=0,34; при напорі подачі концентрату 200 мм σ_2=0,47; при напорі подачі концентрату 300 мм, σ_3=0,49.

При тиску подачі води 2,2 атм отримали такі результати середньоквадратичного відхилення значень миттєвої концентрації продукту (рис. 2б): при напорі подачі концентрату 100мм σ_1=0,25; при напорі подачі концентрату 200мм σ_2=0,32; при напорі подачі концентрату 300мм, σ_3=0,46.

Найвищу однорідність концентрації підмішуваного компоненту можна отримати при тиску подачі води 2,2 атм і напорі подачі

концентрату 100мм (σ=0,25), а найнижчу при тиску подачі води 1,7 атм і напорі подачі концентрату 300 мм, (σ=0,49).

Висновки. Результати експериментальних досліджень впливу основних технологічних і конструктивних параметрів протитечійно-струминного змішувача на якість змішування рідких компонентів, які мають однакову густину підтверджують аналітично отриманий висновок, про підвищення однорідності змішування при підвищенні швидкості зіткнення струменів, що відбувається із збільшенням подачі через вихідні сопла апарата та при підвищенні тиску води на вході в змішувач.

Список літератури.

1. Самойчук, К. О., Полудненко О.В. Аналіз обладнання для перемішування рідких компонентів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: наукове фахове видання, 2011. – Вип. 11, т. 6. – С. 226–233.

2. Самойчук К.О., Полудненко О.В. Обоснование конструкции смесителя жидких компонентов с помощью компьютерного моделирования. *Актуальные проблемы научнотехнического прогресса в АПК*: сб. научных статей. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного университетата. 2013. 236 с.

3. Циб, В. Г., Полудненко О.В. Аналіз методів оцінювання якості змішування рідких компонентів при виробництві безалкогольних напоїв *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету:* 2014. Вип. 14, т. 1. С. 7–12.

4. Самойчук К. О., Полудненко О.В., Циб, В. Г. Визначення відстані між соплами форсунок протитечійно-струминного змішувача безалкогольних напоїв *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету:* 2015. Вип. 15., т.1. С. 30 – 38.

5. K. Samoichuk, O. Poludnenko, N. Palianychka, V. Verkholantseva, S. Petrychenko Experimental investigations of sugar concentration for counterflow jet mixing of drinks *Technology audit and production reserves*: 2017. Vol. 2, № 3. P. 41-46.

6. Самойчук К. О., Паніна О. В. Полудненко О. В., Експериментальне визначення концентрації сиропу у протитечійно-струминному змішувачі *Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв*: матеріали XVI Міжнар. наук. конференції (5-9 вересня 2016 р., м. Одеса) / ОНАХТ. Одеса, 2016. С. 327–331.

7. Майер В. В. Кумулятивный эффект в простых опитах: Москва: Наука, 1989. 192 с.

8. K. Samoichuk, O. Poludnenko, N. Palianychka, V. Verkholantseva, S. Petrychenko Experimental investigations of sugar concentration for counterflow jet mixing of drinks *Technology audit and production reserves*: 2017. Vol. 2, № 3. P. 41–46.

СЕКЦІЯ 2. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ТА ТВАРИННИЦТВА

УДК 631.514

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗРАЗКА БОРОНИ З ГВИНТОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Пастушенко С.І., д.т.н
Клендій М.Б., к.т.н.
Клендій М.І.
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

Постановка проблеми. Наразі гостро постає питання зменшення собівартості виконання технологічних операцій при збереженні продуктивності роботи сільськогосподарської техніки та якості їх виконання. Тому актуальним є створення нових сільськогосподарських машин, їх робочих органів та проведення відповідних досліджень і розроблення рекомендацій для ефективного вирощування продукції рослинництва. Ґрунтообробні робочі органи сільськогосподарських машин створюють необхідні умови для інтенсивного росту і розвитку рослини: у зв'язку з обробітком ґрунту полегшується доступ кисню і вологи у ґрунт, коренева система швидше розвивається і тим самим рослиною інтенсивно засвоюються макро- та мікроелементи з ґрунту, що веде до швидшого розвитку рослини і, як результат, потенціал біологічного врожаю зростає. Похідними від підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки є врожайність (забезпечення потреб рослин в цілому) і собівартість продукції (витрати паливно-мастильних матеріалів, продуктивність, затрати робочого часу).

Аналіз останніх досліджень. Для поверхневого обробітку ґрунту широко застосовують дискові робочі органи. Проектування і розрахунок дискових ґрунтообробних знарядь ґрунтовно розкрив П.М. Заїка. Також розроблено аналітичну модель установки ґрунтообробних сферичних дисків для визначення геометричних та технологічних характеристик. У працях більш вузького спрямування досліджуються різні аспекти покращення якості обробітку ґрунту такими знаряддями [1-3]. Визначено науковцями і перспективи подальшого вдосконалення дискових та інших ґрунтообробних знарядь [3-5]. В працях [6,7]

теоретично обґрунтовано конструкцію грунтообробного знаряддя, в якому, в якості робочих органів використано гвинтові поверхні із відсіку розгортного гелікоїда.

Основні матеріали дослідження. На основі теоретично одержаних конструктивних параметрів витків гелікоїда, було розроблено конструкцію і виготовлено гвинтові робочі органи борони, конструкцію яких показано на рис. 1, а також експериментальний варіант борони з гвинтовими робочими органами (рис. 2) [6,7].

Рис. 1. Загальний вигляд гвинтового робочого органу

Рис. 2. Загальний вигляд експериментального зразка борони з гвинтовими робочими органами

В таблиці 1 представлено технічну характеристику борони з гвинтовими робочими органами.

Таблиця 1

Технічна характеристика борони з гвинтовими робочими органами

Параметр	Значення
Конструктивна ширина захвату, м	1,3
Необхідна потужність трактора, к.с.	від 40
Агрегатування з трактором	начіпне
Маса , кг	172
Кількість витків гелікоїда, шт	10
Зовнішній діаметр гелікоїда, мм	562-570
Глибина обробітку, см	3 - 12
Робоча швидкість, км/год	7...17
Габаритні розміри в транспортному положенні (L x B x H).	2090 x 1430 x 1250

Показники якості обробітку ґрунту визначались по трьох варіантах: контроль-основний – агрофон: стерня зернових; контроль-порівнювальний як базовий варіант обробітку - виконувався стандартними дисками, відповідними до ОСТ23.2.147-85;

порівнюваний варіант – обробіток ґрунтообробним знаряддям з пропонованими гвинтовими робочими органами. Ґрунти досліду – сірі опідзолені, як найтиповіші ґрунти Бережанського району, Тернопільської області. Термін виконання – жовтень-листопад 2019 року.

Дослідження показників якості обробітку ґрунту визначенні у відповідності до стандартних методик:

- Техніка сільськогосподарська. Методи визначення умов випробувань: КНД 46.16.02.08-95. Держстандарт України;
- РД.10.4.2-89. Випробування сільськогосподарської техніки. Машини і знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту. Програма та методи випробувань. Держстандарт України;
- КНД.46.16.02.-96. Техніка сільськогосподарська. Номенклатура показників якості.

Показники структурного стану ґрунту оцінено за коефіцієнтом структурності K:

$$K = \frac{A_A}{B_A} \qquad (1)$$

де A_A – сума макроагрегатів з розмірами 0,25…10,0 мм;

B_A – сума агрегатів з розміром < 0,25 мм та грудок з розміром > 10 мм.

Значення A_A та B_A визначались методом фракціонування зразків ґрунту у повітряно-сухому стані на установці наведеній на рис. 3 розділенням на фракції: >10; 10…7; 7…5; 5…3; 3…2; 2…1; 1…0,5; 0,5…0,25; <0,25 мм.

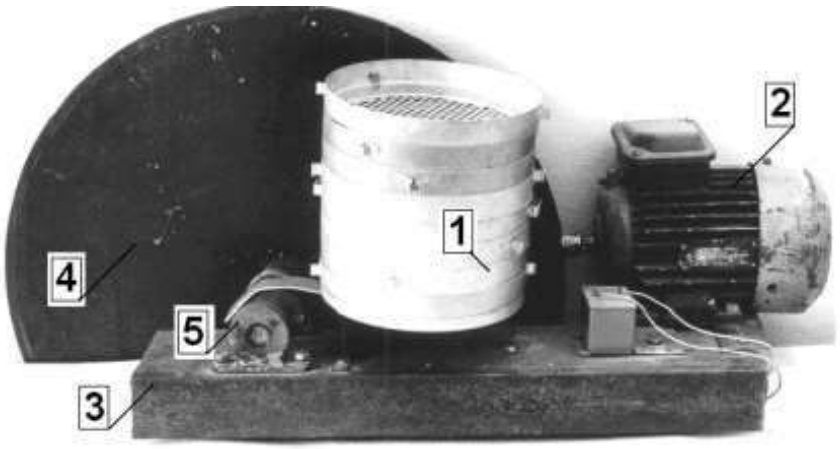


Рис. 3. Установка для визначення структурно-агрегатного складу ґрунту:

1 – набір решіт; 2 – електродвигун; 3 – платформа;
4 – маховик; 5 – кулачковий механізм

У відповідності з ГОСТ 20915-75 за допомогою твердоміру визначена твердість ґрунту P та коефіцієнт об'ємного зминання q як:

$$P = \frac{cy_{ср}}{A_{ПП}} \quad (2)$$

де c – жорсткість пружини, Н/м;

$y_{ср}$ – середня ордината діаграми на обраній глибині, м;

$A_{ПП}$ – площа поперечного перерізу плунжера, м^2.

$$q = \frac{P_Г}{V} = \frac{cY_A}{A_{ПП}\lambda_{пр}}; \quad (3)$$

де $P_Г$ – сила опору ґрунту, яка відповідає межі пропорційності, Н;

V – об'єм зім'ятого ґрунту, який відповідає межі пропорційності, см^3;

Y_A – ордината, що відповідає межі пропорційності, м;

$\lambda_{пр}$ – деформація , що відповідає межі пропорційності, м.

Відбір проб для визначення стану ґрунту проводився за допомогою приладів польової лабораторії Литвинова ПЛЛ-9.

Абсолютна вологість W ґрунту визначалась за формулою:

$$W = \frac{a_b}{b_г}100\%; \quad (4)$$

де $a_в$ – маса вологи, що випарувалась, *г*;

$b_г$ – маса абсолютно сухого зразка ґрунту, *г*.

Щільність ґрунту визначалась за формулою:

$$d_V = \frac{M_Г}{V_Г}; \quad (5)$$

де $M_Г$ – маса абсолютно сухого ґрунту в певному об'ємі досліджуваного зразка, *г*;

$V_Г$ – об'єм досліджуваного зразка, *см*^{3}.

Профілювання поверхні обробленого ґрунту та дна борозни виконувалось за допомогою координатної рейки методом графічного копіювання рельєфу.

Показник розподілення рослинних решток за глибиною обробітку $k_г$ визначався за формулою:

$$k_Г = \frac{M_{5...20}}{M_n}100\%; \quad (6)$$

де M_n – маса рослинних решток на поверхні поля до проходу ґрунтообробного знаряддя;

$M_{5...20}$ – маса рослинних решток в прошарку ґрунту 5...20 см після проходу знаряддя.

Розподіл рослинних решток в прошарках ґрунту 0...5см, 5..10см та 10...20 см, визначався відмиванням моноліту ґрунту площею 0,1м^2, відповідної товщини, через решета з діаметром отворів 3,1мм та 0,25мм. Відбір монолітів проводився за методом Станкова [8].

Для визначення агротехнологічної ефективності роботи борони з гвинтовими робочими органами були проведені польові випробування ротаційного знаряддя БДН-1,3 та експериментального взірця борони, загальний вигляд якої зображено на рис. 2.

За результатами дослідження структурно-агрегатного складу ґрунту встановлено, що кількість агрегатів ґрунту (d < 0,25мм і d > 10мм), які не відповідають агровимогам з точки зору ерозійної стійкості, у пропонованому експериментальному варіанті із гвинтовими робочими органами зменшилась на 30,4 %, до фону та на 5,4 % відповідно, до варіанту з дисковою бороною (рис. 5), а коефіцієнт структурності в порівнянні до варіанту з дисковою бороною збільшився на 11,3%.

Результати порівняльних польових випробувань представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати порівняльних випробувань борони дискової БДН-1,3 та борони з гвинтовими робочими органами

№ п/п	Показники якості обробітку ґрунту	Варіант - агрофон	Варіант - борона дискова	Варіант - борона з ГРО
1.	Значення коефіцієнта структурності	0,94	1,49	1,68
2.	Площа поверхні поля з повним зароблянням рослинних решток, %	-	73	81
3.	Величина опору зминання ґрунту (твердість), кН/м^2	87,4	58,7	49,8
4.	Величина коефіцієнта об’ємного зминання ґрунту, Н/см^3	1,4	0,7	0,7
5.	Абсолютна вологість ґрунту, %	16,0	15,3	15,6
6.	Щільність ґрунту, г/см^3	1,90	1,26	1,21
7.	Мікрорельєф поверхні поля, см	-	0...5,3	0...5,2

Висновки. Аналіз, отриманих за результатами виробничої перевірки, показників якості обробітку ґрунту дозволяє зробити

висновок про позитивний вплив на структурний та агротехнологічний стан ґрунту гвинтового ґрунтообробного робочого органу, в порівнянні з стандартними ротаційними робочими органами дискової борони.

Список літератури.

1. Клендій М.Б., Пилипака С.Ф. Аналітична модель установки ґрунтообробних сферичних дисків для визначення геометричних та технологічних характеристик. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. Вип. 241. С. 140–150.

2. Клендій М.Б., Пилипака С.Ф. Рух частинки по поверхні сферичного грунтообробного диска. *Науковий вісник НУБіП України: Серія «Техніка та енергетика АПК».* 2017. Вип. 258. С. 283–296.

3. Пилипака С.Ф., Клендій М.Б. Робочий орган із відсіку розгорнутої гвинтової поверхні як альтернатива ґрунтообробним дискам. *Сучасні проблеми землеробської механіки. Збірник наукових праць XVIII Міжнародної наукової конференції* (16-18 жовтня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський). С. 170-174.

4. Hevko R.B., Klendiy M.B., Klendii O.M. Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyor, INMATEH: *Agricultural Engineering*, 2016. Vol.48. no.1, pp. 29-34.

5. Hevko R.B., Rozum R.I., Klendiy O.M. Development of design and investigation of operation processes of loading pipes of screw conveyors, INMATEH*: Agricultural Engineering*. 2016. Vol.50. No.3. pp. 89-96.

6. Hevko R., Vitrovyi A., Klendii O., Liubezna I., (), Design engineering and substantiation of the parameters of sectional tools of flexible screw conveyors, *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*. 2017. Vol. 10(59), pp. 39-46.

7. Hevko R.B., Yazlyuk B.O., Liubin M.V., Tokarchuk O.A., Klendii O.M., Pankiv V.R. Feasibility study of the process of transportation and stirring of mixture in continuous-flow conveyors, INMATEH: *Agricultural Engineering.* 2017. Vol.51. No.1. pp. 10-20.

8. Serhii Pylypaka, Mykola Klendii, Oleksandra Klendii. Particle motion on the surface of a concave soil-tilling disk. ACTA POLYTECHNICA, *Journal of Advanced Engineering, is a peer-reviewed Open Access scientific journal published by the Czech Technical University (CTU) in Prague*. 2018. Vol. 28. Issue 3. pp. 63-73.

УДК 637.131.2

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Китун А.В.[1], д.т.н.,
Бондарев С.Н. [1], аспирант;
Передня В.И. [2], д.т.н.,
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь.*
[2]*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь.*

Постановка проблемы. Основы качества молочной продукции закладывается еще при его производстве на молочно-товарной ферме. Из-за специфики производства молоко неизбежно получает в процессе производства некоторую бактериальную обсемененность, которая негативно сказывается на его качестве. Для недопущения увеличения бактериальной обсемененности молока и сохранении его качества на молочно-товарных фермах происходит охлаждение свежевыдоенного молока [1].

Основные материалы исследования. В Республике Беларусь охлаждение молока происходит в холодильных установках, оборудованных термоизолированной ванной с водяной рубашкой и системой непрерывного испарения хладогента. При подборе такой холодильной машины одним из важных параметров является производительность холодильной установки (танка-охладителя).Для охлаждения и временного хранения молока на молочно-товарных фермах все большее применение находят танки-охладители молока вместимостью 1200, 1600 и 2000 л, которые оснащены автономными холодильными агрегатами.

В танках-охладителях холод расходуется [2]:

- на теплопередачу Q_1 через внешние ограждения камеры (стены, пол, потолок);
- поддержания постоянной температуры при хранении продукта Q_2;
- охлаждение приточного воздуха Q_3 при использовании вентиляции для камеры;
- потери холода при открывании дверей и нахождении в ней людей Q_4.

Расход холода в камере за сутки определим в общем виде по формуле [3]:

$$Q_{сут} = \sum Q_1 + \sum Q_2 + \sum Q_3 + \sum Q_4 . \quad (1)$$

Расход холода на теплопередачу через внешние ограждения камеры определим по формуле:

$$\sum Q_1 = \sum F \cdot \kappa \cdot \left(t_н - t_в\right) 24 , \quad (2)$$

где F – площадь поверхности стен, пола и потолка камеры, м^2;

κ – коэффициент теплопередачи стен, пола и потолка, Вт/(м$^2\cdot{}^0$С);

$t_н$ – наружная температура воздуха, ^{0}С;

$t_в$ – внутренняя температура воздуха камеры, ^{0}С ($t_в$ = 2...4 ^{0}С).

Наружную температуру воздуха определим по формуле:

$$t_н = 0,4t_{см} + 0,6t_{мах} , \quad (3)$$

где $t_{см}$ и $t_{мах}$ – среднемесячная и максимальная суточная температуры самого жаркого месяца данного региона, ^{0}С.

Количество холода для поддержания постоянной температуры при хранении определим в общем виде по формуле:

$$Q_2 = Q_2^{/} + Q_2^{//} + Q_2^{///} , \quad (4)$$

где $Q_2^{/}$ – количество холода для компенсации притока внешней теплоты, Дж;

$Q_2^{//}$ – количество холода для компенсации нагрева продукта при его перекачке насосом по трубам, Дж;

$Q_2^{///}$ – количество холода для компенсации потерь при вентиляции холодильных камер, Дж.

Количество холода для компенсации притока внешней теплоты определим по формуле:

$$Q_2^{/} = 24 \cdot F \cdot \Delta t_1 , \quad (5)$$

где Δt_1 – разность температур между средами, находящимися в условиях теплообмена, ^{0}С;

F – площадь поверхности батареи теплообмена, м^2.

Общую площадь поверхности батареи теплообмена определим по формуле:

$$F = \frac{Q}{\kappa \cdot \Delta t_2} , \quad (6)$$

где Q – тепловая нагрузка батарей, установленных в камере, Дж/ч;

κ – коэффициент теплопередачи, Вт/(м$^2\cdot{}^0$С);

Δt_2 – разность температур воздуха камеры и циркулирующего рассола или испаряющегося хладона, ^{0}С.

Зная общую площадь поверхности батареи, задаются диаметром труб, определяют длину и с учетом размеров камеры подбирают длину батареи и число труб в ряду.

Количество холода для компенсации нагрева продукта при его перекачке насосом по трубам определим по формуле:

$$Q_2^{//} = 860 \cdot N \cdot t, \quad (7)$$

где N – мощность насоса для перекачки продукта, кВт;

t – длительность работы насоса, ч/сут;

Количество холода для компенсации потерь при вентиляции холодильных камер:

$$Q_2^{///} = \alpha \cdot B \cdot (i_1 - i_2), \quad (8)$$

где α – кратность замены воздуха в холодильных камерах в сутки;

B – масса удаляемого воздуха, кг.

i_1 и i_2 – энтальпии наружного воздуха камеры при соответствующей влажности.

Подставив значения формул (5)…(8) в выражение (4) получим формулу по определению количества холода для поддержания постоянной температуры продукта при хранении:

$$Q_2 = \frac{24 \cdot Q \cdot \Delta t}{\kappa \cdot \Delta t_2} + 860 \cdot N \cdot t + \alpha \cdot V \cdot \gamma_{\text{В}} \cdot (\lambda_{\text{Н}} - \lambda_{\text{К}}). \quad (9)$$

Расход холода на охлаждение приточного воздуха при использовании вентиляции в камере определим по формуле:

$$Q_3 = \alpha \cdot V \cdot \gamma_{\text{В}} \cdot (\lambda_{\text{Н}} - \lambda_{\text{К}}), \quad (10)$$

где α – кратность смены воздуха в сутки (α = 2);

V – вместимость камеры, м^3;

$\gamma_{\text{В}}$ – удельный вес камеры воздуха при температуре камеры, Н/м^3;

$\lambda_{\text{Н}}$ и $\lambda_{\text{К}}$ – теплосодержание наружного воздуха и камеры при его соответствующей влажности, Дж/кг.

Расход холода при открывании дверей и на пребывание людей в камере и другие потери приближенно определим по формуле:

$$\sum Q_4 = (0,2...0,4) \sum Q_1 \quad (11)$$

Подставив значения формул (2), (3), (9)…(11) в выражение (1) получим формулу по определению расхода холода в камере за сутки в холодильной камере:

$$Q_{\text{сут}} = F \cdot k \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в}}) \cdot 24(1 + (0,2...0,4)) + \frac{24 \cdot Q \cdot \Delta t}{\kappa \cdot \Delta t_2} + \\ + 860 \cdot N \cdot t + \alpha \cdot V \cdot \gamma_{\text{В}} \cdot (\lambda_{\text{Н}} - \lambda_{\text{К}}) + \alpha \cdot V \cdot \gamma_{\text{В}} \cdot (\lambda_{\text{Н}} - \lambda_{\text{К}}). \quad (12)$$

В практике общее суточное количество холода $Q_{\text{сут}}$ при кратковременном хранении продуктов в камере подают от холодильной установки периодически, но с перерывами, не превышающими 3...5 ч. Для выбора холодильного агрегата, предназначенного только для охлаждения камеры, задаются числом часов его работы в сутки и

определяют его необходимую часовую холодильную мощность, по формуле:

$$Q = \frac{F \cdot k \cdot \left(t_{\text{н}} - t_{\text{в}}\right) \cdot 24\left(1 + \left(0,2...0,4\right)\right)}{n} + \frac{24 \cdot Q \cdot \Delta t}{\kappa \cdot \Delta t_2 \cdot n} + \\ + \frac{860 \cdot N \cdot t + \alpha \cdot V \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot \left(\lambda_{\text{н}} - \lambda_{\text{к}}\right) + \alpha \cdot V \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot \left(\lambda_{\text{н}} - \lambda_{\text{к}}\right)}{n} \quad ,(13)$$

где n – принятое число часов работы установки в сутки, ч.

Если же одну и ту же холодильную установку используют для охлаждения молочных продуктов на охладителе и камеры, то мощность холодильной установки определим по формуле:

$$Q_{\text{у}} = Q_{\text{охл}} + \frac{F \cdot k \cdot \left(t_{\text{н}} - t_{\text{в}}\right) \cdot 24\left(1 + \left(0,2...0,4\right)\right)}{n} + \frac{24 \cdot Q \cdot \Delta t}{\kappa \cdot \Delta t_2 \cdot n} + \\ + \frac{860 \cdot N \cdot t + \alpha \cdot V \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot \left(\lambda_{\text{н}} - \lambda_{\text{к}}\right) + \alpha \cdot V \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot \left(\lambda_{\text{н}} - \lambda_{\text{к}}\right)}{n} \quad (14)$$

При кратковременной работе охладителя (3...4 раза в сутки по 1...1,5 ч) подбирают установку по наибольшему часовому потреблению холода и используют ее поочередно.

Обычно в холодильных камерах для их охлаждения устанавливают рассольные батареи и батареи непосредственного испарения.

Выводы.

1. Своевременное и качественное охлаждение молока является обязательным условием для получения высококачественной молочной продукции.
2. Одним из важнейших параметров холодильной установки, от которого зависит успех процесса быстрого охлаждения молока, является расход холода в холодильной установке.
3. Проанализировав формулу (12) и (14) было установлено, что расход холода в танке-охладителе зависит от температуры поступающего молока, его объема и площади теплообмена.

Список литературы

1. Передня В.И. Шаршунов В.А., Китун А.В. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки: уч. пособие Минск, Минсанта, 2016. 975 с.
2. Китун А.В., Передня В.И., Романюк Н.Н. Машины и оборудование в животноводстве: уч. пособие. Минск: ИВЦ Минфина, 2016. 382 с.
3. Китун А.В., Передня В.И., Романюк Н.Н. Машины и оборудование в животноводстве: учебник. Минск: БГАТУ, 2019. 504 с.

УДК 633.265:631.8.

СИСТЕМА УДОБРЕННЯ НАСІННИЦЬКИХ ПОСІВІВ НА ОСНОВІ ЕКОНОМІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

О.В. Аверчев, д.с.-г.н., професор,
Н.Є. Василенко, к.с.- г.н., докторант кафедри землеробства
Херсонський державний аграрний університет, м. Херсон, Україна

Анотація. Для досягнення високої насіннєвої продуктивності на сірих лісових ґрунтах під посіви стоколосу безостого необхідно вносити азотні добрива в межах 90-110 кг/га в д. р. в поєднанні з фосфорно-калійними добривами. Проте така кількість азотних добрив, внесених в один прийом, як правило, не засвоюється рослинами стоколосу повністю.

В зв'язку з цим виникає необхідність розроблення системи удобрення стоколосу безостого, яка з однієї сторони сприяє зменшенню затрат на удобрення, а з іншої дозволяє отримувати врожаї насіння на рівні потенційних можливостей культури. Крім того добрива, які вносяться по вегетуючих посівах поверхнево, без заробляння в ґрунт, в значній мірі вивітрюються. Одноразове внесення високої норми азотних добрив сприяє збільшенню кількості вегетативних пагонів, надмірному росту рослин стоколосу, що призводить до вилягання посівів, а звідси, поганому їх запиленню та зав'язуванню насіння.

Ключові слова: стоколос безостий, добрива, азот, фосфор, калій, економічна ефективність, ґрунти.

Розробка відповідних заходів дозволить значно збільшити виробництво високоякісного насіння і ліквідувати існуючий його дефіцит для потреб польового та лучного кормо виробництва [1-3].

Внесення в ґрунт фосфорних добрив спричиняє нестачу цинку для рослин, а застосування калійних добрив – магнію [4-7]. На доступність хроелементів для рослин впливає також реакція ґрунтового розчину. Так, І. Анспок встановив, що ефективність молібдену зростає із зростанням кислотності, а ефективність міді – із зменшенням кислотності [8-12].

Ефективність дії азоту в значній мірі залежить від наявності в ґрунті інших елементів живлення. Дослідженнями F.L. Fishera та інших [11] встановлено, що вона залежала від вмісту фосфору в ґрунті, а в дослідах W. Holmes [12] – від вмісту калію, а також фосфору і калію разом.

Умови проведення та методика досліджень Досліди проводились на дослідних ділянках Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН розташованих в селі Бохоники

Вінницького району, Вінницької області, в сівозміні відділу насінництва та трансферу інновацій. Ґрунти – сірі лісові. Орний шар ґрунту характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу 1,75-1,91, pH сольової витяжки 5,2-5,6, гідролітична кислотність 1,73-3,6 мг-екв. на 100 г ґрунту, легкогідролізованого азоту 75-100 мг/кг, вміст рухомих форм фосфору складає 84-120 мг/кг і калію 64-85 мг/кг повітряно-сухого ґрунту, сума ввібраних основ 12-13 мг-екв. на 100 г ґрунту.

В дослідах лабораторії підготовка ґрунту, посів та система догляду за посівами проводились за загальноприйнятою методикою з врахуванням специфіки дослідів і нових досягнень науки і виробництва.

Злакові трави зокрема стоколос безостий сортів Марс, Всеслав висівались черезрядним способом посіву (М-30 см) з нормою висіву відповідно 5,0 млн./га схожих насінин. Розмір посівної ділянки 30 м^2, облікової 20 м^2, повторність 3-кратна. Мінеральні добрива у формі простих добрив вносили в основне удобрення, водорозчинні позакоренево шляхом обприскування посівів відповідно до схеми досліджень.

Вегетаційні періоди 2011-2015 рр. за погодними умовами були різними. За даними науковців дана зона Лісостепу є сприятлива для вирощування багаторічних трав. У рік проведення дослідів проводився аналіз груп агрометеорологічних показників:

- протягом вегетації рослин проводилися фенологічні спостереження по основних фазах росту і розвитку злакових трав згідно «Методики Держсортовипробування сільськогосподарських культур» і «Методики проведення досліджень в кормовиробництві». При цьому відмічали фази росту і розвитку рослин. Початок фази відмічали коли вона наступала в 10% рослин і повну – 75% рослин;
- продуктивність рослин та облік урожаю проводили згідно «Методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами».

Результати досліджень. В усіх варіантах досліду одержано умовно чистий прибуток, проте величина його суттєво різнилася як від сорту так і від удобрення. Найменшим він був на контролі – 1722 грн./га (с. Марс) та 3067 грн./га (с. Всеслав). Незважаючи на найвищі виробничі витрати та високу собівартість найбільший умовний прибуток одержано в варіантах, де на фоні повного мінерального удобрення $N_{60}P_{45}K_{45}$ проведено позакореневе підживлення водорозчинним добривом Мастер у два строки – кущіння + колосіння (нормою 5 кг/га + 5 кг/га), що забезпечило умовно чистий прибуток на рівні 2528 грн./га для сорту Марс та 4406 кг/га для сорту Всеслав. Можна сказати, що внесення повного мінерального живлення $N_{60}P_{45}K_{45}$ в основне удобрення порівняно з N_{60} не призводило до зростання

умовно чистого прибутку, що можна пояснити значною вартістю мінеральних добрив, особливо тих, що містять повний мінеральний склад, а також витратам на їх внесення, які на даному рівні цін не окуповуються приростом врожаю.

Найбільші затрати праці в розрахунку на 1 ц насіння були в варіантах без основного удобрення: 5,1-4,9 для сорту Всеслав та 5,6-5,3 люд./год. для сорту Всеслав. При внесенні N_{60} та $N_{60}P_{45}K_{45}$ в основне удобрення в поєднанні з позакореневими підживленнями затрати праці зменшувались відповідно до 4,6-4,9 та 4,5-4,6 люд./год. В структурі витрат (залежно від системи удобрення) на добрива припадало 44…57 %, паливо-мастильні матеріали – 6…10 %, заробітну плату – 9…14 %, насіння – 5…10 %.

Значний вплив на урожайність насіння стоколосу безостого сортів Марс і Всеслав в умовах центрального Лісостепу України на сірих лісових ґрунтах мали мінеральні добрива внесені восени в основне удобрення ($N_{60}P_{45}K_{45}$), підвищуючи її порівняно з ділянками без добрив відповідно по сортах на 197 та 215 кг/га або на 157,6 і 117,5%.

З окремих видів мінеральних добрив найбільш ефективними були азотні (N_{60}) та фосфорно-калійні добрива ($P_{45}K_{45}$), внесення яких восени сприяло росту насіннєвої продуктивності стоколосу безостого сорту Марс відповідно на 116 та 81 кг/га або на 105,6 та 33,6% при врожаї на ділянках без добрив 125 кг/га. Для сорту Всеслав ці показники склали відповідно 107 та 108 кг/га або 58,5 і 37,2% при врожаї на контролі 183 кг/га.

В умовах де проводились досліджень встановлено, що вегетативний стеблостій є конкурентом формуванню насіннєвої продуктивності стоколосу безостого. Зокрема азотні добрива (N_{60}), та повне мінеральне добриво ($N_{60}P_{45}K_{45}$) підвищувало густоту продуктивного стеблостою у відповідних варіантах на 51-54 і 82-86 шт./м^2 для сорту Марс та 56-60 і 82-85 шт./м^2 для сорту Всеслав. Кількість вегетативних стебел при внесенні N_{60} зростала відповідно до сортів на 56-77 і 47-59 шт./м^2 , при внесення $N_{60}P_{45}K_{45}$ – відповідно на 111-125 та 76-86 шт./м^2.

Список літератури.

1. Антонів С. Ф. Насінництво злакових трав. Насінництво. 2005. №11. С. 7-18.

2. Рябчун Н. І., Четверик О. М., Погорєлов О. С., Долгополова В. І. Спосіб визначення вмісту хлорофілу у листках пшениці озимої. патент на корисну модель 45171 (u 2009 05715). 2009. Бюл. № 24.

3. Брунотте Й. Гаттерманн Прямой посев /Аграрний эксперт. 2008. № 9. С. 10-15.

4. Городній М. М. Агрохімія: підручник. - 4-те вид., переробл. та доп. М. К.: Арістей, 2008. 936 с.

5. Кутузова А. А., Трофимова Л. С., Козьминых Н. В., Антонова Л. С. Бобовые травы при различных системах ведения сеяных сенокосов, Кормопроизводство. 1998. №6. С. 5 - 9.

6. Петриченко В. Ф. Технології вирощування бобових та злакових трав на насіння / Петриченко В.Ф., Бугайов В.Д., Антонів С.Ф. Вінниця, 2005. 52 с.

7. Г.А. Воробейков, В.Н. Лебедев Кормопроизводство. 2007, № 1., с. 24–26.

8. Гаврилюк М.М. Основи сучасного насінництва К.; ННУІАЕ, 2004., 256 С.

9. Газданов А.У. Бурнацев М.Г. Продуктивность капустных (крестоцветных) растений в качестве пожнивных промежуточных посевов в условиях РСО Алания / Сб. науч. тр. Сев.-Осетия ун.-т им. М.Г. Хетагурова 2000. Вып. 1. с. 99-102.

10. Гогмачадзе Г.Д. Возможности минимализации обработки почвы в Аджарии /Земледелие, 1999. №7., С. 15-16.

11. Дерпш Р. Опыт Южной Америки: этапы реализации технологии прямого посева, Земледелие, 2008, № 1, -С. 6-9.

12. Насінництво й насіннєзнавство польових культур / [за ред. М.М. Гаврилюка]. Х., 2007. 214 с.

УДК 631.171.075.4

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НАПРЯМІВ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ СВИНАРСТВА

Болтянська Н.І. [1], к.т.н.,
Заболотько О.О. [2], к.т.н.,
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*
[2]*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

Постановка проблеми. Актуальність проблеми підвищення ефективності виробництва свинини обумовлюється кількома чинниками: об'єктивними потребами людей в споживанні м'ясних продуктів, забезпеченням харчової і легкої промисловості сировиною, важливістю розвитку свинарства для сільськогосподарських підприємств як стабільного джерела надходження коштів та розширеного відтворення галузі, створенням експортного потенціалу у м'ясному підкомплексі агропромислового комплексу [1,2].

В Україні через відсутність прозорих економічних відносин виробництво свинини забезпечує прибутковість лише невеликому

відсотку сільськогосподарських підприємств. Внаслідок цього господарства населення скорочують кількість поголів'я свиней, а у сільськогосподарських підприємствах основна частка поголів'я концентрується на потужних комплексах, побудованих до початку процесу реформування або введених у дію за допомогою державних пільг. Дрібний і середній бізнес у цій галузі можливий передусім, якщо держава зможе запровадити контрактну форму економічних відносин із контролем і узгодженням цін професійними і міжпрофесійними організаціями [2,3].

Тому стає актуальним обґрунтування напрямів збільшення виробництва свинини та пошуку шляхів підвищення його економічної ефективності в контексті формування ринку м'яса. Проблема загострюється з огляду на те, що в умовах ринкової економіки низька ефективність виробництва свинини знижує конкурентоспроможність сільськогосподарських підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках [3].

Основні матеріали дослідження. Суттєвий внесок у вирішення проблеми ефективності виробництва свинини в сільськогосподарських підприємствах зробили такі вітчизняні вчені, як: В. Г. Андрійчук, П. С. Березівський, П. І. Гайдуцький, М. М. Ільчук, І. В. Кравець, О. В. Мазуренко, М. Й. Малік, В. Я. Месель-Веселяк, Л. В. Молдаван, П. Т. Саблук, І. В. Свиноус, В. І. Топіха, М. Д. Янків та ін. [2-4].

Відзначаючи цінність результатів дослідження названих вчених і сучасних наукових розробок для теорії і практики розвитку ефективного виробництва свинини, слід зауважити, що окремі аспекти зазначеної проблеми залишаються недостатньо вивченими.

В основі промислових технологій сьогодення закладені принципи потоковості і ритмічності виробничого процесу, які забезпечують рівномірне, стабільне впродовж року отримання, вирощування і відгодівлю свиней. Цілорічне потоково-ритмічне відтворення створює реальні можливості раціонально планувати і ефективно використовувати виробничі потужності, поголів'я тварин, приміщення. Оптимально і ефективно завантажувати обладнання, машини і механізми, правильно організовувати виробничий процес і процес зберігання, переробки та реалізації продукції.

Інтенсифікація виробництва продукції галузі свинарства, впровадження новітніх технологій вимагають якісно нового підходу щодо підготовки спеціалістів з обслуговування галузі. Ринок гостро потребує фахівців у галузі ветеринарної медицини, які добре розуміються на технології ведення тваринництва, проблемах, які вона породжує, і патології. Більше того, надання висококваліфікованих послуг є неможливим без набуття спеціальних знань і навичок у сфері управління [4].

Таким чином, ефективність свинарства залежить від генетики, технології вирощування і годівлі, здоров'я тварин й кормів. В структурі собівартості свинини найбільшу частку складають витрати на корми (до 70-80%). Нестача поживних речовин, особливо білка, а також амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів, спричиняє зниження приростів, збільшення строків відгодівлі, перевитрати кормів та, як наслідок, собівартість свинини, що вища, ніж в країнах ЄС.

При великому різноманітті кормових ресурсів свинарства основоположними для успішної реалізації їх поживної цінності слід визнати, по-перше, технології їх зберігання, приготування і використання кормосумішей, по-друге, вдосконалення норм згодовування поживних речовин кормів.

Використання сухого типу годівлі свиней на основі комбікормів забезпечує виробництво повноцінної і нешкідливої свинини згідно директив Європейського Союзу, щодо впровадження в Україні фітосанітарних норм, міжнародних і європейських стандартів у виробництві тваринницької продукції, які не передбачають застосування ветеринарних препаратів, які містять активнодіючі речовини, заборонені для використання розпорядженням Головного державного інспектора ветеринарної медицини України.

Сучасний тип годівлі у галузі тваринництва дозволяє застосовувати при годівлі різні види комбікормів. Найпоширенішими з них є повноцінні комбікорми та концентровані корми.

Сільськогосподарські підприємства та агрохолдинги на відміну від особистих селянських господарств можуть мати свої комбікормові заводи, і не лише купувати готові корми, але й самостійно їх готувати з врахуванням вітамінів А, Е, В, мікро- та макроелементів.

Аналіз раціонів показав, що потреба в протеїні сьогодні задовольняється не більше, ніж на 80%. Його дефіцит є причиною зниження продуктивності свиней, функціональних та морфологічних змін, порушується обмін речовин. Тому фермери постійно ведуть пошуки розв'язання цих проблем використовуючи нетрадиційну сировину як основу для нових кормових добавок з високим рівнем протеїнової поживності.

Переважна кількість дослідників стверджує, що раціони повинні складатися з фуражної пшениці, ячменю, гороху, дріжджів, фосфатів, лізину та йоду. Введення пробіотиків підвищує середньодобові прирости поросят майже на 9,7%, і скорочує витрати кормів на 8,7%.

Варто зауважити, що проведені дослідження кормової бази у свинарстві підтверджують доцільність застосування вітамінних добавок у поєднанні з ферментними препаратами, які зменшують витрати кормів і покращують продуктивність тварин на 1 ц приросту продукції.

При будь-якому підході в організації годівлі на фермах і комплексах найбільш ефективним є використання повнораціонних комбікормів. Використання гранульованих комбікормів при сухій годівлі також краще за багатьма показниками у порівнянні з негранульованими сумішами. Теплофізичний вплив на корми в процесі заготівлі, зберігання, подрібнення, гранулювання кормосумішей сприяють підвищенню доступності вуглеводів, протеїну, амінокислот і мікроелементів. Однак при цьому руйнується частина вітамінів. Ця ж група поживних речовин частково руйнується при тривалому зберіганні окремих компонентів комбікорму.

Годівля свиней сухими гранульованими комбікормами забезпечує зниження обсягів споживання кормів, потреби у складських приміщеннях і транспорті, часткове знезараження і підвищення засвоюваності, спрощення механізації і автоматизації процесу кормороздавання, скорочення втрат корму.

Застосування систем годівлі з використанням вологих і рідких кормосумішей та їх порівняння з сухими кормами ось вже багато років дискутується науковими центрами багатьох країн світу. Головною умовою переходу на вологу (рідку) годівлю повинна стати наявність у господарствах дешевих «рідких» компонентів раціону (відходи переробки молока, пивна барда, подрібнені відходи харчових підприємств, коренебульбоплоди власного виробництва та ін). При цьому слід ретельно прораховувати всі енерговитрати, пов'язані з приготуванням кормів. Нерідко невеликий виграш у підвищенні використання поживних речовин вологого корму (+5-8%) «з'їдається» додатковими витратами енергії на приготування корму, нормалізацію мікроклімату приміщень та збільшенням обсягів відходів і т. д.

Багато питань виникає на виробництві при реалізації нових інтенсивних технологій м'ясного свинарства у зв'язку з великими різночитаннями в нормуванні годівлі різних груп свиней. І якщо за вмістом енергії і сирого протеїну в комбікормах між вітчизняними нормами і рекомендаціями провідних компаній Європи відмінності несуттєві, то за рівнем незамінних амінокислот і вітамінів відмінності досягають 30...40%, відповідно, в 2...3 рази.

Американські і канадські фермери широко використовують регіональні (по штатах) рекомендації по структурі комбікормів для різних статевовікових груп свиней і стандартними наборами БВД, що включають добавки кристалічних амінокислот, необхідних мікроелементів і вітамінів. Причому добавки вітамінів проводяться без урахування їх у кормах, але з урахуванням втрат при екструдуванні, гранулювання і зберіганні. Цей підхід сьогодні знаходить широке поширення в європейських країнах.

У 2017 р. середньодобові прирости свиней на усіх стадіях виробничого циклу становили у середньому 528 г, у 2016 р. – 485 г (по

Україні – 420 г). Такі показники є достатніми для рентабельного свинарства, хоча у Європі середньодобові показники на вирощуванні становлять близько 450 г, на відгодівлі – мінімум 850-900 г для ефективного господарювання.

Формування сучасних показників виробництва у свинарстві відбувається, в основному, завдяки великим господарствам, що можуть дозволити собі конверсію кормів у розмірі від 3 до 4 к. од. на 1 кг приросту живої ваги.

Підвищення інтенсивності росту з 700 до 800 г веде до зменшення витрат кормів на 0,26 корм. од., або на 7%. В той же час споживання корму зі збільшенням приросту до 700 г підвищується на 11,3%, а до 800 г – на 5,1%, тобто при селекції свиней за енергією росту на відносно невисокому рівні середньодобових приростів їх збільшення відбувається в основному за рахунок підвищення споживання корму, а при високих приростах – шляхом підвищення рівня його використання [5,6].

На європейських фермах фермери застосовують у великій кількості премікси та протеїнові кормові суміші для свиней. Завдяки цьому окремі господарства досягають середньодобових приростів у розмірі до 1000 гр.

Проаналізувавши ринок кормів у галузі тваринництва по Україні слід відзначити, що за останній час відбулося зростання цін на корми протеїнової та зернової групи. Витрати фермерів на 1 ц пшениці зросли на 35% із 127,60 грн. у 2017 р. до 172,30 грн. у 2018 р.

На ринку кормових інгредієнтів у 2017 р. ціни на соняшниковий шрот та макуху станом на 18-24 листопада складали 1300-1800 грн./т, у 2018 р. – 4800-5100 грн. Соєвий шрот відпускали у 2018 р. за ціною 9700-10300 грн., що в 1,8 разів вище рівня 2017 р.

Серед резервів підвищення рентабельності виробництва свинини поряд із заощадженням матеріальних, трудових та інших виробничих витрат важливе місце належить факторам, які підвищують рівень реалізаційних цін, а саме: якість свинини, строки її реалізації, вгодованість тварин тощо.

Найбільші резерви підвищення ефективності вітчизняного свинарства криються саме у покращенні кормової бази, кормовиробництві і процесах годівлі. Сучасне свинарство починає широко використовувати у раціонах покращені кормові добавки, що стимулюють ріст м’язових і жирових тканин, поліпшують обмін речовин та збільшують середньодобові прирости.

Слід зауважити, що оптимізація раціону за рахунок введення більшої кількості дорогого корму збільшує вартість 1 т кормосуміші на 24%, але внаслідок зміни її поживності, середньодобові прирости зростають з 362 до 607 г, а ефективність вирощування середньорічної голови свиней зростає з 49 до 196 грн. Тобто вкладені кошти у

поліпшення якості кормосуміші не лише окупаються, а й приносять значний прибуток.

Нестача або надлишок у раціоні навіть одного необхідного компонента знижує ефективність інших, що викликає зменшення коефіцієнта корисної дії корму. Поживні та біологічно активні речовини дають позитивний ефект тільки у тому випадку, коли вони надходять до організму у суворо визначеній кількості і співвідношенні, відповідно щоденної потреби. Скорочення затрат кормів на одиницю продукції в значній мірі залежить від організації правильної і повноцінної годівлі свиней з урахуванням найновіших даних зоотехнічної науки. Вплив покращення конверсії кормів на відгодівлі свиней подано у табл.1.

Таблиця 1

Вплив покращення конверсії корму на відгодівлю свиней

Конверсія корму (кг корму на кг приросту)	**Витрати корму на 90 кг приросту (кг)**	**Економія корму (кг/голову)**	**Вплив на затрати (євро)**
1: 3,2	288	+18	+5,4
1: 3,0	270	0	0
1: 2,9	261	-9	-2,7
1: 2,8	252	-18	-5,4
1: 2,7	243	-27	-8,1
1: 2,6	234	-36	-10,8
1: 2,5	225	-45	-13,5

З таблиці 1 чітко видно, що із скороченням конверсії кормів на 1 кг приросту живої маси свиней, витрати кормосумішей на 90 кг приросту поступово скорочуються. Найвищий рівень економії кормів в розрахунку на 1 голову стада спостерігається при конверсії 2,5 кг корму на 1 кг приросту. Як показує таблиця навіть незначна зміна в конверсії кормів з 2,6 до 2,5 кг сприяє зменшенню витрат на 2,7 євро на 1000 грам приросту живої маси. При співвідношенні 1:3,2 на виробництві будуть спостерігатися перевитрати кормів у розмірі 18 кг на одну голову, що призведе до погіршення фінансових результатів на 5,4 євро на 1 голову.

Жорстка конкуренція у виробництві свинини вимагає підвищеної уваги до технології та техніки годівлі. На всіх ділянках потрібно знижувати кормові затрати, не знижуючи при цьому продуктивність тварин. На собівартість виробництва свинини впливає багато факторів, але левова частка припадає на корми: у Європі – 48-50 %, в Україні – приблизно 50-60 %. Тому одним з найважливіших питань є якомога раціональніше використання кормів з їх мінімальними витратами.

Висновки. Таким чином, дослідження показують, що ефективність свинарства залежить від генетики, технології вирощування і годівлі, здоров'я тварин й кормів.

Серед резервів підвищення рентабельності виробництва свинини поряд із заощадженням матеріальних, трудових та інших виробничих витрат важливе місце належить факторам, які підвищують рівень реалізаційних цін, а саме: якість свинини, строки її реалізації, вгодованість тварин тощо. Найбільші резерви підвищення ефективності вітчизняного свинарства криються саме у покращенні кормової бази, кормовиробництві і процесах годівлі.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК».* Київ. 2014. Вип.196, ч.1. С. 239-245.

2. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці ТДАТУ.* 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153-159.

3. Болтянская Н.І. Гамма-ресурс для фермської техніки. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2010. Vol.12. b. P.101-106

4. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko. Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

5. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

6. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

7. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes". Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

8. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition. Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.

9. Болтянская Н.І. Пути развития отрасли свиноводства и повышение конкурентоспособности ее продукции. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa.* 2012. Vol. 14. No, 3, B. P. 164–175.

УДК 631.362.3: 631.243.4

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, УБОРКИ И ПРЕДРЕАЛИЗАЦИИОННОЙ ДОРАБОТКИ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ

Комлач Д.И.[1], генеральный директор,
Воробей А.С.[1], к.т.н., научный сотрудник,
Ракова Н.Л.[2], доцент, к.т.н.,
Гарост П.Н.[2], инженер
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Введение. В структуре посевных площадей овощных культур открытого грунта Республики Беларусь столовые корнеплоды занимают около 30 тысяч гектаров, или 45,2 % [1]. Столовая свекла занимает 8,1 тысяч гектаров (27 %), урожайность которой составляет в среднем 230 центнеров с гектара.

Столовая свекла представляет собой уникальный продукт для здорового питания, находится на втором месте по важности и является самым значимым в мире растительным источником пищевой энергии среди незлаковых растений, источником восполнения недостатка витаминов, минеральных веществ и антиоксидантов.

Несмотря на очевидные достоинства, отрасль овощеводства является ресурсоемким производством. Решить эту задачу возможно только за счет разработки и внедрения инновационных технологий производства, хранения и переработки столовой свеклы.

Основная часть. Учеными РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработаны технологические комплексы машин и оборудования для реализации инновационных технологий для возделывания, уборки, закладки на хранение и предреализационной подготовки свеклы и моркови [2].

Для проведения основной обработки почвы и внесения удобрений включающей такие операции как дискование, внесение гербицидов, погрузка, транспортировка, внесение минеральных удобрений и вспашка применяются дисковый почвообрабатывающий агрегат АПН-4, опрыскиватель «Мекосан- 2500-18», машина РМЦ-8000, плуги ППО-4-40К и другие отечественные машины.

Предпосевная обработка почвы и посев включающая чизелевание, внесение минеральных удобрений, подготовка почвы и семян к посеву, нарезка гряд осуществляются агрегатами комбинированными АКШ-6-03, комбинированным посевным

агрегатом КПА-2,8, типоразмерным рядом пневматических сеялок СПО-2/4/6.

Уход за посевами осуществляется пружинно-зубовыми боронами различной ширины захвата, культиваторами-растениепитателями КРК-6, установкой дождевальной УД-2500, опрыскивателем «Мекосан-2500-18».

Для уборки, транспортировки и закладки на хранение применяются картофелеуборочные комбайны КПК-2, автомобили МАЗ-65018, пункты приемно-сортировальные ППС-20-60, конвейеры наклонные КН-650, загрузчики телескопические ЗТ-40 и конвейеры КТ-40.

Все сельскохозяйственные машины агрегатируются с отечественными энергетическими средствами «Беларус-820», «Беларус-1221», «Беларус-3022», «Амкодор Е-25», «Амкодор 332С».

Овощеводы Республики Беларусь научились выращивать столовую свеклу по инновационной технологии, однако оставался вопрос как ее реализовать с максимальной выгодой для производителя.

Рыночные отношения предъявляют повышенные требования к качеству реализованной продукции. Корнеплоды столовой свеклы с чистой кожурой, уложенные в современные упаковочные материалы продаются по более высокой цене, пользуются повышенным спросом у оптовых покупателей.

Специалистами РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана линия для доработки свеклы ЛПС-3000.

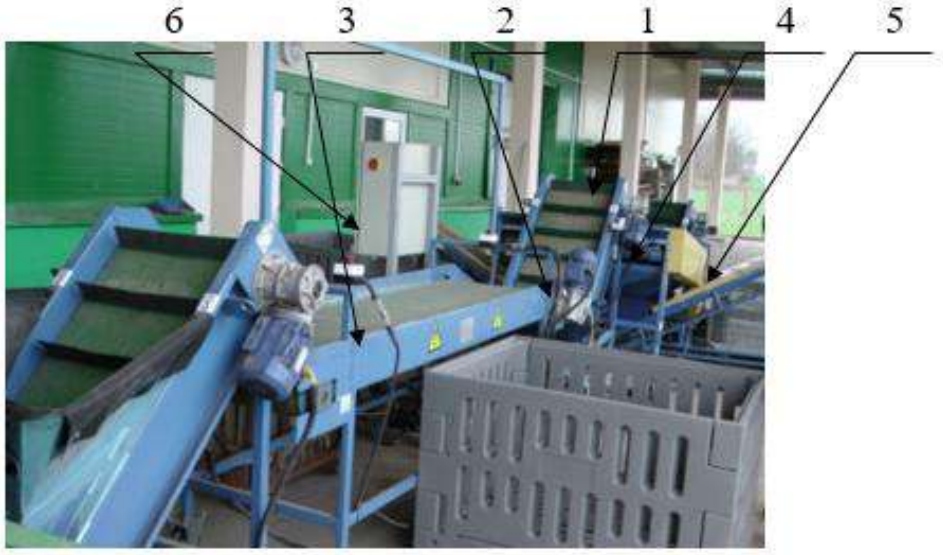


Рис. 1. Общий вид линии для доработки свеклы ЛПС – 3000:
1 – контейнероопрокидыватель, 2 – наклонный конвейер, 3 - переборочная машина, 4 – машина для калибровки свеклы, 5 – мешкодержатель, 6 – пульт управления

Таблица 1

Технические характеристики линии ЛПС – 3000

Наименование показателей	Значение
Тип оборудования	Стационарно-передвижной
Установленная мощность, кВт	6,5
Производительность за 1 час, кг - основного времени, - эксплуатационного времени	 3000 2500
Габаритные размеры, мм: - длина, - ширина, - высота	 12500 4400 2090
Обслуживающий персонал, чел: – на переработке – на затаривании	 4 2
Масса, кг	2700

Линия предназначена для инспекции, разделения на три фракции (до 50 мм, 50-100 мм, 100-120 мм), фасовки в полимерную сетку столовой свеклы.

Многие машины и оборудование линии универсальны и используются в линиях для предпродажной подготовки картофеля, лука, топинамбура, моркови и других овощей.

Заключение. Таким образом, в Республике Беларусь разработана и успешно внедряется инновационная технология возделывания, уборки, хранения и предреализационной доработки столовой свеклы, позволяющая существенно увеличить рост производительности труда, сэкономить топливо, снизить потери продукции.

Список литературы.

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / национальный статистический комитет Республики Беларусь. Минск, 2019. 211 с.

2. Бакач Н.Г, Володкевич В.И., Шах А.В. Оценка эффективности применения машин и оборудования для производства и закладки на хранение основных видов столовых корнеплодов. Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. научн.-практ. конф. Минск 18-20 октября 2017 г./ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» П.П. Казакевич (гл. ред / и [др.]. Минск, 2017. С.89-94.

УДК 631.333.92:631.22.018

БИОГАЗ – АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЬ

Скляр Р.В.[1], к.т.н.,
Ускенов Р.Б.[2], к.с.х.н.,
[1]*Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, г. Мелитополь, Украина.*
[2]*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан*

Концепция перехода к устойчивому развитию в значительной степени зависит от устойчивости развития энергетики – системообразующей отрасли хозяйства – в соответствии с экологическими и экономическими требованиями. Многогранный эффект биоэнергетических технологий включает в себя энергетический, экологический и экономический компоненты [1-3].

На фоне возрастающей энергетической потребности мировые запасы топлива истощаются. Запасов угля человечеству хватит приблизительно на 100 лет, запасов газа и нефти – на 40 лет. Проблемы сбережения природных ресурсов требуют противопоставления существующим технологиям производства энергии технологий, основанных на использовании альтернативных источников экологически чистой энергии.

Неудивительно, что в таких условиях эксперты все настойчивее рекомендуют украинским предприятиям инвестировать в использование биогаза (на 55-87% он состоит из метана и после доочистки может использоваться как заменитель природного газа, а для отопления и производства электроэнергии даже не нуждается в глубокой доочистке).

По расчетам председателя правления общественного союза «Биоэнергетическая ассоциация Украины» (БАУ) Георгия Гелетухи, общий экономически обоснованный потенциал производства биометана (после доочистки) составляет 26,5 млрд. м^3 в год. Этот объем может быть получен из отходов предприятий агропромышленного комплекса (АПК), лесного хозяйства, из сточных вод, а также из твердых бытовых отходов на некоторых полигонах (т. е. городских свалках).

Для сравнения: в 2013 г. Украина импортировала 27,974 млрд. м^3 природного газа, из которых чуть более 2 млрд. м^3 было закачано за счет реверса из ЕС. Иными словами, только за счет производства биометана Украина вполне способна постепенно вообще отказаться от импортного природного газа.

Наиболее перспективной сферой для строительства и использования БГУ считается АПК (в частности, животноводство, сахароварение и спиртовая промышленность), поскольку эти предприятия являются и «производителями» сырья для биогаза (т. е. различного рода биомассы), и потребителями энергии. Кроме того, многие объекты АПК строятся вдалеке от газопроводов и линий электропередач, а, следовательно, нередко нуждаются в автономном источнике энергоснабжения, которым и могла бы стать БГУ.

По сравнению с традиционными видами топлив и другими альтернативными источниками энергии биогаз сжигается в теоретическом количестве воздуха, благодаря чему обеспечивается высокий тепловой КПД и большая температура горения, биогаз зажигается при любых температурах окружающей среды и обладает высокими противодетанационными свойствами (рис. 1).

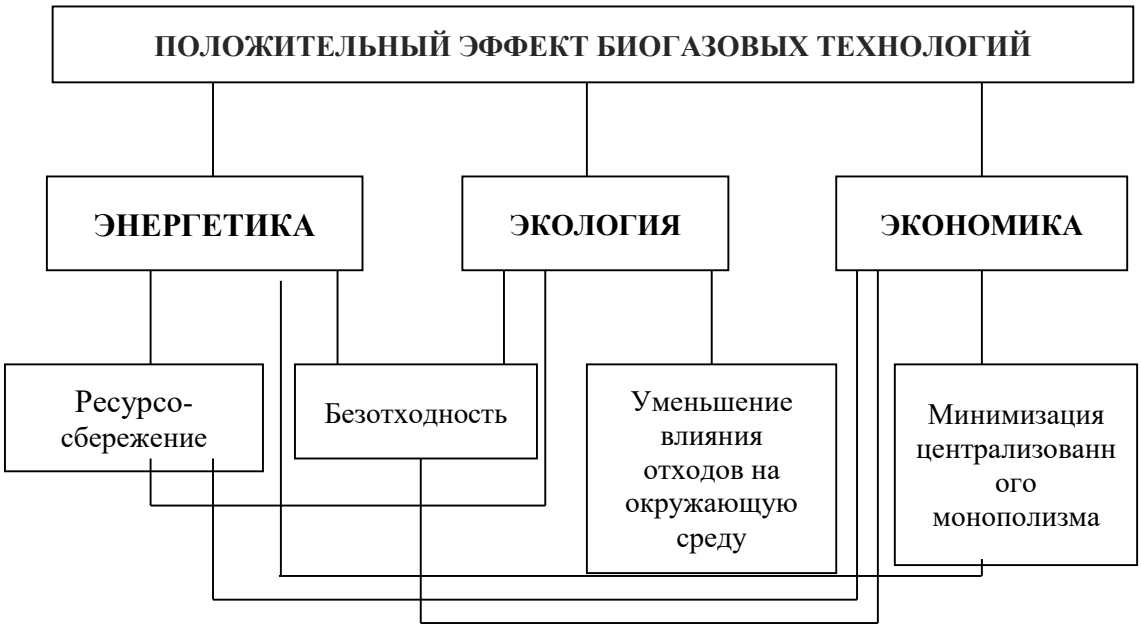


Рис. 1. Составляющие интегрального положительного эффекта биогазовых технологий

Использование биогаза как топлива позволяет получить значительный экологический эффект (таблица 1) [1,3,4]. Продукты энергетических процессов, связанных с использованием традиционных видов топлива, составляют 80…88% всех видов загрязнения биосферы. Для оценки вредных веществ в продуктах сгорания определены показатели суммарной экологической опасности (рис. 2). Показатели приведены к безразмерному виду: в количественном отношении пересчитаны на условное топливо, токсичность выражена как отношение предельно допустимой концентрации данного вещества к ПДК золы.

Таблица 1

Основные характеристики биогаза при содержании метана 50...80 %

Характеристика	Значение
Плотность при нормальных условиях, кг/м^3	0,95 – 1,40
Низшая теплота сгорания, МДж/м^3	18,0 – 27,5
Высшая теплота сгорания, МДж/м^3	20,0 – 31,5
Температура воспламенения, ^{0}С	650 – 750
Предел воспламеняемости (содержание в воздухе), %	6 – 12
Теоретический объём воздуха, необходимый для горения, $м_в/м_б$	4,8 – 7,6
Содержание углекислого газа в сухих продуктах сгорания, %	14,3 – 21,0
Нормальная скорость распространения пламени, см/с	16 – 22
Концентрационные пределы воспламенения, % низший высший	 6,5 – 10 17 – 31

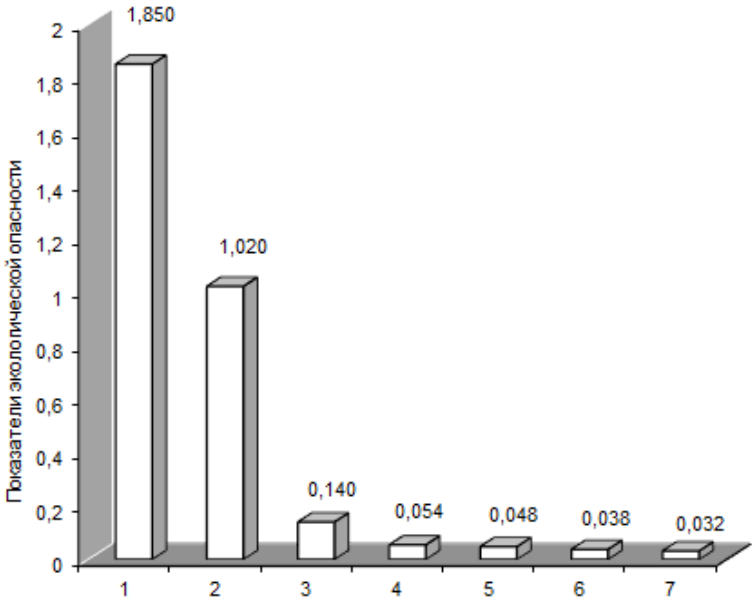


Рис. 2. Обобщённая оценка загрязнения окружающей среды продуктами сгорания: 1 – экибастузский уголь, 2 – торф, 3 – мазут, 4 – дизельное топливо, 5 – бензин, 6 – природный газ, 7 – биогаз

Использование биогаза как топлива по сравнению с использованием природного газа экологически более предпочтительно из-за меньшего содержания в продуктах сгорания соединений серы, азота, углекислого газа, золы.

По данным эксплуатации автопарка Швеции автобус, работающий на биогазе, выбрасывает в атмосферу за год по сравнению с

традиционными видами топлива на 1,2 т меньше оксидов азота и на 9 т меньше двуокиси углерода.

Уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду в результате замены традиционных видов энергоносителей биогазом является лишь одной компонентой экологического эффекта рассматриваемого процесса.

Другая, не менее значащая составляющая, может быть определена как возвращение значительного количества отходов производства и потребления в производственный цикл и уменьшение ущерба, причиняемого окружающей среде в результате накопления отходов.

Первый принцип оптимального функционирования экосистем обосновывает движение энергетических потоков системы – получение ресурсов и утилизация отходов в рамках круговорота всех элементов системы. Этот принцип гармонирует с законом сохранения масс, поток энергии полностью соответствует первому началу термодинамики. Поэтому большой интерес представляет поиск резервов внутри экосистемы для повышения интегральной эффективности используемых технологий. Экологический эффект биоэнергетики в значительной мере позволяет разрешить проблему отходов производства и потребления, нарушающих природный баланс. Основным сырьём для биогазовых технологий являются твёрдые бытовые и сельскохозяйственные отходы [1-3].

Использование биогазовых технологий на основе отходов животноводства позволяет не только получить товарный продукт – биогаз и экологически чистое удобрение, – но и приводит к снижению загрязнения сточных вод, уменьшению вредных выбросов в атмосферу, уничтожению запаха, снижению эпидемиологической опасности [4,5]. По обобщённым данным в результате действия цеха переработки жидкого навоза на Пярнуской свиноферме (Эстония) обеспечивалось снижение загрязнённости окружающей среды в 6,5 раз.

Понятие «экономическая эффективность производства биогаза» в свою очередь является понятием интегральным, имеющим «чисто» экономическую компоненту за счёт производства товарного продукта, энергетическую составляющую, позволяющую формировать оптимальную схему рыночной экономики, и многоплановый эколого-экономический эффект.

Экономический анализ перспектив биогазовых технологий основан на ключевых аспектах энергетики. В первую очередь – это монополизм структур традиционной энергетики. Опасность диктата монополии производителя энергии выражается в том, что у потребителя практически нет возможности выбора источника энергоснабжения, объёма и режима энергопотребления, тарифа на энергию и др.

Второй проблемой является глобализация и централизация энергетических систем, которая наряду с положительным эффектом минимизирует возможность управления системами на местах и уменьшает количество потенциальных энергопотребителей. Удалённость малочисленных потребительских пунктов от систем энергоснабжения приводит к экономической неэффективности традиционных централизованных систем. На фоне обозначенной интегральной проблемы, которую можно формализовать как «централизованный энергетический монополизм», повышается интерес к нетрадиционным альтернативным источникам энергии. Внедрение биоэнергетических технологий позволяет расширить рынок энергоносителей на региональном и, особенно, локальном уровне. Децентрализация энергоснабжения за счёт использования биогазовых технологий приведёт к энергетической независимости систем и, следовательно, к повышению управляемости и эффективности.

Обобщая всё вышесказанное, можно сделать вывод о том, что реализация проектов производства биогаза приведёт к положительному эффекту: уменьшению загрязнения окружающей среды, сбережению запасов полезных ископаемых, формированию оптимальной схемы энергетического рынка.

Список літератури.

1. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No.2, b. P.183-188.

2. Скляр А.Г., Скляр Р.В. Анализ показателей для контроля биологического процесса анаэробного разложения. *MOTROL: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2015. Vol.17. No.9, b.P.65-70.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.

4. Скляр А.Г., Скляр Р.В. Эксплуатационные параметры биогазовых установок. Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: *сборник научных статей по материалам IX Международной научно-практической конференции.* Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. С.58-65.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. - Вип. 13. Т.3. С.110-118.

6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Основи біогазових технологій та параметри оптимізації процесу зброджування. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2009. Вип. 9. Т.1. С. 18-28.

УДК 621.331

THE NEED TO IMPROVE PIG FEEDING OPTIONS

Boltianska N.[1], c.t.s.
Dr hab. inż Izdebski W.[2], prof.
[1]*Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university, Melitopol, Ukraine*
[2] *Wydział Zarządzania PolitechnikaWarszawska, Warsaw, Poland*

The problem of raising feed use of agricultural animals with the purpose of increase of level and quality of their products is one of the most important problems of agricultural biological science. Therefore, the change of the norms of feeding of agricultural animals and the revision of methods of nutritional assessment of feeds in the world of science is a continuous process. The need for improved feeding parameters and evaluation is primarily due to the development of physiological and biochemical basis of biology-feeding and obtaining scientific information that allows for a fresh look at the known facts, to determine and clarify the needs of animals in nutrients and ways to meet those needs. This also contributes to a significant increase in the productivity of animals, improve the art of feeding and forage harvesting technology. Scientific basis for improving the use of nutrients in feed is the physiology of nutrition of farm animals is based on knowledge of regularities and interrelations of the processes of digestion and metabolism. The initial stage of metabolism in animals is the digestion. It is a complex physiological and biochemical process by which food is received into the digestive tract, undergoes physical and chemical changes, and the contained nutrients are absorbed into the blood and lymph [1-3].

One of the important ways of improving the efficiency of nutrient utilisation of the feed is to increase its digestibility, that can only be achieved based on knowledge of physiological and biochemical processes of digestion of forage and with consideration about the relationship of these processes with the composition of the diet and physiological condition of the animal.

The development of the regulation of nutrients in our country was mainly in the direction of increasing the number of regulated and controlled performance. Up to a point these trends have been justified, but mainly for alive multi-gastric animals. Currently, needs are determined and the normalization is carried out only in digestible crude substances. It is known that animal for life and productivity need not feed, nor chemical components and compounds-metabolites, which are formed in the processes of digestion and intermediate metabolism. It is also known that ruminant animals have fundamental differences in physiology and metabolism that modify the quantitative and qualitative characteristics of almost all components of the feed. Microbiological processes in predzheludkov alter the amount and

composition of amino acids of the feed, the carbohydrate food are transformed into volatile fatty acids, Nelda components synthesized by the fat and high fatty acids.The synthesis of vitamins, the assimilation of mineral substances have their own characteristics. The new nutritional system currently being developed based on the substrate supply of metabolism is designed to solve this problem in many ways. Based on the knowledge about the physiological and biochemical processes of digestion of feeds, the amounts of nutrients absorbed, their distribution, assimilation and further processing, it will allow more efficient use of feeds, reduce metabolic stress, the number of diseases associated with metabolic disorders, which will allow the economic operation of highly productive animals. Unlike nutrition systems based on metabolic energy, this system divides the components of energy into the main substrates used in metabolism [4-6].

It is known that most of the substrates that are directly involved in the metabolism are formed and absorbed in the digestive tract, while the other is formed in the processes of intermediate metabolism in organs and tissues. Therefore, the basis of the new system is the digestion unit, in which the quantitative composition of the absorbed nutrients is calculated. On how exactly these indicators will be calculated, the further operability of the entire system will depend. In this regard, the need for further research on the digestion processes on issues related to the formation of the final digestion products is determined and is still not sufficiently quantified. The ultimate goal of these works was to obtain quantitative characteristics of the main digestive processes in different parts of the gastrointestinal tract, clarification of the key coefficients and their translation on the dependent variables [3,4].

Research domestic and foreign scholars on the study of the characteristics of digestion in ruminants accumulated a large experimental material showing the important role of hypothermia in the transformation and assimilation of feed nutrients. The final hydrolysis of nutrients, capable of absorption and transfer into the internal environment of the body, occurs mainly in the intestine. In this regard, it is important to identify and clarify the relationship between the digestion of food in predzheludkov and their subsequent hydrolysis and absorption in the intestine. Deep knowledge of the processes of digestion of feed in the gastro-intestinal tract will allow us to more reasonably manage the feeding of animals.

In the system of full feeding of farm animals is of great importance to the security of their protein. In recent years in our country and abroad, particularly close attention was paid to protein nutrition of ruminants. This is due to the fact that the shortage of fodder protein is still one of the main problems in feeding of farm animals. Under these conditions, along with increased production of high-quality protein feed is not less important is the development of methods of increase of efficiency of their use.

Recent studies have demonstrated that the issues of the rational feeding of ruminants is not possible without sufficient knowledge of the processes of

decay of feed protein and synthesis of microbial protein in the rumen. Of particular importance here is given to the development of science-based feeding of highly productive animals. If need low animal protein can be satisfied by the synthesis of microbial protein in the rumen and qualitative composition of protein feed does not play a role, the need of highly productive animals is met by microbial protein and high quality protein feed, not disintegrated in the rumen. In this regard, the elucidation of the conditions conducive to rapid synthesis of microbial protein in the rumen due to simple nitrogenous compounds, and also decreasing the breakdown of high-quality protein feeds and the increasing flow of the stomach is an important task in the development of measures to improve feed efficiency and animal productivity.

Experimental data on the characteristics of the metabolism of nitrogenous substances in ruminant precluded, knowledge of the physico-chemical properties of protein, synthesis of microbial protein in the rumen and the contribution of the latter in aminokislotna security animals became the basis for a new approach to the regulation of protein nutrition of ruminants. As a result, many countries have developed and implemented a new protein power system. In ruminants, as in multi-gastric alive, the need for nitrogenous components is met by amino acids absorbed in the small intestine. They enter in the composition of microbial protein, feed protein that is not broke, and endogenous proteins. The need of rumen microorganisms in nitrogen is met through the use of nonprotein nitrogen and protein fractions of the feed that breaks up, speed and the amount of disintegration which are important determinants of the overall nutrient digestibility in the rumen and the efficiency of use of nitrogen feed ruminants. Indicators of the speed and magnitude of the collapse of the feed protein is determined along with physico-chemical properties of the protein, proteolytic and cellulolytic activity of cicatricial environment and the speed of evacuation of hypothermia in the intestines. Currently, the literature provides little data on the effects of the rumen environment on the rate and extent of disintegration of the crude protein of the feed.

As a result of these studies note that the degree of decomposition of protein in the rumen of ruminants is regulated mainly by outflow of scar content. However, in some cases, the researchers did not find influence of rate of outflow of the breakdown of protein. In this regard, is of great importance to clarify the conditions under which such an effect occurs depending on the composition of the fractions of the protein and the diet in General. These same issues are relevant in terms of the impact of diet composition and conditions of the rumen environment on the performance of the decay fractions of fiber, starch, sugars and lipids separate feed.

In formulating rations for ruminant animals to ensure them a sufficient level of protein that does not break, consider the fractional composition of the protein and the rate constant of decay of its insoluble fraction that decays.

The lower the pH, the scar environment is less than 6.3, due to the increased fermentation of non-structural carbohydrates of forages of the diet, decreases the rate constant for decomposition of protein, which leads to a change in the level of decay of SP feed. The new system of feeding the cows allow you to assess the need and carry out the feeding with the accounting for the formation of substrates in the digestive tract in the process of digestion of the feed and intermediate metabolism in the body after absorption.It is believed that it is only on this basis that it is possible to proceed to the prediction of the chemical composition of milk. It is known that the bulk of the substrates that are directly involved in the metabolism are formed and absorbed in the digestive tract, while less is generated in the processes of intermediate metabolism in other organs and tissues.

Therefore, the basis of the new system is the digestion unit, which calculates the quantitative composition of the individual nutrients that are absorbed, rather than digested raw nutrients. On how exactly these indicators will be calculated, the further operability of the entire system will depend. In this regard, there is a need to study the digestive processes on issues related to the development of the final digestion products.

References

1. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. *Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition.* Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.

2. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

3. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes"*. Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

4. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko.* Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

5. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

6. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

УДК 631.362.36:533.9

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОРТИРОВАНИЕ СЕМЯН – УСЛОВИЕ ВЫСОКОГО УРОЖАЯ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР

Городецкая Е.А. к.т.н., доцент,
Городецкий Ю.К. инженер-магистр,
Непарко Т.А. к.т.н., доцент,
Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Постановка проблемы. Успех растениеводческой отрасли определяется многими факторами: погодой, качеством семян, агротехникой, сбором урожая, его сохранением и доставкой потребителю. Важны все эти стадии, однако качество семян часто определяет не только нагрузку на высевающие аппараты, но и насколько растение будет сильным, а его плод – здоровым и лежким. Современное растениеводство почти во всех странах приобрело характер рискованной производственной деятельности человека. Развитие промышленных агротехнологий уже предполагает выращивание многих культур без затрат ручного труда за счет посева на конечную густоту растений [1]. Понятно, что здесь основную роль играет предпосевная подготовка семян. Обзор мировой научной литературы [1, 2] показывает высокую заинтересованность ученых (аграриев, экологов) такими технологиями обработки семян, которые обеспечивали бы производителей хорошим посевным материалом, так как сегодня его качество не всегда соответствует растущим потребностям производства. Применение дополнительных методов обработки семян для стимулирования их прорастания является резервом повышения стабильности всей отрасли [2].

В существующем перечне предпосевных методов подготовки семян наиболее применяемый до сих пор химический – путем нанесения на поверхность или выдерживания семян в регуляторах роста (брассиностероиды, гиббереллины, ауксины, янтарная, парааминобензойная, салициловая, жасминовая кислоты) и многие др. Нашими исследованиями отмечен положительный эффект воздействия электрофизическими методами на улучшение агрономических свойств семян – всхожести и энергии прорастания [2]. Их объяснение связано с необратимым влиянием естественных и искусственных электромагнитных полей на состояние растений и семян, воздействием на их продуктивность.

В Беларуси быстро «вошли в моду» когда-то редкие зеленные культуры: кроме известных петрушки, тмина и укропа, мы стали использовать базилик, кориандр, разновидности салатов и луков,

мангольд, рукколу, шпинат [3-8]. Актуальна и сейчас доступна средиземноморская модель питания, самая здоровая в мире. Однако потенциальные возможности этих культур используются далеко не полностью. Основными причинами, сдерживающими получение стабильных урожаев, считаются низкая всхожесть, высокая восприимчивость районированных сортов к болезням и вредителям, слабая энергия прорастания семян. Кроме того, многие желаемые нами культуры неохотно растут на полях Беларуси с ее малым количеством солнечных и необходимых теплых дней. Выход в выращивании в закрытом грунте на химических субстратах и в технологиях досвечивания, конечно, есть.

Изучением явлений, происходящих при диэлектрической сепарации, в Республике Беларусь занимается коллектив ученых кафедры электротехнологии БГАТУ. Интересны теоретические изложения и результаты исследований на современном аппаратурном и изыскательском уровне, т.к. других центров подобных исследований в нашей стране нет.

Основные материалы. Принцип диэлектрического сепарирования семян укропа, кориандра и тмина заключается в действии равнодействующей различных по значению и направлению сил, создаваемых рабочим органом - системой заряженных электродов (бифилярной обмоткой) диэлектрического сепарирующего устройства. Другими словами, на семена, помещенные в электрическое поле, действуют силы, обусловленные этим полем, и силы механической природы [9]. При помещении диэлектрических частиц (а к ним в полной мере относятся названные семена) в электрическое поле, на связанные заряды, образующие в семени диполь, будут действовать силы, которые ведут к смещению зарядов, т.е. к поляризации семян. Если принять во внимание, что диэлектрическая проницаемость семян пропорциональна их влажности, то эффективнее сепарировать более сухие семена.

Используя многообразие видов поляризации, при диэлектрической сепарации осуществляется разделение частиц с равной массой и размерами (что невозможно на механических ситах и аспирационных каналах), но различным биохимическим составом. И это на порядок более интеллигентное разделение смесей.

При сортировании семян пряно-ароматических культур диэлектрический сепаратор работал с подачей около 100 кг/ч (на 1 м длины барабана); потребляемая мощность колебалась около 0,7± 0,2 кВ, энергоемкость 0,14 кВт/кг.

Результаты и выводы. Эффективность диэлектрического сортирования мелких семян зеленных растений проявляется за счет повышения всхожести на 10% и урожайности до 20%, при этом внешнее электрическое поле не изменяло нативные свойства семян

[10]. На основании проведенных исследований, мы можем рекомендовать при диэлектрической сепарации мелкосемянных пряно-ароматических растений применение полиэтиленовой пленки на рабочем органе толщиной 40–60 мкм, как диапазон толщины с удовлетворительными эксплуатационными качествами и обеспечивающим эффективное разделение смеси.

Мы рекомендуем диэлектрическое сепарирование семян укропа и кориандра проводить при напряжении на рабочем органе 0,9–1,5 кВ, однократном пропуске семян дает ускорение прорастания семян на 2 дня, всхожесть и энергию прорастания повышает на 10 % в сравнении с контрольными партиями. Таким образом, при всхожести контрольных семян, равной в среднем 60 %, опытные показали до 74%, что является предпосылкой получения дополнительного урожая.

Электромагнитные воздействия повышают энергию прорастания семян и иммунитет растений. Применение таких технологий позволяет получать прибавку урожая на 10–12%; уничтожать семенную инфекцию; повышать энергию прорастания и всхожесть семян [10]; улучшать фотосинтезирующий аппарат растений. Естественно способствует более быстрому развитию растений, минимизации потерь и микротравмирования семян; создает экономию материальных ресурсов. Это экологичный способ.

Нами получены многие охранные документы по диэлектрической сепарации сыпучих смесей и модернизации сепаратора.

Следует подчеркнуть необходимость углубления и огромную перспективность названных исследований и тесного сотрудничества не только ученых разных стран, но и разных наук, т.к. единственно реальные результаты можно получить только на стыке наук – электрофизики и биохимии, аграрных наук и биологии.

Список литературы

1. Отчет о НИР «Разработка электрофизических методов как средства снижения пестицидного прессинга и повышения урожайности сельскохозяйственных культур» по договору с БРФФИ № Б110Б-018 от 2011 г. Научный руководитель Городецкая Е.А. 78 с.

2. Отчет о НИР «Изучение физиолого-биохимических свойств и агрономических качеств мелкосемянных культур в условиях диэлектрической сепарации» согласно договору с БРФФИ № Б14– 017 от 23.05.2014 г. Научный руководитель Городецкая Е.А. № Госрегистрации 20142846. 58 с.

3. Гатаулина Г.Г., Долгодворов В.Е. Технология производства продукции растениеводства. М.: Колос, 1995.

4. Дудченко Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Л.Г. Дудченко, А.С. Козьяков, В.В. Кривенко. отв. ред. К. М. Сытник. К.: Наукова думка, 1989. 304 с.

5. ГОСТ 17081-97 Плоды кориандра. Требования при заготовках и поставках. Технические условия (с поправкой)

6. Смолянова А. М. Эфиромасличные культуры. М.: Колос, 1976.

7. Аронова Н.И. Наука сельского хозяйства. - М.: Колос, 1979.

8. Diederichsen *A.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 3: Coriander *Coriandrum sativum L*. 1996. 83 с.

9. Городецкая, Е.А. Диэлектрическая сепарация – способ электрофизического управления качеством семян зеленных культур // Е.А. Городецкая, И.Б. Дубодел, Т.А. Непарко, Ю.К. Городецкий, А.С. Качалко, И.А. Павлович. Тезисы Ш Международной практической конференции «Переработка и управление качеством с.-х. продукции», 23-24 марта 2017, БГАТУ, ИТФ: под ред. И. Шило. 458 с.

10. Заключительный отчет о НИР «Изучить морфофизиологические особенности прорастающих семян Apiaceae после их предпосевной интегрированной электрофизической обработки» по договору с БРФФИ № Б18-016 от 30.05.2018 г., № ГР 20181357 Научный руководитель Городецкая Е.А. 71 с.

УДК 636.083.3:614.94

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЕНЕРГООЩАДНИХ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ В СВИНАРНИКАХ

Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. У зв’язку із загальносвітовим зростанням цін на енергоносії дедалі гострішим питанням для свинарських підприємств стає застосування енергоощадної техніки й устаткування [1-3]. Адже низької собівартості свинини тепер досягати все важче. Однак саме ті підприємства, які знизять свої виробничі витрати, зможуть у підсумку втриматися на ринку й нарощувати обсяги виробництва.

Тому, вибираючи обладнання для систем мікроклімату свинарників [3,4], потрібно врахувати всі індивідуальні особливості

кожного приміщення, в якому утримуватимете свиней. Крім цього, треба зважати й на кліматичні особливості свого регіону. Важливо й те, скільки свиней господарство планує утримувати в одному приміщенні.

Основні матеріали дослідження. Мікроклімат на фермі являється визначним фактором, який безпосередньо впливає на розвиток, приріст та здоров'я поголів'я [2,3]. Мікроклімат це - не тільки комфортний температурний режим, вологість, але і склад повітря, належність в ньому мікробів, шкідливих сумішів, газів тощо. І якщо не брати до уваги всі ці параметри, то це може призвести до зниження імунітету поголів'я, зменшенню ефективності та дохідності виробництва.

Оптимальний режим температур для тварин різного віку та статі не однаковий. Це пов'язано з різною інтенсивністю обміну речовин, яка змінюється зі збільшенням живої ваги та інтенсивністю використання – тобто продуктивністю. Навіть в окремих тварин однієї статево-вікової групи реакція на зміну температури може відрізнятися.

Відповідно даним вчених [4-6], оптимальна температура для утримання поголів'я на відгодівлі в початковий період не повинна перевищувати 22 ^{0}C, в наступний період допускається 14…20^{0}C, а для свиней масою від 90 кг – 10…16 ^{0}C. Для утримання поросят в цеху опоросу: віком до 2-х тижнів 28…33 ^{0}C, від 2-х до 4-х тижнів – 26…30^{0}C.

Від надмірної температури найчастіше страждають племінні свиноматки – навіть на підприємствах, основні показники яких щодо мікроклімату відповідають нормі. Це пов'язано зі значними розбіжностями оптимальної температури для свиноматок та підсисних поросят. До температурного режиму цих двох груп тварин (яких утримують разом) ставлять особливі вимоги [4,6].

Потреба маленьких поросят у теплі, особливо впродовж перших днів життя, є пріоритетною умовою для виживання молодняка. Свиноматка ж змушена терпіти спеку, не маючи змоги кудись сховатися. Найбільше її стресові сприяє перегрів через те, що в боксі для опоросу з обох боків для поросят встановлюють теплі килимки. Вона не тільки страждає від зависокої температури, яка майже ніколи не відповідає її оптимальній потребі у +18^{0}C, а ще й зазнає впливу додаткових джерел тепла. І негативний вплив на свиноматку тим сильніший, чим вища її молочність та чим більше поросят. Тож обладнуючи зручне гніздо для поросят, не слід забувати і про іншу важливу тварину в цій групі – свиноматку. Бо нехтування її потребами може зіпсувати всі досягнуті успіхи, спричинити значне зниження молочної продуктивності, загальне ослаблення серцеве-судинної, дихальної та нервової систем, що не дозволить відлучити велику кількість міцних поросят та успішно використовувати свиноматку в подальшому.

Серед сучасних і відносно нових варіантів опалювальної техніки в наших дослідженнях хотілося б виділити енергоощадні зональні прилади фірми НАКА (Німеччина), що являють собою обігрівальні навіси (рис. 1) [4]. Їх застосовують на дорощуванні поросят (7…30 кг), а також для обігріву гнізда поросят у корпусах опоросу.

При утриманні поросят на дорощуванні НАКА рекомендує застосовувати обігрівальні навіси з тепловим випромінювачем, що працюють на гарячій воді (рис. 1, а). Це сприяє досягненню оптимального мікроклімату, значно знижує поточні виробничі витрати (до 70%) і поліпшує повітряний режим у приміщенні.

Енергоощадний потенціал цього обігрівача:

– опалюється не приміщення, а зони. Саме приміщення можна тримати на кілька градусів прохолоднішим, ніж звичайно;

– опалення лише зон приміщення веде до зниження загальних виробничих витрат;

– поліпшення якості повітря й мікроклімату в приміщенні (менше CO_2 і H_2O);

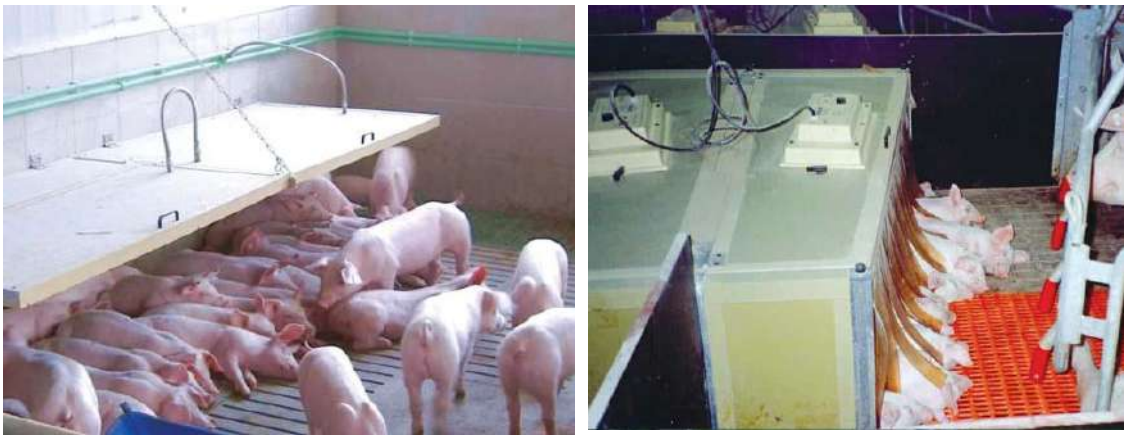
– зниження загазованості в приміщенні, менша концентрація NH_3 завдяки прохолоднішій температурі в приміщенні, що знижує (сповільнює) газоутворення в гнойових ваннах і каналах;

– підвищення приростів ваги на дорощуванні поросят;

– поліпшення здоров’я свиноматки (на опоросі), підвищення апетиту й молоковіддачі.

Порівнюючи енергозатрати електричного зонального обігрівача фірми НАКА (рис. 1, б) й обігріву в гнізді поросят за допомогою інфрачервоної лампи, одержуємо таке співвідношення: 80 Вт/250 Вт (1:3 на користь навісу). Мінус інфрачервоної лампи ще в тому, що вона обігріває всіх поросят нерівномірно [4,6]. Місце під лампою займають, як правило, найдужчі поросята, відсуваючи слабших на місця, що обігріваються погано або не обігріваються зовсім. Також неоптимальне розміщення лампи веде до дискомфорту в гнізді, й поросята «підсмажуються», зсуваючись на краї. Також підвищується ризик задавлювання. Крім того, лампа - це додаткове теплове навантаження на свиноматку й небезпека загоряння. На практиці такі лампи порівняно частіше виходять із ладу.

Навіс обігріває всіх поросят рівномірно й однаково (+36…+37°С), випромінюючи при цьому приємне на відчуття тепло. Також добрим рішенням є дооснащення навісу прозорими пластиковими шторками, що допоможе тримати тепло в системі й уникати непотрібних тепловтрат.



а б

Рис. 1. Зональний обігрівальний навіс, гніздо поросят: а) з водяним теплоносієм, б) електричний.

Провідні свинарські підприємства приділяють дедалі більше уваги комфорту утримання свиней, зокрема якості роботи вентиляції. Голландська компанія VAL-CO в Україні [4] пропонує системи вентиляції, де для припливу повітря в холодний період року використовують настінні кватирки, які можна обладнувати захисною сіткою. Компанія також пропонує системи вентиляції, які видаляють надлишкове тепло через створення тунельного ефекту. Тут, окрім припливних кватирок, є ще одне рішення: припливні жалюзі з індивідуальним сервомотором.

Виробник обладнання для тваринництва - данська фірма Skov - конструює свої витяжні шахти з аеродинамічним дизайном, що сприяє значному зниженню операційних витрат і підвищує ефективність умонтованих у них вентиляторів. Для регулювання тут використано систему MultiStep®, завдяки чому сумарна економія електроенергії може досягнути 50…70 %.

Припливні клапани в цій системі вентиляції вирізняються тим, що крутий кут заслінки тут спрямовує повітря до стелі за мінімального рівня вентиляції. Верхня частина заслінки армована металом, що поліпшує закриття клапана. Клапан можна обладнати також спеціальним пристроєм «гасіння» сили вітрів, що корисно для регіонів із сильними вітрами.

А от компанія «Біг Дачмен» [4] пропонує цілу низку можливих рішень обладнання систем вентиляції залежно від специфіки потреб замовника. Тут можна використати клапани в стіні та стелі, припливні шахти FAC або ж перфоровані, придатні для всіх типів приміщень із проміжною стелею. Їх виготовляють із теплоізоляційних поліуретанових плит.

Перфорована стеля DiffAir складається з трапецієподібних профілів із склопластика, які слугують дифузною системою припливу

й одночасно - економічним варіантом ізоляції стелі. Приплив повітря здійснюється рівномірно на всій площі стелі в приміщенні.

Припливну шахту FAC, якщо її обладнано всередині вентилятором, можна використати для вентиляції на основі рівного й підвищеного тиску. Вентилятор подає повітря в приміщення через поширювач припливного повітря.

Німецьке обладнання для вентиляції від фірми Weda має регулятор клімату, який автоматично виконує різноманітні функції: регулювання вентиляції, опалення та охолодження. Ці системи передбачають монтування перфорованої підвісної стелі для рівномірного поширення повітря.

Витяжні комини системи від Weda працюють з високою продуктивністю, не витрачаючи багато енергії. Вентилятори вирізняються лише низьким рівнем споживання енергії. Разом з тим вони мають високий ресурс роботи, а, працюючи, створюють мінімальний рівень шуму.

Українська компанія «АгроКліматУкраїна» постачає вентиляційні системи різних типів.

Система LPV (Low Power Ventilation - вентиляція з низьким споживанням енергії) являє собою систему, розроблену для здійснення вентиляції за допомогою клапанів, що містяться в стінах або стелі. Це класична система негативного тиску, яку можна адаптувати до більшості типів приміщень.

Вентиляційні системи рівного тиску, які пропонує цей український виробник, можна також використовувати в зонах помірного клімату. Особливо зручно застосовувати їх у приміщеннях, які мають суміжні зовнішні стіни з іншими будівлями. Іншим варіантом використання цих систем є будівлі, розміщені в місцях із сильними вітрами.

Фірма НАКА [4] пропонує системи припливної вентиляції, які застосовують у свинарниках, у двох основних різновидах: помірна (свіже повітря повільно надходить у тваринницьке приміщення через дірчасту підвісну стелю і, рухаючись у напрямку тварин, витісняє на своєму шляху відпрацьоване повітря) та інтенсивна або струменева (свіже повітря надходить у тваринницьке приміщення через широкі припливні клапани, розміщені на підвісній стелі). Для нормального функціонування вентиляційної системи свинарник повинен мати просторий дах або технологічний поверх, куди має заводитися свіже повітря, яке потім буде спрямовуватися до тварин у помірному (взимку) або інтенсивному (влітку) режимі.

Однією з важливих умов помірної вентиляції є можливість подавання свіжого припливного повітря через дірчасту підвісну стелю на великих площах, бажано по всьому периметру тваринницьких приміщень. Такий метод гарантує, що підготовлене повітря (влітку охолоджене за допомогою адіабатичних систем, а взимку - підігріте за

допомогою теплообмінника) невеликими імпульсами буде помірно (повільно) і рівномірно надходити у приміщення до свиней. Цей вид подачі свіжого повітря дозволяє спрямовувати його до тварин у повільному режимі, не руйнуючи при цьому теплого повітряного прошарку на тілі тварин. Сьогодні тенденція така, що на практиці дірчасті припливні канали все більше витісняються дірчастою підвісною стелею на великих площах.

За інтенсивною вентиляцію потоки свіжого повітря подаються до тварин інтенсивніше та з більшою швидкістю, що сприяє утворенню в приміщеннях невеликих повітряних хвиль. Завдяки цій системі швидкість повітряних потоків по приміщенню є вищою, ніж при помірній вентиляції. Це потрібно для руйнування теплого повітряного прошарку навколо тіла тварин та забезпечення їх комфортнішими умовами утримання.

Проте, говорячи про потреби господарств України [4,6], слід враховувати один істотний нюанс. Системи інтенсивної струменевої вентиляції, які працюють цілорічно лише завдяки вмонтованим у стіни а/або стелі свинарника припливним клапанам, доцільно застосовувати на комплексах, збудованих в регіонах з морським кліматом у помірно-кліматичних зонах. Для України з її континентальним кліматом рішення на користь таких систем не є оптимальним з економічного та технологічного погляду.

В умовах України варто говорити про комбіновану систему припливної вентиляції. Вона поєднує інтенсивну та помірну системи вентиляції (рис. 2), що дозволяє отримати таке технічне рішення, яке відповідає різним виробничим потребам узимку, влітку і в перехідні сезони. Адже взимку можна подавати припливне свіже повітря до тварин повільно, не руйнуючи при цьому теплового повітряного прошарку на їхньому тілі. А влітку - навпаки, збільшувати швидкість потоків припливного повітря і цим охолоджувати тварин. Завдяки високим швидкостям припливних потоків влітку тварини почувають себе комфортніше, що веде до підвищення показників продуктивності.

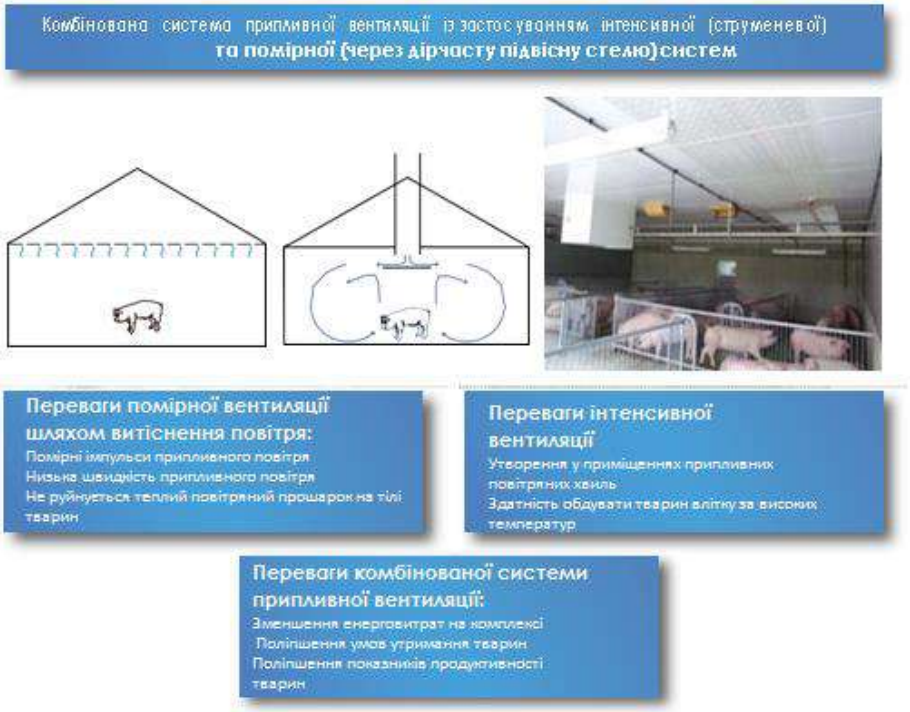


Рис. 2. Комбінована система припливної вентиляції із застосуванням інтенсивної та помірної систем фірми НАКА (Німеччина).

Однією з важливих складових системи вентиляції є витяжка відпрацьованого повітря з робочих приміщень [4]. Оптимальним рішенням на сьогодні є комбінація так званої нижньої й верхньої витяжки повітря.

При нижній витяжці відпрацьоване повітря витягується під щілинною підлогою, прямо з гнойового каналу. Таким чином, шкідливі гази забираються в місці їх утворення й виводяться через витяжну систему назовні [3,4]. Це значно зменшує вміст шкідливих газів усередині приміщення, завдяки чому можливе скорочення інтенсивності повітрообміну, що в свою чергу сприяє підвищенню комфорту тварин і зниженню затрат у період зимового опалення.

За нижньої витяжки уся площа щілинної підлоги є витяжною площею. Але вона зменшується відповідно до збільшення маси тварин (великі свині лежать, як правило, на самій щілинній підлозі), що зрештою призводить до зменшення кількості повітря, що витягується.

Верхня витяжка може бути легко вбудована в будь-яку вентиляційну систему, бо немає потреби враховувати розташування групових станків та гнойових каналів. Система витяжки монтується в приміщенні горища і стелі окремих відділів. Завдяки верхньому розташуванню витяжних пунктів у спекотливі дні надлишкове тепло легко видаляється цією системою з приміщення назовні, знижуючи тим самим стрес-фактор у тварин від перегріву. Але оскільки повітря

протягується через весь простір приміщення, в ньому міститься порівняно більша кількість шкідливих газів, ніж за нижньої витяжки.

Завдяки комбінації нижньої та верхньої вентиляцій створюється система, що оптимально реагує на будь-які зміни (як, наприклад, збільшення маси свиней чи підвищення температури в літній період). Крім того, незважаючи на поганий повітрообмін у зимовий період, нижня витяжка забезпечує знижений вміст шкідливих газів у приміщенні. У літній період верхня витяжка забезпечує високий повітрообмін та нормальну для тварин температуру. Ця комбінація систем витяжки повітря не тільки сприяє доброму стану тварин у будь-який період року, а й веде до поліпшення їх продуктивності. Саме тому, попри відносно високу вартість комбінації систем вентиляції, вона порівняно швидко окупиться у зв'язку з підвищенням продуктивності утримуваного поголів'я.

Висновки. Таким чином, проведені дослідження показують, що плануючи вентиляційні системи свинарника, треба завжди виходити з фізіологічних потреб тварин та забезпечувати відповідний комфорт при їх утриманні. Температурний режим у тваринницьких приміщеннях має відповідати віковій групі свиней, а нормативний показник вологості повітря слід підтримувати стабільним впродовж всього року. Крім того, треба забезпечити тварин достатньою кількістю кисню та не допускати високих концентрацій шкідливих газів (таких як аміак та сірководень) у тваринницьких приміщеннях.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. - Вип. 13. Т.3. С.110-118.

3. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт/ О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, Н.І. Болтянська, Б.В. Болтянський, С.В. Дереза, С.М. Григоренко. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.

4. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська, Д.О. Мілько, Б.В. Болтянський. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019 . 608 с.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Нові технології в проектуванні свинарських ферм і комплексів. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2010. Вип. 10. Т.5. С.169-176.

6. Болтянська Н.І. Створення оптимальних параметрів мікроклімату в умовах зростаючого дефіциту енергоносіїв в галузі свинарства. *Науковий вісник НУБіП України.* 2016. № 254. С. 284–296.

УДК 631.22.018

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ В ЖИДКОМ НАВОЗЕ

Скорб И.И., ст. преподаватель,
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь.

Постановка проблемы. Гидравлические системы удаления навоза в последние годы получают всё большее распространение как наиболее простые и надёжные в эксплуатации.

Применение гидравлических систем уборки навоза периодического действия, позволяют сократить затраты труда и материальные затраты на 10–30%, по сравнению с механическими средствами уборки. Удельная металлоемкость гидравлических систем уборки и транспортировки навоза в 4–6 раз меньше.

С началом применения гидравлических способов уборки навоза связаны исследования реологических и физико-механических свойств жидкого бесподстилочного навоза.

Основные материалы исследования. Исследования гранулометрического состава показали, что в свином навозе при концентратном типе кормления частиц размером 0,5 мм и меньше содержится более 50 %, в навозе КРС частиц размером до 0,5 мм – около 50 %, частиц размером от 3 до 10 мм – около 30 % [1].

С.Д. Дурдыбаевым установлено, что в навозе КРС содержится более 55 % частиц размером до 0,25 мм, в свином навозе – около 58 % частиц размером 0,25–1,0 мм [2].

Во время хранения жидкого навоза происходят сложные биофизико-химические процессы, вызывающие изменения состава его по глубине. Интенсивность этих процессов зависит от вида навоза, его состояния, условий хранения, погодных условий и т.д.

Жидкий навоз при хранении подвержен расслаиванию (разделению), которое обусловлено разной плотностью жидкой и твердой фракций. Так исследованиями В.И. Якубаускаса установлено, что жидкий бесподстилочный навоз во время длительного хранения расслаивается на верхний слой влажностью 73–78 %, высотой до 0,7 м, средний слой влажностью 92–96,5 % - до 1 м и нижний слой – осадок влажностью 87–88,9 % до 0,5 м [3].

Навоз крупного рогатого скота имеет меньший удельный вес, содержит больше (примерно в пять раз) коллоидов, чем свиной, поэтому расслаивается медленнее.

Верхний слой представляет собой рыхлую массу из подстилки, остатков корма и волокнистой части твердых выделений животных. Нижний слой включает остатки корма, песок, ил, образуемый

тяжелыми частицами твердых выделений животных. Замечено, что свиной навоз склонен образовывать очень плотный осадочный слой. Между верхним и нижним слоями находится более однородный средний слой, почти не содержащий твердых и волокнистых включений.

У свиного навоза осадок имеет плотность 1120–1180 кг/м^3, а у навоза крупного рогатого скота – 1050–.1090 кг/м^3. По данным [1], влажность осадка навоза крупного рогатого скота 83-86%, свиного навоза – 78–84%, влажность среднего слоя – 94–98%.

По агротехническим требованиям разность влажности жидкого навоза при вывозке по высоте резервуара не должна превышать 2-3%. Установлено, что после 2–3 часов разница влажности между слоями превышает норму агротехнических требований. Следовательно, в период хранения и использования жидкий навоз необходимо гомогенизировать через определенные промежутки времени.

Осаждение твердых частиц в свином навозе начинается при влажности выше 88 %. Наибольшая скорость осаждения происходит в течение 2–3 часов и заканчивается через 3–6 суток.

Наиболее интенсивно свиной навоз расслаивается при влажности 90% и выше, а навоз крупного рогатого скота – при влажности более 91% [1].

Рассмотрим процесс осаждения твердой частицы навоза после перемешивания в канале гидравлической системы периодического действия под воздействием силы тяжести, которая является движущей силой процесса осаждения. Принимаем, что частицы имеют сферическую форму диаметра d, плотность ρ_T, объем V_T и массу m. Скорость частицы $\vec{\vartheta}$ по направлению совпадает с силой тяжести $\vec{G}$. При движении частицы на ее действует выталкивающая сила Архимеда $\vec{F}_A$ и сила сопротивления среды (сила Стокса) $\vec{F}_C$.

Напишем в декартовой системе координат уравнения движения твердой частицы в жидкости под воздействием силы тяжести [4].

$$m\frac{d\vec{\vartheta}}{dt} = \sum \vec{F}_i = \vec{G} + \vec{F}_C + \vec{F}_A. \qquad (1)$$

Спроецировав на ось y (рисунок 1) получим:

$$m\frac{d\vartheta_y}{dt} = G - F_C - F_A. \qquad (2)$$

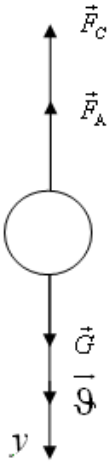


Рис. 1. Схема сил, действующих на частицу

Рассмотрим силы, входящие в уравнение движения (2).

Сила тяжести:

$$G = mg = \frac{\pi d^3}{6}\rho_T g \qquad (3)$$

где d –диаметр частицы, м;

ρ_T –плотность частицы, кг/м^3;

m – масса частицы, кг.

Сила Архимеда:

$$F_A = \rho_Æ V_T g = \frac{\pi d^3}{6}\rho_Æ g \qquad (4)$$

где V_T –объем частицы, м^3.

Сила гидродинамического сопротивления среды, отнесенная к поперечному сечению, сила Стокса:

$$F_c = \varphi\frac{\pi d^2}{4}\cdot\frac{\vartheta^2}{2}\rho_{æ} \; . \qquad (5)$$

где φ –коэффициент гидравлического сопротивления среды.

При условии постоянства скорости осаждения уравнение (2) примет вид:

$$G - F_C - F_A = 0 \; .$$

Подставляя выражения для действующих сил, получим:

$$\varphi\frac{\pi d^2}{4}\cdot\frac{\vartheta^2}{2}\rho_{æ} = \frac{\pi d^3}{6}\rho_T g - \frac{\pi d^3}{6}\rho_Æ g \; . \qquad (6)$$

Отсюда получаем скорость осаждения:

$$\vartheta = \sqrt{\frac{4d(\rho_T - \rho_Æ)g}{3\varphi\rho_Æ}} \; . \qquad (7)$$

Коэффициент сопротивления φ зависит от числа Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{\vartheta d \rho_{æ}}{\mu}.$$

Выполненные расчеты показывают, что режим является переходным $(2 < \mathrm{Re} < 500)$. В данном случае коэффициент сопротивления будет:

$$\varphi = \frac{18,5}{\mathrm{Re}^{0,5}}.$$

Время осаждения:

$$t = b / \vartheta, \qquad (8)$$

где b – высота слоя жидкого навоза

Рассчитаем скорость и время осаждения твердых частиц различного диаметра. Плотность твердой частицы принимаем равной 1120 кг/м^3, а динамическую вязкость жидкости – 0,0001 Н·с/м^2. Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Скорость и время осаждения частиц различного диаметра

d, мм	0,5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
ϑ, м/с	0,01	0,02	0,03	0,041	0,051	0,061	0,071	0,081	0,091	0,102
Re	5,6	22,4	50,4	91,8	142,8	208,4	282,2	362,9	458,6	572,2
t, с	100	50	33,3	24,6	19,7	16,34	14,0	12,32	10,9	9,8

Выводы. В статье определена скорость осаждения частиц различного диаметра в жидком навозе и время осаждения, знание которых позволяет оптимизировать функционирование гидравлических систем уборки навоза при решении технических задач, связанных с удалением жидкого навоза из гидравлических каналов таких систем.

Список литературы

1. Назаров С.И., Шаршунов В.А., Механизация и внесение органических удобрений. Для с.-х. вузов по спец. «Механизация животноводства». Мн.: Ураджай, 1993. – 296 с.: ил. (Учеб. пособие для с.-х. вузов).

2. Дурдыбаев С. Д., Данилкина В. С., Рязанцев В. П. Утилизация отходов животноводства и птицеводства: Обзор. М.: Агропромиздат, 1989. 56с.

3. Якубаускас В. И. Технологические основы механизированного внесения удобрений, М.: Колос,1973. 231 с

4. Соу С. Гидродинамика многофазных систем. – М.: Мир, 1971. – 536 с.

УДК 631.171

REDUCED ENERGY RESOURCES IN PORK PRODUCTION

Uskenov R.B.[1], c.a.s.,
Boltianska N.I.[2], c.t.s.
[1]*Kazakh Agro Technical University S. Seifullina, Astana, Kazakhstan*
[2]*Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university, Melitopol, Ukraine*

One of the largest consumers of energy in Ukraine is the agricultural sector. Therefore, from the point of view of the strategy of sustainable development and rational use of material and energy resources and energy efficiency of the agrarian sector of Ukraine, in particular the livestock industry, it is necessary to undertake the economic rationale of the strategy of Energogarant and develop modern scientific and normative framework for the design of energy efficient livestock facilities to carry out the modernization of existing buildings, to bring the Ukrainian agricultural market modern and innovative system of construction; technologies and materials; to determine the direction of the possible use of nonconventional renewable energy sources in the livestock industry [1-5].

The main reason for the high energy intensity of the domestic national income is low technological and technical level of economy, using ineffective energomechanic technologies, both in production and consumption of energy in industrial and agricultural enterprises. While the extent of use of achievements of scientific and technological progress in Ukraine is far behind the use of similar technologies in the developed world. So put the task of searching for new technological approaches that reduce the cost of electricity, fuels and other material resources for the production of livestock products [2, 10].

In the conditions of pig farms in the barns for keeping animals used is natural or forced ventilation. The principle of natural ventilation is that air is supplied into the room and removed a specially arranged channels due to the difference of pressures outside and inside the building. From the point of view of consumption of this ventilation is the most economical, but its efficiency depends on the temperature difference between inside and outside, which should be at least 8-10°C. At smaller temperature differences the air flow is dramatically reduced and even stopped. Therefore, natural ventilation is ineffective at high external air temperatures in the transitional and summer seasons.

In modern economic conditions, there has been a sharp reduction in the range of equipment manufactured. At the same time, the manufactured equipment, in terms of nomenclature and quality parameters, does not meet the requirements for creating an optimal microclimate, especially for

automation of regulation, economical use of energy resources and environmental protection.

The use of this or that type of heating of the pig farm depends on the sex and age of the pigs, as well as on the configuration of the room. To a large extent, the choice of a heating system is associated with the presence of certain energy resources on the farm. In modern pig breeding, the most economical devices are direct combustion of fuel in the room (gas, liquid fuel). These are blower heat generators. However, due to technological features, they can only be successfully used in rooms for keeping pregnant sows, boars and fattening pigs. They create intense air movement, which is unacceptable in the premises of queen cells and growing. In the remaining rooms, water heating registers such as a delta tube, a ribbed pipe for general heating and water mats (or floor sections) for heating the den of piglets, to which water is supplied from the boiler, have proven themselves best.

Analysis heat loss from the premises for pigs showed that the capacity of the equipment to maintain the required microclimate and energy consumption depend on the air temperature outside and inside the premises, the degree of thermal protection of buildings, ventilation and other factors. Therefore, the main directions of energy saving is the reduction of energy consumption for ventilation and heating of the supply air and the rationalization of space-planning decisions.There are a number of ways to reduce energy consumption in the production of pork on farms and complexes (Fig. 1). The existing energy-saving microclimate systems today are based mainly on the reduction of heat loss with ventilation emissions and through building envelopes, as well as on the use of alternative energy.

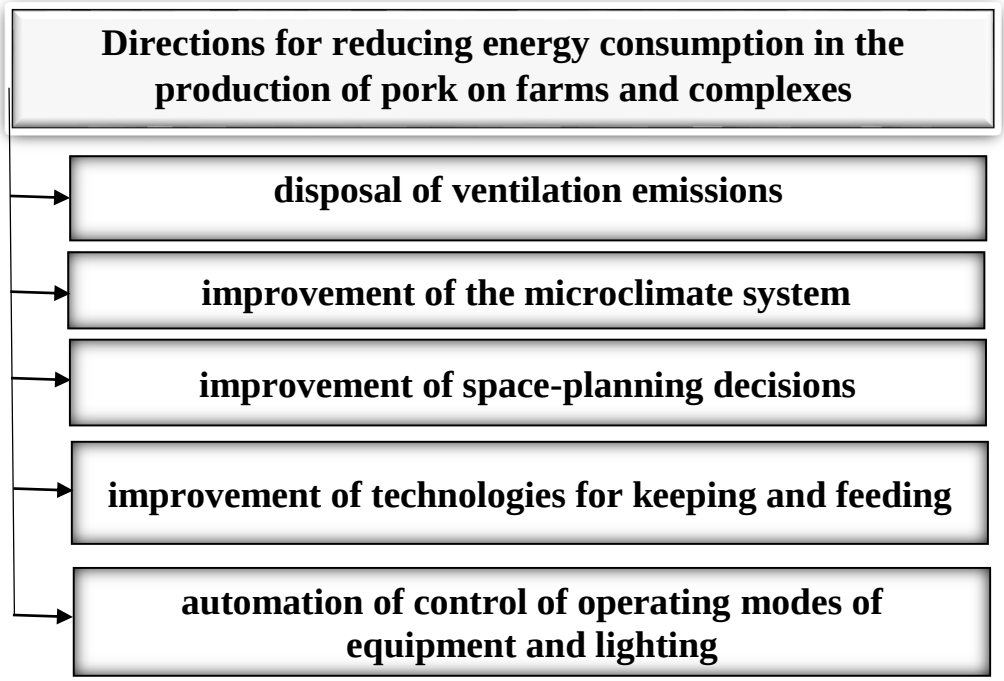


Fig. 1. Directions for reducing energy consumption in the production of pork on farms and complexes

The most effective technical solution to the problem of reducing energy consumption for ventilation is the recovery of the heat of the air that is removed from the room. Today, more than 70% of the heat is removed with ventilation air.

The work carried out to create heat exchangers of various types (regenerative, recuperative, based on heat pumps, heat pipes) led to the conclusion that heat exchangers with an intermediate heat carrier are most suitable for pig farming, since they could be equipped with water heaters, fans, pumps and fittings. The main components of this type of heat exchanger were air cooling and heating heaters, an intermediate coolant circulation pump, exhaust and supply fans, and recirculation and bypass ducts with air valves. The removed, passing through the heating coil, is cooled, heating the intermediate coolant, and is exhausted into the atmosphere by the exhaust fan, and the cold outside air passing through the cooling coil is heated and is supplied to the room by the supply fan.

At pig farms in Ukraine, the microclimate system using foreign equipment is being reconstructed. This allows you to significantly save energy. These ventilation systems can reduce energy consumption by 30-50%. “SKOV” is a Danish manufacturing company, which occupies a leading position in the global market for regulating the microclimate and controlling the operational parameters of pig farms and poultry farms and recommends a ventilation system without the use of air blowers for reconstructed enterprises (Fig. 2).

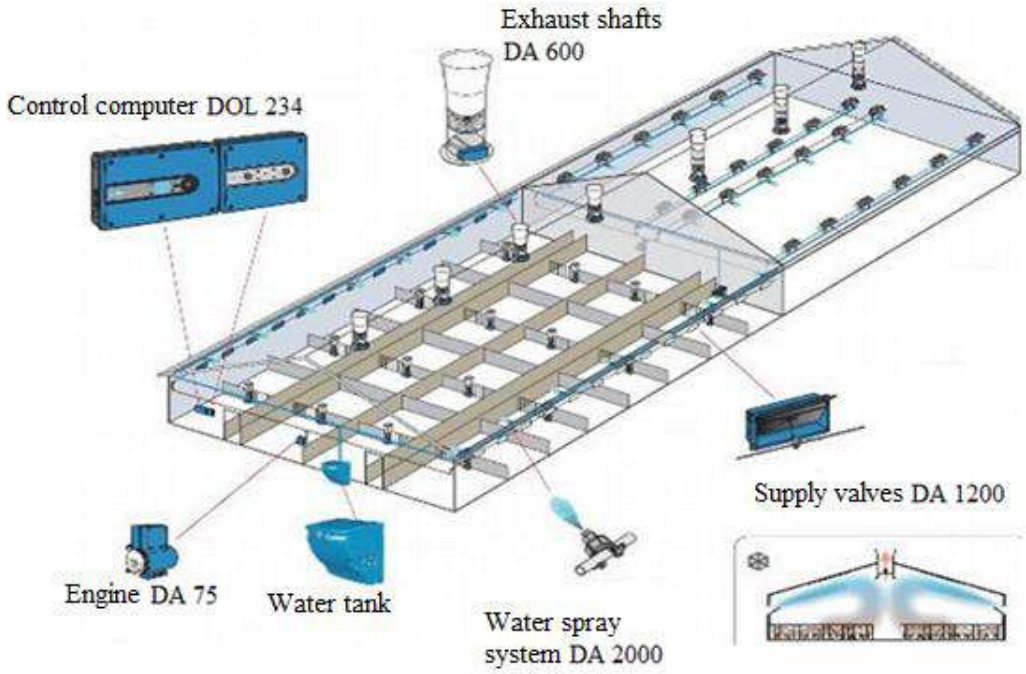


Fig. 2. Automatic climate control system "SKOV"

Air enters the room through the supply system. The nodal moment of the system is the trapezoidal overlap of the plates for the supply air. The

plates are made of fiberglass, therefore they are not subject to corrosion. The ceiling includes two layers of fiberglass and is fastened with screw connections. Air is removed from the room through an exhaust fireplace CL-600, the high performance of which is combined with low energy consumption. It provides for the possibility of emergency ventilation using an air stream due to uneven heating of the surface. The main components of SKOV automatic climate control systems are: exhaust shafts with fans; supply valves or devices for forced air flow; motor drives and connecting elements; climate control computers.

A distinctive feature of the microclimate systems offered by foreign companies is a different principle for the formation of the indoor air environment. While ventilation systems were widely used at Russian pig farms and complexes, exhaust ventilation systems are mainly used abroad, with which low pressure is created in the room and fresh outside air is supplied from outside through various designs: ducts, valves, and supply shaft or perforated ceiling. Equal pressure systems are also gaining ground, but their disadvantage is the high cost.

References

1. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. *Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition.* Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.

2. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

3. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes".* Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

4. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko*. Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

5. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

6. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

УДК 631.563.4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОТИТЕЧІЙНО-СТРУМИННОГО ЗМІШУВАННЯ РІДИН, ЩО МАЮТЬ ОДНАКОВУ ГУСТИНУ

В'юник О.В., асист.,
Балан В.В., студ.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Перемішування рідких компонентів – широко розповсюджений технологічний процес у різних галузях виробництва та переробки продукції агропромислового комплексу. Серед значної кількості видів і конструктивних схем струминних змішувачів [1] завдяки високій якості перемішування виділяються протитечійно-струминні апарати, процес змішування в яких розроблений недостатньо.

Основні матеріали дослідження. Експериментальні дослідження процесу протитечійно-струминного змішування рідин , які мають однакову щільність, проводились на прикладі змішування води питної ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» температурою 20° С (290° К) і густиною 982,3 кг/м^3. з водним розчином лимонної кислоти температурою 20° С (290° К) і густиною 990 кг/м^3.

Для проведення експериментальних досліджень процесу змішування води з розчином лимонної кислоти було розроблено і виготовлено лабораторну установку [2], загальну схему якої показано на рис. 1. На рис. 2 представлено схему змішувача.

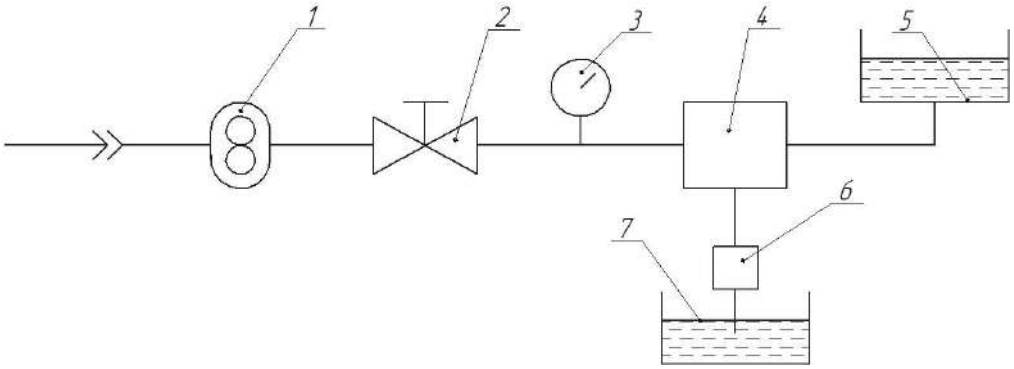


Рис. 1. Експериментальна установка: 1 – насос; 2 – обертовий кран; 3 – манометр; 4 – протитечійно-струминний змішувач; 5 – ємність з підмішуваним компонентом (концентратом); 6 – кондуктометр; 7 – приймальна ємність для змішаного продукту.

Необхідний тиск подачі основного компоненту (води) створюється насосом 1. Регулювання тиску подачі основного компоненту здійснюється обертовим краном 2. Контроль тиску здійснюється за допомогою манометру 3. Вода надходить у протитечійно-струминний змішувач 4. Підмішуваний компонент (розчин лимонної кислоти) потрапляє до змішувача з ємності 5. Після змішування у протитечійно-струминному змішувачі змішаний продукт відводиться до приймальної ємності 7. Контроль якості перемішування води з розчином кислоти здійснюється за допомогою кондуктометру 6.

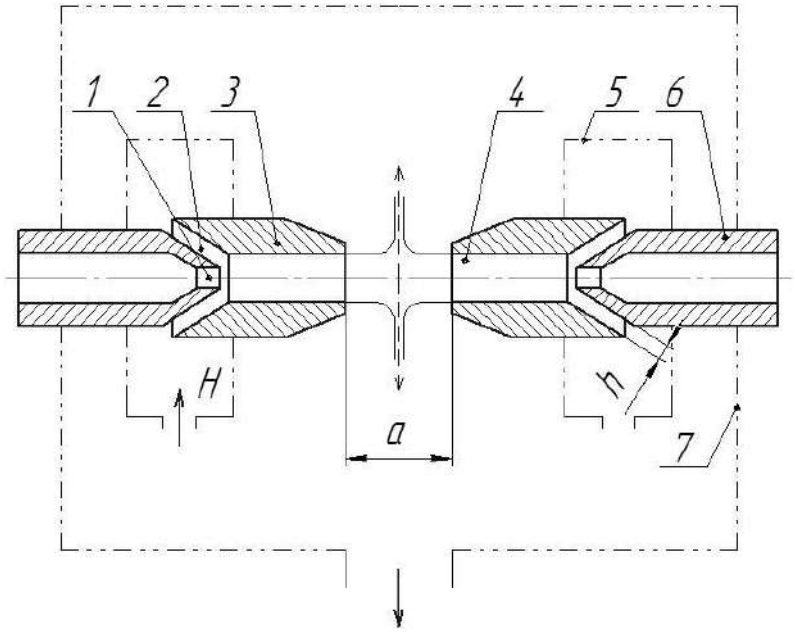


Рис. 2. Схема протитечійно-струминного змішувача: 1 – робоче сопло; 2 – камера ежекції; 3 – камера змішування; 4 – сопло камери змішування; 5 – камера подачі концентрату; 6 – робочий патрубок; 7 – камера збору рідини; a – відстань між соплами; H – напір подачі концентрату; h – кільцевий зазор камери ежекції.

Змішувач являє собою два струминні апарати, розташовані співвісно один до одного на відстані (рис. 2). Вихідні циліндричні сопла цих апаратів формують зустрічні струмені рідини, які після зіткнення утворюють характерне, візуально симетричне «віяло», яке має назву пелена [3]. Співвісні струминні апарати розташовані на відстані *a* у камері 7, де збирається рідина і відводиться зі змішувача.

Кожний струминний апарат складається з робочого патрубка 6 та камери змішування 3. Основний компонент (вода) подається у робочий патрубок кожного струминного апарату, робоче сопло 1 яких формує струмені води. Підмішуваний компонент (концентрат) подається з камер подачі сиропу 5 у зазор приймальної камери 2 під напором *H*.

Швидкісні потоки води на вході камери змішування захоплюють підмішуваний компонент. В камері змішування відбувається вирівнювання швидкостей води та підмішуваного компоненту. На виході з сопел камер змішування 4 відбувається зіткнення струменів змішаних компонентів.

Методика проведення експериментальних досліджень докладно описана у роботі Самойчука К.О. [4]. Вміст концентрату в змішаному розчині визначався за кислотністю змішаного продукту. Кислотність отриманого розчину визначали методом титрування 0,1 н. розчином гідроксиду натрію. Контроль якості перемішування здійснювався за допомогою кондуктометру COND5021 (діапазон 0 – 9990 мкСм, точність ±1% FS).

Результати проведених експериментальних досліджень наведені на рис. 3–4. При відстані між форсунками 24мм тиску подачі води 0,12...0,22 МПа, напорі розчину кислоти 0,1...0,3 м, величині кільцевого зазору в камері ежекції 0,6...0,9 мм отримали такі залежності (рис. 3):

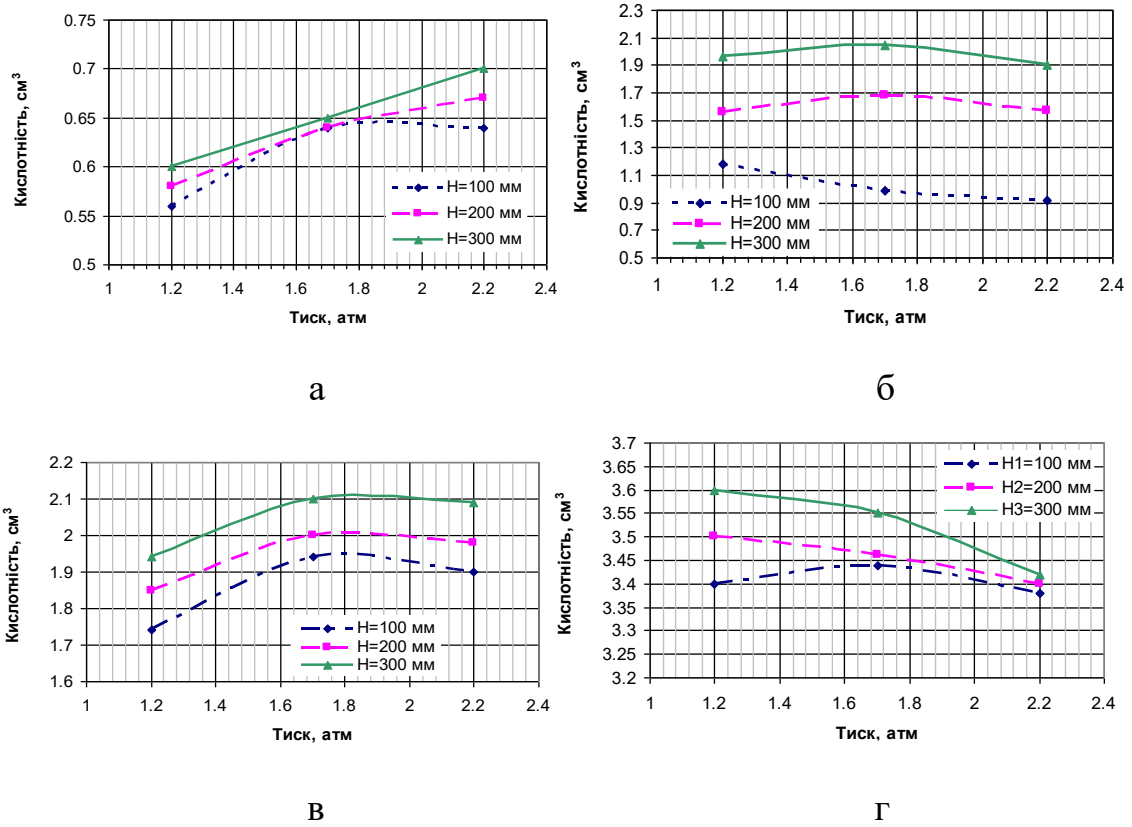


Рис. 3. Залежність кислотності розчину від тиску подачі концентрату: а) при величині кільцевого зазору в камері ежекції 0,6 мм; б) при величині кільцевого зазору в камері ежекції 0,7 мм; в) при величині кільцевого зазору в камері ежекції 0,8 мм; при величині кільцевого зазору в камері ежекції 0,9 мм.

Аналіз отриманих залежностей показує, що збільшення кільцевого зазору призводить не тільки до збільшення концентрації

підмішуваного компоненту в готовому розчині, але і до зміни характеру залежностей. При кільцевому зазорі 0,6 мм (рис. 3а) характер залежностей кислотності готового розчину (а значить і концентрації підмішуваного компоненту) має майже прямолінійний характер. При напорі подачі підмішуваного компоненту 200–300 мм з підвищенням тиску подачі основного та збільшенням напору подачі підмішуваного компонентів кислотність розчину зростає. При напорі подачі підмішуваного компоненту 100 мм з підвищенням тиску подачі води кислотність спочатку зростає, а з подальшим підвищенням тиску кислотність дещо зменшується. Це відбувається внаслідок збільшення подачі води у більшому ступені ніж підвищення подачі розчину кислоти, що призводить до зменшення його частки в готовому розчині. При кільцевому зазорі 0,7–0,9 мм (рис 3б–г) залежність між кислотністю отриманого розчину і тиском подачі води параболічна. Це пояснюється збільшенням сумарної витрати розчину кислоти та води на виході з форсунок, що підвищує швидкість вихідного потоку і гідродинамічний тиск на зустрічний струмінь рідини. При кільцевому зазорі в камері ежекції 0,9 мм (рис. 3г) із підвищенням тиску подачі води кислотність готового розчину зменшується, це відбувається через те, що зазор у камері ежекції є достатньо великим. Два співвісних струменя, що витікають з форсунок, стикаються, що призводить до підвищення тиску у зоні зіткнення. Відтак перепад тисків Δp зменшується, це призводить до зменшення коефіцієнту інжекції.

Висновки. Отримані дані є необхідною основою для подальших досліджень Також вони можуть бути корисними при розробці протитечійно-струминних змішувачів рідких компонентів для різних галузей народного господарства

Список літератури.

1. Самойчук, К. О., Полудненко О.В. Аналіз обладнання для перемішування рідких компонентів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: наукове фахове видання, 2011. Вип. 11, т. 6. С. 226 – 233.

2. Самойчук К.О., Полудненко О.В., Циб В.Г. Аналіз процесу протитечійно-струминного змішування напоїв *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2018. №1. Т 17. С. 178 – 183.

3. Майер В. В. Кумулятивный эффект в простых опытах. Москва: Наука, 1989. 192 с.

4. K. Samoichuk, O. Poludnenko, N. Palianychka, V. Verkholantseva, S. Petrychenko Experimental investigations of sugar concentration for counterflow jet mixing of drinks *Technology audit and production reserves*: 2017. Vol. 2, № 3. P. 41 – 46.

УДК 631.333.92:631.22.018

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Єльцов С.С., бакалавр,
Науковий керівник: Скляр О.Г., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

В даний час як у нашій країні, так і за кордоном застосовують різні технології переробки відходів сільськогосподарських підприємств, як гній, рослинні рештки, відходи кормоприготування та інші органічні відходи. Переробка відходів передбачає отримання органічних добрив, біогазу, рідкого палива, кормових добавок тощо [1-3].

Розробка сучасних економічно ефективних біогазових технологій [4,5] базується на поєднанні таких основних принципів: фундаментальних знань складного біологічного процесу метаногенерації органічних речовин рослинного і тваринного походження, включаючи сучасні досягнення мікробіології, біохімії, молекулярної біології та біотехнології; особливостей механічно-хімічного складу сировини, що використовується; конструктивного рішення обладнання, яке спрямоване на зниження металоємності і енергоємності; економічних, екологічних та енергетичних особливостей конкретного регіону.

Інтеграція зазначених принципів дозволила розробити серію найбільш перспективних біогазових технологій (рис.1).

Підтримка оптимальної температури є одним з найважливіших чинників процесу зброджування [3-5]. У природних умовах утворення біогазу відбувається при температурах від 0°С до 97°С, але з урахуванням оптимізації процесу переробки органічних відходів для отримання біогазу та біодобрив виділяють технології за трьома температурними режимами [3]:

а) психофільним (0…25 °С);

б) мезофільним (25…40°С);

в) термофільним (40…60°С).

По вологості субстрату біогазові технології можна розділити також на три групи (рис.1). До першої групи технологій відноситься технологія твердофазної метаногенерації [2]. Всупереч широко поширеній думці вченими встановлено, що процеси утворення метану можуть активно протікати при вологості субстрату менше 85%, аж до 10%, причому при вологості субстрату в межах 5…10% кількість метану, що утворюється, прямо пропорційна кількості води в субстраті. Твердофазний процес може бути безперервним, напівперіодичним і періодичним, протікати при температурах в діапазоні від 18 до 55 ^{0}С.

Друга група технологій - ферментація рідких органічних відходів, вологість яких становить 85 - 98 % [3,4].

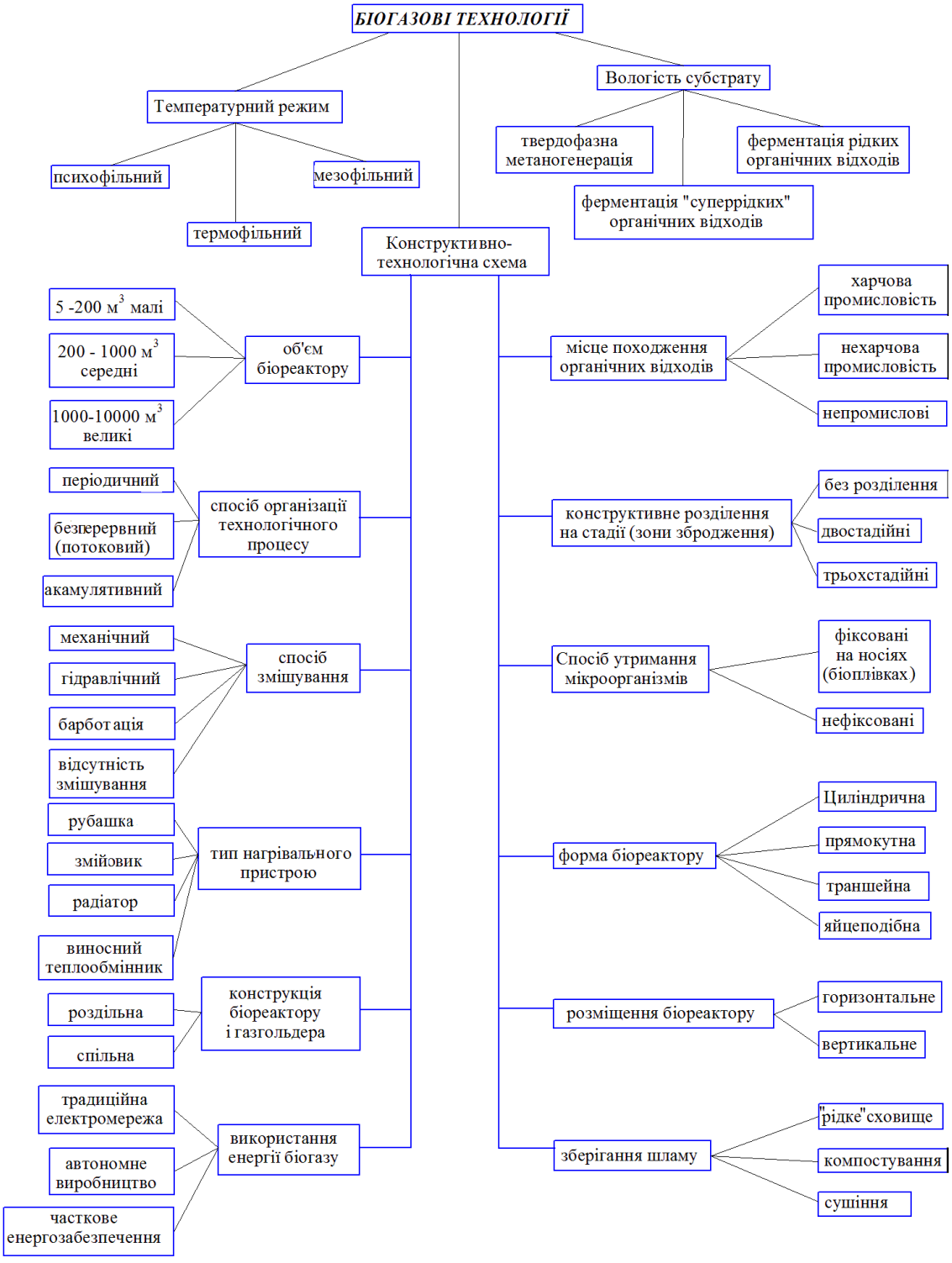


Рис. 1. Класифікація біогазових технологій

Третя група технологій - ферментація «суперрідких» органічних відходів (переробної промисловості - молочної, цукрової, паперової, шкіряної, консервної, текстильної тощо), вологість яких становить 98 …99%.

Технологію засновано на використанні:

- осадження бактеріальних гранул і контакту сировини, що надходить, з утворюваним активним мулом;

- нерухомого шару мулу (бактеріальні гранули) і надходження сировини в реактор знизу вгору або реактора з висхідним шаром;

- анаеробного фільтра з закріпленням - іммобілізацією метанотвірних бактерій на нерухомих носіях;

- біореактори з псевдозрідженим і збільшеним шаром бактеріальної маси, який закріплено на дрібних інертних частинках;

- біореактор із закріпленою плівкою.

Переваги таких технологій полягають у високих швидкостях обробки, зниженні об'ємів реакторів, зниженні капітальних витрат на одиницю маси оброблюваних стоків.

За способом організації технологічного процесу біогазові технології поділяються на (рис. 1) [6]:

а) БГУ з потоковою системою анаеробного зброджування;

б) БГУ з періодичною системою анаеробного зброджування;

в) БГУ з акумулятивною системою анаеробного зброджування.

При потоковій системі свіжий субстрат завантажують в камеру зброджування безперервно або через певні проміжки часу (від 2 до 10 разів на добу), видаляючи відповідно таку ж кількість збродженого гною.

Система з поперемінним використанням реакторів характеризується переривчастим процесом, що протікає не менш ніж у двох однакових за розмірами і формою реакторах. Оскільки при постійній кількості подаваного в реактор матеріалу завантаження робочого простору під час процесу заповнення буде поступово знижуватися в порівнянні з оптимальним значенням, що відповідає вихідній кількості шламу, потенційна продуктивність цієї системи буде використовуватися не повністю.

Акумулятивна (басейнова) система виконується тільки з одним рідинним реактором. Він виконує функції бродильної камери і накопичує шлам до моменту вивезення на поле.

Методи перемішування, які використовуються в різних біогазових технологіях, можна розділити на (рис. 1)[1,6]:

а) механічні;

б) гідравлічні;

в) барботування;

г) відсутність перемішування.

Типи нагрівальних пристроїв, які отримали розповсюдження в різних біогазових технологіях, можна розділити на:

а) рубашка;

б) змійовик;

в) радіатор;

г) виносний теплообмінник.

Найбільш поширеною системою підігріву сировини є зовнішня система підігріву з водонагрівальним котлом, який працює на біогазі, електриці або твердому паливі.

Типи біореакторів, що застосовуються в різних технологіях анаеробного зброджування, можуть бути розділені на дві великі групи (рис. 1) [5,6]:

а) з нефіксованими мікроорганізмами (реактори повного перемішування, контактні реактори, реактори висхідного потоку з активним шаром мулу);

б) з мікроорганізмами, які фіксовані на носіях (біоплівках). До цієї групи відносяться реактори з анаеробними фільтрами, з рухомими біодисками, з рециркуляцією активного мулу, які мають інертні носії маленького розміру (частки міліметру), що межують з контактними реакторами, і реактори зі зваженим або киплячим шаром активного мулу, який фіксовано на інертних носіях.

З точки зору динаміки рідин, оптимальною формою реактору є яйцеподібна, але її спорудження вимагає великих витрат. Другою найкращою формою є циліндр з конічним або напівкруглим дном і верхом. Квадратні реактори з бетону або цегли не рекомендуються до використання, так як в кутах утворюються тріщини через тиск сировини, а також збираються тверді частинки, що порушує процес зброджування.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз конструкцій біогазових установок з вібраційною інтенсифікацією процесу анаеробного бродіння. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2014. Вип. 14. Т.3. С. 196-203.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біотермічна твердофазна ферментація гною. *Праці ТДАТА.* Мелітополь, 2008. Вип. 8. Т.3. С. 145-150.

3. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2. b. P.183-188.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. - Вип. 13. Т.3. С.110-118.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біотехнологія анаеробного метанового зброджування. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку».* Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2019. С. 61-63.

6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник.* Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.

УДК 631.352

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАТКА-ПОДРІБНЮВАЧА ДЛЯ РОБОТИ ПО АГРОФОНУ РОСЛИННИХ РЕШТОК ГРУБОСТЕБЛОВИХ КУЛЬТУР

Коновий А.В., аспірант
Науковий керівник: Волик Б.А., к.т.н,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
м. Дніпро, Україна

Постановка проблеми. Органічні добрива, до яких відносять в тому числі і подрібнені та заорані рослинні рештки культури попередника являють собою важливий фактор підтримання родючості ґрунту. Особливо важливим є те, що вони містять потрібні для живлення мінеральні речовини у легкодоступній формі. Але проблема полягає в тому, що таке добриво вимагає відповідної підготовки : рештки повинні бути подрібнені до раціонального значення довжини і заорані на оптимальну з точки зору агровимог глибину. Особливо це критичним є для решток грубостеблових культур, бо біологічні процеси ідуть в них повільніше. Тому, проблема якісного подрібнення існує і вирішити її можна лише шляхом раціоналізації конструктивних і кінематичних параметрів подрібнювача.

Основні матеріали дослідження. Оглядом літературних джерел окреслені наступні варіанти використання післязбиральних рослинних решток:

- Заорювання без подрібнення на глибину орного шару;
- Подрібнення і перемішування з поверхневим шаром ґрунту
- Подрібнення і рівномірне розкидання по поверхні поля

Всі три варіанти використовують в залежності від прийнятої технології вирощування культур.

Система органічного землеробства передбачає заорювання рослинних решток в поверхневий (до 15 см) шар ґрунту, тому подрібнення рослинних решток є обов′язковим. Але, існує суттєве обмеження. Подрібнення не повинно бути занадто дрібним, бо це ускладнює роботу сошників. Аналізом літературних джерел рекомендацій щодо оптимального розміру решток не виявлено. Тому, за основу приймаємо досвід роботи відомого фермера І.І. Лазаренка (Ф.Г. «Ірій» Новомосковського району Дніпропетровської області), який для грубостеблових культур вважає за оптимальний розмір 10-15 см.

Післязбиральний агрофон може бути двох видів: 1. Збирають тільки качани, а стебла лишають стояти на полі не подрібненими 2. Грубо подрібнені рештки укладають на поверхню поля. В обох

випадках для подрібнення використовують катки-подрібнювачі, які конструктивно складаються з барабану і радіально встановлених ножів. В разі стоячих стебел ножі врізаються в рослинну масу і завдяки обертанню її подрібнюють. Подрібнені рештки вкладають на поверхню поля, де остаточно подрібнюють за рахунок підпірного різання ножами. Катки різного конструктивного виконання відрізняються діаметром барабана і кількістю ножів.

В роботах [1,2] досліджена залежність якісних показників подрібнення решток соняшника і кукурудзи серійними катками традиційної конструкції. Підтверджено, що подрібнення залежить в основному від: швидкості поступового руху агрегату і діаметру барабана. Проте, якщо процес подрібнення решток проходить достатньо якісно, то мульчування не забезпечує рівномірності і якість його виконання бажано покращити. Досягти цього можна особою формою робочого органу, або раціоналізацією траєкторії руху ножів. Нами пропонується варіант віброударної дії ножів. Для цього барабани встановлені на ексцентрикових опорах з ексцентриситетом до 10 мм. У відповідності до розрахункової кінематичної схеми (рис.1.) траєкторія леза ножа може бути описана системою параметричних рівнянь

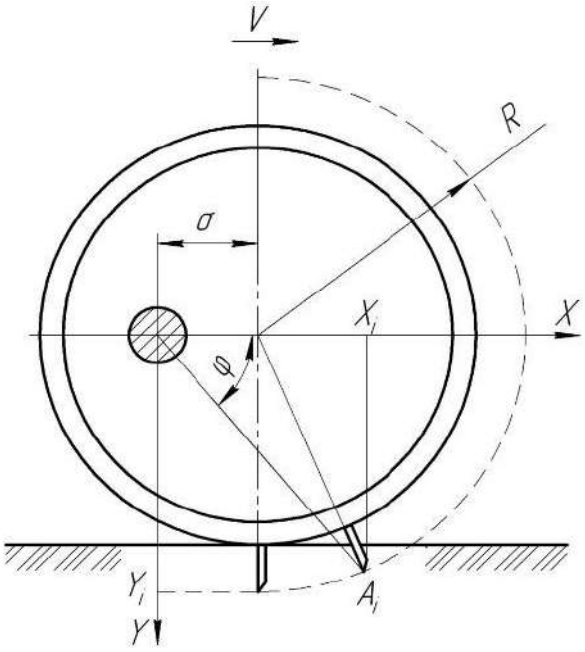


Рис. 1. Розрахункова схема катка

$$Xi = (R + a \cdot cos\varphi) \cdot cos\varphi \quad (1)$$

$$Yi = (R + a \cdot cos\varphi) \cdot sin\varphi \quad (2)$$

Проаналізуємо кінематику одного окремо взятого ножа за один повний цикл обертання довкола осі ексцентрика.

Центральний кут $\varphi = \omega \cdot t$.

де $\omega = \frac{V}{L}$ — кутова швидкість;

t – час;

V- поступова швидкість агрегату;

$L = R + a \cdot cos\varphi$ – довжина твірної траєкторії ножа.

Приймаємо вихідне положення ножа таким, що співпадає з напрямком осі X.

Координати леза ножа в прийнятій системі координат при початковому положенні φ = 0:

$$X_0 = (R + a) Y_0 = 0.$$

Один повний оберт ніж виконає за час

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{V} \quad (3)$$

Час між послідовними положеннями ножа

$$t = \frac{T}{n} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{n \cdot V}, \quad (4)$$

Раціональною є схема в якій задіяні 3 ножі (рис.2.): ніж 1 входить в рослинну масу, ніж 2 активно її ріже, ніж 3 знаходиться на етапі виходу, ножі 4,5,6 подрібнюють рослинні рештки, що знаходяться на поверхні поля

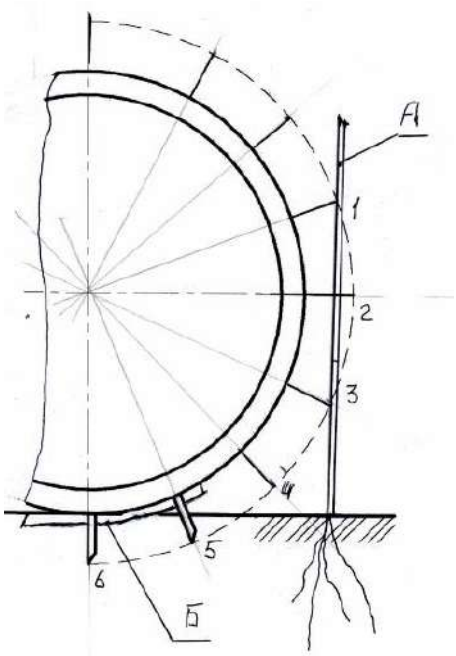


Рис. 2. Розрахункова схема до визначення кількості ножів на барабані

Для дотримання такої схеми необхідно, щоб між ножами був кут 22.5 градусів, або 16 ножів на барабані. Різання буде найбільш ефективним, коли швидкість леза ножа буде максимальною в напрямку руху агрегату, тобто в напрямку X. Швидкість в напрямку Y особливого значення не має, бо в цьому напрямку лезо ножа діє своєю

боковою поверхнею і в основному відділяє масу від загального масиву, хоча відділені рештки падають на ґрунт під власною вагою.

Швидкість леза дорівнює перший похідній від рівняння траєкторії

$V_X = \frac{dX}{D\varphi} = (R - a \cdot \sin\varphi) \cdot \cos\varphi - (R + a \cdot \cos\varphi) \cdot \sin\varphi + V$ (5)

$V_Y = \frac{dY}{d\varphi} = (R - a \cdot sin\varphi) \cdot sin\varphi - (r + a \cdot cos\varphi) \cdot cos\varphi$ (6)

Абсолютна швидкість леза

$$V_\Sigma = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} \quad (7)$$

Амплітуда коливання $A = 2 \cdot a$,

де a – ексцентриситет ексцентрика

Частота коливань залежить від поступової швидкості агрегату

$f = 1/T$

Результати досліджень. На підтвердження раціональності внесених конструктивних змін кафедрою тракторів і сільськогосподарських машин ДДАЕУ разом з ДП «Гуляйпільський механічний завод» ПАТ «Мотор–Січ» були виконані експериментальні дослідження. Для проведення досліджень були виготовлені три ексцентрикові вали з різними ексцентриситетами. Інші конструктивні зміни в машину не вносились. Дослідження залежності тягового опору виконувались у відповідності до матриці експерименту (табл.1) У зв'язку з тим, що план експерименту повинен бути симетричним, значення швидкості округлені

Таблиця 1

Рівні варіювання факторів експерименту

Найменування факторів	Кодування факторів	Одиниця виміру	Рівні варіювання факторів		
			верхній (+1)	основний (0)	Нижній (-1)
Швидкість руху	X_1	м/с	3,0	2,5	2,0
Діаметр барабана	X_2	мм	520	490	460
Амплітуда коливань	X_3	мм	10	5	0

.

За результатами статистичної обробки заміряних значень тягового зусилля отримано рівняння регресії

$P = 1{,}1 + 0{,}1 \cdot X_1 + 0{,}2 \cdot X_2 + 0{,}2 \cdot X_3 + 0{,}4 \cdot (X_1)^2 + 0{,}3 \cdot (X_2)^2 + 0{,}1 \cdot (X_3)^2$

За результатами аналізу масивів експериментальних даних по просіюванню взятих ґрунтових проб отримані значення якісних показників подрібнення решток і кришення ґрунту для катка з раціональним значенням амплітуди коливань 5 мм:

Ступінь подрібнення : $К = 70 \cdot 11/197{,}5 = 3{,}9$

Коефіцієнт структурності ґрунту $К_С = 112/547 = 0{,}2$

Коефіцієнт структурності мульчі $К_{СМ} = 43/647/11 = 0{,}079$

Висновки. Внесені конструктивні зміни в цілому позитивно вплинули на якісні показники роботи модернізованого агрегату.

Ступінь подрібнення решток становить 3,9, проти 3,8 у серійної машини, що в умовах мілкого заорювання досить важливе. Значний вплив вібрація має на зниження тягового опору, в середньому на 7-10%. Аналіз рівняння регресії показує, що тяговий опір має квадратичну залежність від швидкості поступового руху і діаметру барабана. Така поведінка цілком зрозуміла, бо практично всі природні процеси, що пов′язані з рухом, мають таку залежність. Квадратична залежність від діаметру можна пояснити тим, що від діаметру залежить кутова швидкість обертання, тобто все зводиться до швидкості. Раціональне значення амплітуди коливань з точки зору мінімізації тягового опору становить 5 мм, що відповідає ексцентриситету 2,5 мм. З метою запобігання передачі коливань на трактор є сенс зменшити вагу катка і одночасно підвищити вагу рами.

Список літератури.

1. Богатирьов Д.В. Сало В.М. Аналіз господарських випробувань котка-подрібнювача рослинних решток соняшника *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник.* 2013. Вип. 43, ч.1. С.12-17.

2. Богатирьов Д.В. Сало В.М., Лещенко С.М., Мачок Ю.В. Експериментальні дослідження впливу швидкості руху котка-подрібнювача на якість подрібнення рослинних решток кукурудзи *Сільськогосподарські машини.* Луцьк, 2015. Вип.31. С. 10-17.

3. Механико-технологические свойства стеблей сельскохозяйственных культур. Приборы и методы их изучения. URL: https://mehanik-ua.ru/lektsii-po-mtsskhm/183-tekhnologicheskie-svojstva-steble.html

4. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. К.: Дія. 2005. 288 с.

5. Цилюрик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки. URL: https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki

6. Рослинні рештки в технології Ноу-Тілл, правила управління-Блог компанії «Агромир». URL: http://blog.agromir-notill.com/ua/roslinni-reshtki-v-texnologi%D1%97-nou-till-pravila-upravlinnya/

УДК 621.331

ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ В ДОЇЛЬНО-МОЛОЧНИХ ЛІНІЯХ

Болтянська Н.І., к.т.н.,
Заволокін Д.Ю., магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

У тваринництві в економії енергоресурсів важливу роль мають заходи з енергозбереження в електроприводах сільськогосподарських машин. У промислово розвинених країнах від 30 до 60% електроприводів випускаються регульованими. Використання таких електроприводів дозволяє скоротити енергоспоживання: помпи – на 25 ... 30%, компресорів – на 40%, вентиляторів – на 30%, центрифуг – на 50%. Якщо середнє завантаження електродвигуна не перевищує 45%, його доцільно замінити на менш потужний. Одним із шляхів зниження енергоємності виробництва молока є підвищення ефективності використання тракторів і причепів при транспортуванні гною, кормів, підстилки, а також використання тракторних поїздів і збільшення вантажопідйомності причепів. Це дозволить знизити витрату нафтопродуктів – на 16,22% і витрати праці – на 25–30% [1-5].

Для забору, охолодження і короткочасного зберігання молока на молочних фермах застосовують резервуари – охолоджувачі в агрегаті з холодильними та теплохолодильними машинами і установками [6,7].

Використання резервуара–охолоджувача молока МКА 2000л-2А для охолодження і зберігання молока добового надою, з одночасним отриманням теплої води для технологічних потреб, дозволяє економити на підігріванні води до 2,5 т умовного палива на рік. Також використання танків-охолоджувачів і танків-термосів для зберігання молока з проміжним холодоносієм (вода) є найбільш простим і енергозберігаючим способом охолодження молока. Практика і численні дослідження показують, що процес охолодження молока є високоенергозатратним, що вимагає в середньому 29 – 30 кВт год електроенергії на охолодження 1 тони. Цим визначається актуальність розробки технологій і пристроїв, що забезпечують зниження витрат енергії на процес охолодження молока [8,9]. Основними напрямками тут є використання теплової енергії, що відбирається від молока, в технологічних цілях, а також використання природного джерела холоду в зимовий період року. Перший напрямок передбачає використання теплохолодильних установок або рекуператорів теплоти, друге – акумуляторів природного холоду. Схема лінії охолодження молока з використанням регенерації теплоти для підігріву

водопровідної води, використовуваної для напування тварин, показана на рис. 1.

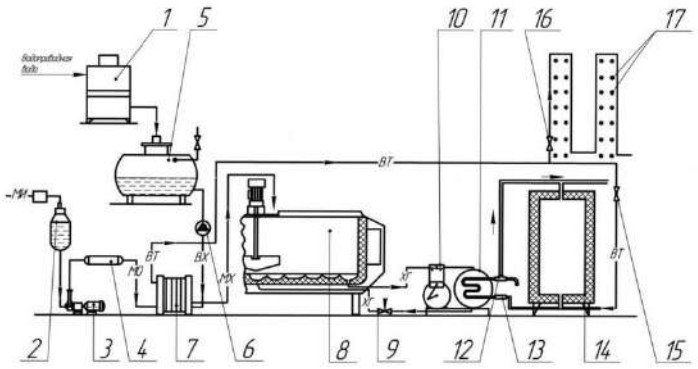


Рис. 1. Принципова схема обробки молока в молокоприймальному пункті із застосуванням резервуара-охолоджувача з попереднім охолодженням і регенерацією теплоти для підігріву води:

1 – градирня; 2 – молокозбірники; 3 – молочний насос НМУ–6; 4 – фільтр; 5 – акумулятор холоду; 6 – водяний насос; 7 – пластинчастий охолоджувач молока АДМ-13000; 8 – резервуар-охолоджувач; 9 – терморегулювальний вентиль; 10 – компресор; 11 – водяний конденсатор; 12 – запобіжний клапан; 13 – водорегулюючий вентиль; 14 – водонагрівач; 15, 16 – кран; 17 – автопоїлка

Аналогічна схема з використанням теплохолодильної установки представлена на рис.2.

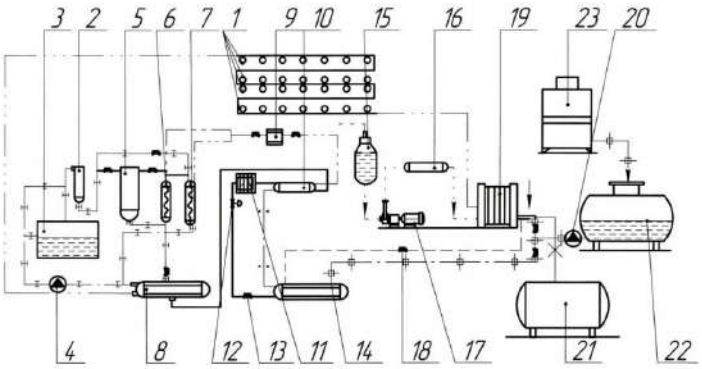


Рис. 2. Принципова схема обробки молока в молокоприймальному пункті із застосуванням теплохолодильної установки, резервуара-термоса і попереднього охолодження води: 1 – автопоїлка; 2 – бойлер; 3 – резервуар–накопичувач для гарячої води; 4 – водяний насос К-6; 5 – ємність для гарячої води; 6 – теплообмінник конвекторного типу; 7 – теплообмінник проточний; 8 – конденсатор; 9 – компресор; 10 – теплообмінник регенеративний; 11 – осушувач–фільтр; 12 – вентилятор мембранний з електромагнітним приводом; 13 – вентиль терморегулювальний; 14 – випарник фреону; 15 – молокозбірники; 16 – фільтр; 17 – молочний насос НМУ-6; 18 – крани; 19 – пластинчастий охолоджувач молока АДМ-13000; 20 – водяний насос; 21 – резервуар-термос; 22 – акумулятор холоду; 23 – градирня.

Відмінною особливістю пропонованої доїльно-молочної лінії є використання теплохолодильної установки, акумулятора природного холоду, а також двоступеневого молочного фільтра (рис.3).

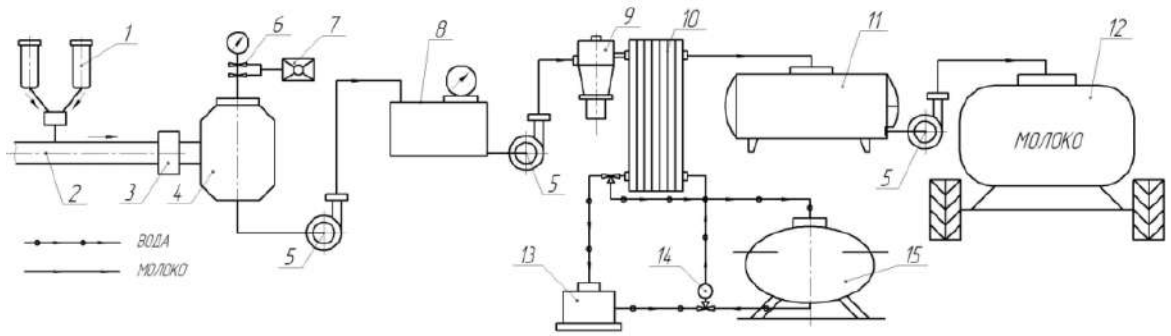
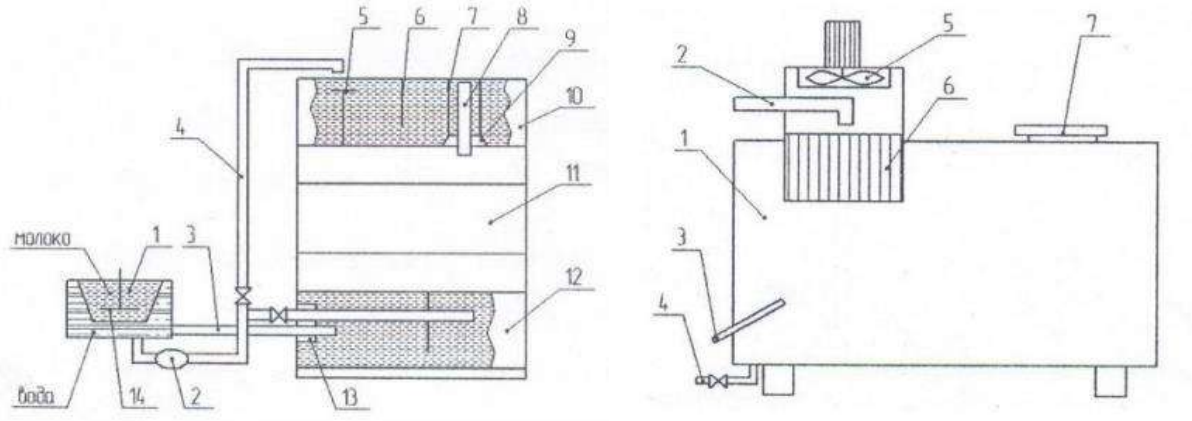


Рис. 3. Схема рекомендованої доїльно–молочної лінії:

1 – апарат доїльний; 2 – молокопровід; 3 – пристрій групового обліку молока; 4 – молокозбірники; 5 – насос молочний; 6 – стабілізатор вакууму; 7 – насос вакуумний з циркулярної мастилом; 8 – ваги молочні; 9 – фільтр молочний; 10 – охолоджувач пластинчастий; 11 – резервуар–термос; 12 – автомолоковоз; 13 – теплохолодільная установка; 14 – насос водяний; 15 – акумулятор природного холоду.

Акумулятори природного холоду можуть бути секційного (рис.4,а) і ємнісного типу з теплообмінником (рис.4,б), застосовувати який рекомендується в південній зоні краю, де середньомісячна температура повітря взимку на 1–2° С вище, ніж в північній зоні.



а б

Рис. 4. Схеми акумуляторів природного холоду:

а –секційного типу: 1 – резервуар-охолоджувач; 2 – насос відцентровий; 3,4 – трубопроводи вхідний і вихідний; 5 – тарілка; 6 – перегородка; 7,13 – кожух; 8 – труба зливна; 9 – упор; 10,11,12 – ванни верхня, середня і нижня; 14 – змішувач; б – ємнісного типу з теплообмінником: 1 ємність; 2,3 – патрубки вхідний і вихідний; 4 – кран зливний; 5 – електровентилятор; 6 – теплообмінник; 7 – люк.

Використання в доїльно-молочній лінії акумулятора природного холоду в зимовий період року дозволяє на 15–20% знизити енерговитрати на охолодження молока.

Відповідно до технічною характеристикою теплохолодильна установка типу ТХУ-14 забезпечує, нагрів близько 100 літрів води на технологічні потреби до температури 55–60° С при охолодженні 1 тонни молока з 36 до 8 ° С.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. С. 36-39.

2. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Зб. тез доп. ІІ Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54-55.

3. Болтянська Н.І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві. *Вісник Сумського НАУ СЕРІЯ «Механізація та автоматизація виробничих процесів».* 2016. Вип. 10/3 (31) . С. 118-121.

4. Болтянский О.В. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2016. Vol.18. No13, b.P.49-54.

5. Болтянська Н.І. Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. *Інженерія природокористування*. 2018. №1(9). С. 57-61.

6. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153-159.

7. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2016. Вип.6. Т.1. С. 50-55.

8. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2016. Вип.6. Т.1. С. 55-64.

9. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

УДК 631.333.92:631.22.018

АНАЛІЗ РОБОТИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПО ВИРОБНИЦТВУ ГРАНУЛЬОВАНИХ ДОБРИВ З ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

Гера А.М., бакалавр,
Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

У період свого зростання сільськогосподарські рослини засвоюють з ґрунту десятки різних хімічних елементів. Для часткового поповнення цих втрат сільськогосподарські підприємства зазвичай вносять в ґрунт мінеральні добрива. Як правило, ці добрива повертають в ґрунт тільки три найбільш важливі елементи: азот, фосфор, калій. Решту втрат – не поповнюють. З цієї причини із кожним роком родючість ґрунтів знижується з великою швидкістю при все зростаючих нормах внесення мінеральних добрив [1,2].

Але оскільки поживні речовини у гної знаходяться в органічній формі [3,4], вони менше вимиваються з ґрунту, входячи в нього поступово, протягом тривалого періоду, не створюючи високої концентрації солей. Це підвищує не тільки врожай, але і його якість (вміст вітамінів, цукрів, білків, крохмалю збільшується, а нітрити не накопичуються). Фосфор в гної представлений головним чином органічними сполуками, тому він практично не закріплюється в ґрунті у вигляді фосфатів заліза, алюмінію або кальцію, а в міру мінералізації органічної речовини засвоюється рослинами. З цієї причини фосфор гною використовується краще в порівнянні з фосфором мінеральних добрив. Аналогічна ситуація – з азотом. Кількість доступного азоту в гранульованому свинячому гної досягає 100%, фосфору – 70%, калію – 90%. У добриві є кальцій, що сприяє розкисленню ґрунтів. При контакті з водою гранули з гною набухають, збільшуючись в розмірах у кілька разів. При нестачі води в ґрунті вони повільно віддають цю вологу, забезпечуючи при нетривалих засухах корінням рослин і мікроорганізмам кращі умови.

Гній – побічна продукція тваринництва. Тварини виділяють цього продукту в декілька разів більше за масою, ніж м’яса. Збільшення кількості нових і зростання потужностей існуючих тваринницьких ферм призводить до ускладнення екологічної обстановки. При цьому гній можна з проблеми перетворити в цінну продукцію – органічні добрива (таблиця 1) [3-5].

Але для масштабного застосування цього абсолютно правильного рішення є кілька перешкод:

1) вологий (свіжий) гній містить велику кількість шкідливої мікрофлори, яєць гельмінтів і насіння бур'янів, тому гній як добриво не можна використовувати у свіжому вигляді [4]. Для забезпечення безпеки ці шкідливі компоненти необхідно знищити. З цією метою найчастіше послід залишають зопрівати природним шляхом, рідше - прискорюють процес за рахунок застосування спеціальної мікрофлори, ферментів і (або) каталізаторів. Ця технологія має циклічний характер і ряд інших серйозних технічних недоліків, тому поки не знайшла масового застосування, не дивлячись на актуальність проблеми.

2) проблема зберігання, транспортування і рівномірного внесення в ґрунт. У вологому стані гній надзвичайно важко зберігати, занадто дорого перевозити (перевезення води) і практично не існує способу і механізмів для його рівномірного розподілу по поверхні ґрунту.

У зв'язку з цим розробка високоефективних технологій [3-6], що забезпечують гарантоване виробництво стерильних і знешкоджених органічних добрив на основі гною набуває великого значення в питаннях підвищення родючості ґрунту, охорони природи, збереження здоров'я тварин, підвищення безпеки праці обслуговуючого персоналу, здоров'я населення і рентабельності виробництва.

Таблиця 1

Поживність відходів тваринництва (птахівництва)

Вид гною чи посліду	Вміст поживних речовин (у відсотках)		
	Азота (N)	Фосфора (P_2O_5)	Калія (K_2O)
Послід птахів	1,7	0,9	0,8
Гній великої рогатої худоби	0,45	0,23	0,5
Гній свиней	0,45	0,19	0,6

Опис основних принципів і технології роботи лінії. Лінію призначено для приймання, накопичення, дозованої подачі, сушки, подрібнення і гранулювання гною (рис. 1). Стоки гною закачуються для механічного видалення надлишкової вологи на пресово-шнековий сепаратор [5]. Тверда фракція зсипається в механізований склад «живе дно», а рідка надходить в лагуну і повторно використовується для змиву гною. Крім того, можлива подальша переробка даної субстанції для отримання рідких добрив. Така технологію розроблено, запатентовано і вже впроваджено багатьма підприємствами за кордоном. Отримана тверда фракція надходить в бункер сировини для подальшої переробки. Лінія дозволяє виробляти гранули з показниками, які відповідають вимогам європейських стандартів.

При підготовці сухого продукту до гранулювання в нього можна додати певну кількість речовин, що підвищують показники NPK. Кількість зазначених речовин обмежена технологічними особливостями процесів гранулювання. При виготовленні

негранульованих (порошкоподібних) добрив рівні NPK можна доводити до будь-яких заданих показників без будь-яких обмежень

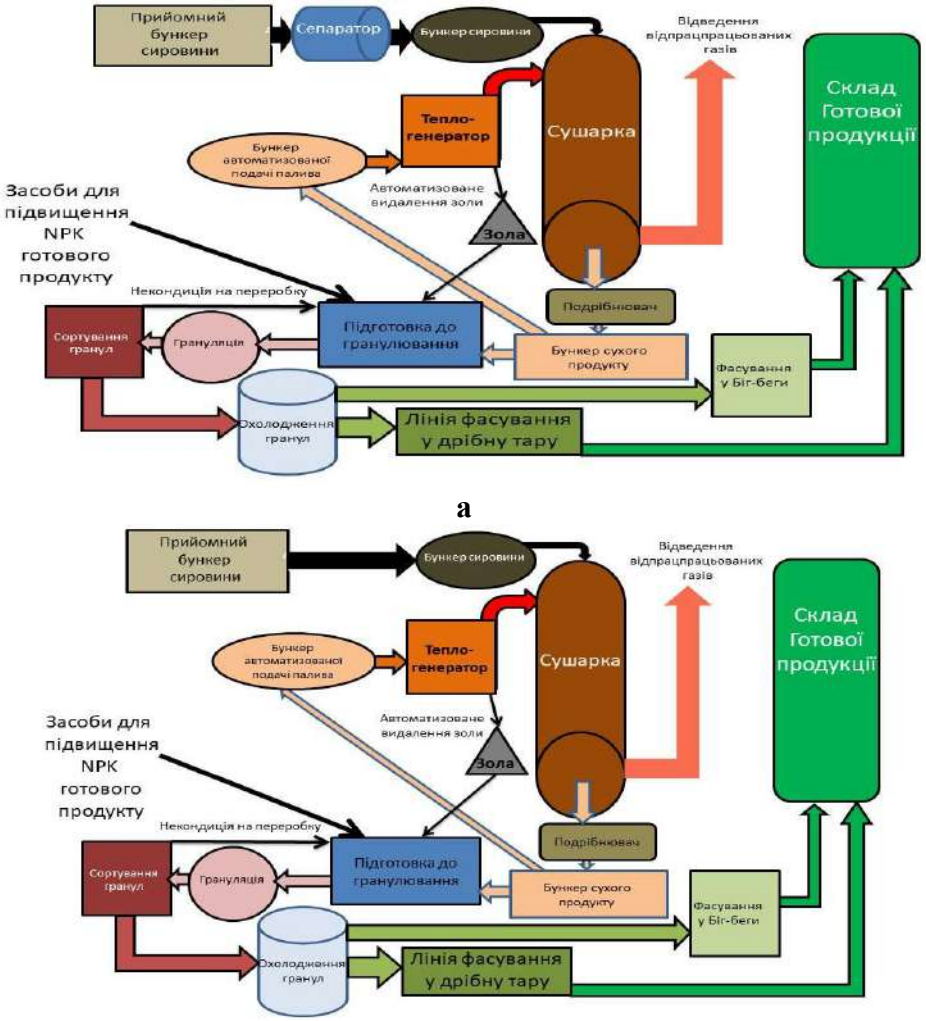


Рис. 1. Схеми основного обладнання лінії для виробництва гранульованих добрив: а) з гідрозмивного гною, б) із злежаного гною

Однак не на всіх підприємствах гній видаляється гідрозмивом. Частина сільськогосподарських підприємств використовує підстилковий спосіб утримання тварин з механічним видаленням гною. В якості підстилки служить, в основному, солома. При цьому вологість гною становить близько 75%. При переробці такого гною, перед сушінням з нього також необхідно видалити надлишкову вологу [5]. Проте, видалення зайвої вологи з підстилкового гною при довжині підстилковий соломи більш 15 мм шнековим сепаратором неможливо. Але вченими при випробувані різних способів сепарації доведено, що найбільш реальний і ефективний спосіб – застосування шнекового сепаратора. У зв'язку з цим, підготовка виробництва добрив повинна вестися ще на стадії підготовки підстилки. Підстилковий солому перед застосуванням необхідно подрібнити до довжини не більше 15 мм.

Багато підприємств мають великі запаси злежаного гною (рис. 1, б). Його переробка має деякі особливості. Злежаний гній має вологість нижче 55% і не потребує сепарації. Однак його необхідно подрібнити перед гранулюванням до отримання однорідної маси. Процес переробки гною в органічне добриво є безперервним. Середній час проходження сировини через технологію – від гнойових стоків до готового продукту становить близько 1 години. Цей факт є перевагою перед технологіями, які використовують циклічний (періодичний) процес [5,6].

Для виробництва сухого розсипного органічного добрива з гнойових стоків питома витрата електроенергії становить приблизно 110-130 кВт на 1 тону готової продукції. При виробництві сухих гранульованих органічних добрив, питомі витрати електроенергії збільшуються приблизно на 50 кВт на 1 тонну готової продукції і становитимуть приблизно 160-170 кВт на 1 тонну готової продукції.

Для сушіння сировини використовуються твердопаливні теплогенератори [6]. Вони можуть використовувати в якості палива агропеллети, відходи зернової переробки, будь-яку сипучу органічну сировину або сам гній. Питомі витрати перерахованого палива складуть близько 300 кг на 1 т. готової продукції. Зола, що отримується при спалюванні палива, може бути використана як окремий вид вже мінеральних добрив або додаватися в сировину, підвищуючи при цьому якісні показники готової продукції. У результаті проведених досліджень виявлено, що в практичній діяльності сільськогосподарським підприємствам, в першу чергу, слід звернути увагу на впровадження екологічно безпечних технологій у використанні гною, які не тільки дозволять зменшити шкідливі викиди у навколишнє середовище, а й принесуть додатковий прибуток.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 210-217.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біотермічна твердофазна ферментація гною. *Праці ТДАТА*. Мелітополь, 2008. Вип. 8. Т.3. С. 145-150.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. - Вип. 13. Т.3. С.110-118.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Зб. наукових праць*. Випуск №12. За наук. Ред. В.С. Лукача [та ін.]. Ніжин. С. 298-304.

УДК 631.3

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

Бондар А.М., к.т.н.
Латоша В.В., магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Одним з головних напрямків підвищення продуктивності тракторів в сільському господарстві є максимальне використання їх тягово-потужнісних властивостей. Це можливо тільки при збільшенні робочих швидкостей енергетичного засобу. Однак робота на підвищених швидкісних режимах призводить до погіршення стабільності технологічних процесів в зв'язку зі збільшенням чутливості рульового управління, так як зі збільшенням швидкості МТА (машинно-тракторного агрегату) необхідно збільшувати і передавальне відношення рульового механізму, а зі зменшенням швидкості, відповідно, зменшувати.

На сьогоднішній день відсутня така сільськогосподарська техніка, рульове управління якої повністю відповідало б цим вимогам. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на створення рульових управлінь сільськогосподарських МТА, що працюють на підвищених швидкісних режимах і забезпечують адаптивність передавального відношення рульового механізму в залежності від швидкості руху.

Маневреність МТА є важливим експлуатаційним властивістю колісної машини, яка визначає ефективність використання і безпеку руху [1-7].

Максимальний кут повороту керуючих коліс зазвичай не перевищує 40 ... 55^0. Максимальний кут повороту рульового колеса в кожну сторону в існуючих конструкціях рульових управлінь становить 1,5 ... 3,0 оборотів.

Ставлення кута повороту рульового колеса до кута повороту керуючих коліс називається передавальним відношенням рульового механізму. Практикою встановлено, що воно знаходиться в наступних межах: для автомобілів незалежно від наявності гідропідсилювача 20,0 ... 23,5; для легкових автомобілів 17,0 ... 18,2; для тракторів 12,0 ... 19,0. Варто сказати, що рульові управління з постійним передавальним числом не завжди задовольняють умовам маневреності, так як умови руху по прямій і при повороті з різним радіусом кривизни суттєво відрізняються. Тому необхідно прагнути розробляти такі схеми рульових управлінь, у яких передавальне число рульового механізму буде адаптивним.

З цією метою було проаналізовано переміщення МТА уздовж базової лінії на базі «велосипедної моделі» (рис.1)[2]:

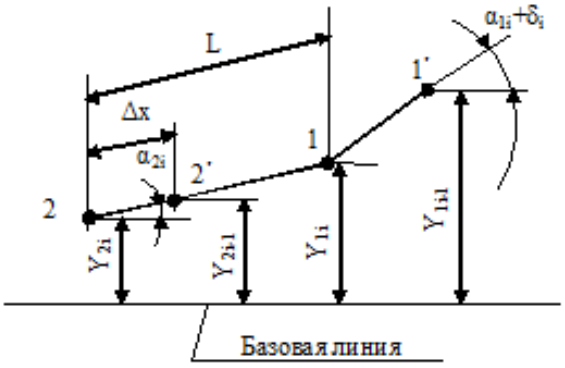


Рис. 1. Схема переміщення МТА уздовж базової лінії

L - довжина колісної бази трактора; α_1 - кут повороту передніх керуючих коліс; α_2 - поточне значення курсового кута остова трактора; Y1, Y2 - поточне значення відхилень від базової лінії переднього і заднього коліс трактора відповідно; ΔX - крок квантування моделі по переміщенню

Наведена схема переміщення МТА уздовж базової лінії дає можливість розробити математичну модель адаптивного рульового управління. Дискретна математична модель традиційного рульового управління в даному випадку має вигляд [6]:

$$\begin{cases} \alpha_{1i} = \dfrac{\alpha_i}{W}; \qquad \Delta x = V_i \cdot \Delta t; \\ \alpha_{2i} = \dfrac{\left(Y_{1i-1} - Y_2\right)}{L}; \\ Y_{1i} = Y_{1i-1} + \left(\alpha_{2i} + \alpha_{1i} + \delta_i\right) \cdot \Delta x; \\ Y_{2i} = Y_2 + \alpha_{2i} \cdot \Delta x \end{cases} \tag{1}$$

де V - швидкість руху МТА, м/с;

W - передавальне відношення рульового механізму;

Δt - крок квантування за часом (0,05 с);

δ - значення кута уводу еластичних шин, рад.

Під час руху машинно-тракторний агрегат відхиляється від заданої траєкторії в результаті впливу на нього зовнішніх факторів, що вливають [7]. Це призводить до того, що оператору постійно доводиться виконувати коригувальні дії рульовим колесом. При адаптивній схемі рульового управління передавальне відношення розраховується наступним чином:

$$W_i = W\left(1 + \frac{V}{V_0}\right) \tag{2}$$

де V_0 - рекомендована швидкість руху МТА при виконанні сільськогосподарських операцій (const), м/с.

З огляду на рівняння (2), систему (1) можливо записати в наступному вигляді:

$$\begin{cases} \Delta x = V_i \cdot \Delta t; \\ W_i = W\left(1 + \frac{V_i}{V_0}\right); \\ \alpha_{1i} = \frac{\alpha_i}{W_i}; \\ \alpha_{2i} = \frac{\left(Y_{1i-1} - Y_2\right)}{L}; \\ Y_{1i} = Y_{1i-1} + \left(\alpha_{2i} + \alpha_{1i} + \delta_i\right) \cdot \Delta x; \\ Y_{2i} = Y_2 + \alpha_{2i} \cdot \Delta x. \end{cases} \quad (3)$$

Аналіз роботи МТА свідчить про необхідність застосування рульового управління в якому передавальне відношення рульового механізму зможе змінюватися в залежності від умов роботи.

Список літератури.

1. Бондар А.М. Петров В.О., Чаусов С.В., Новик О.Ю. Автоматизація систем рульового керування для прецезійного управління мобільними машинами. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Вип. 6. Херсон, 2018. С 85-95.

2. Бондар А.М. Метод контроля системы управления колесной машины с целью обеспечения эффективной работы. *Motrol*. Lublin. 2016. Vol. 17, No9. P. 13-17.

3. Бондар А.М. Пути повышения качества отслеживания траектории мобильных машин. *Motrol*. Lublin. 2015. Vol. 17, N9. P3-8.

4. Бондар А.М., Приступа О.В. Дослідження конструкцій механічних рульових керувань з перемінним передаточним відношенням. *Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ.* 2018. С. 20-22.

5. Журавель Д.П Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. ТДАТУ. Мелітополь, 2018. 44 с.

6. Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Петренко К.Г. *Триботехніка.* Курс лекцій з навчальної дисципліни для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 280 с.

7. Журавель Д.П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2012. Вип. 12. т.2. С. 28-32.

УДК 621.316.9

СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ГІДРОПНЕВМОПРИВОДІВ

Мамонтов Р.В., магістр
Науковий керівник: Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Сучасний стан гідропривода характеризується періодом інтенсивного розвитку – світове виробництво гідропневмопристроїв у 2016 році досягло $ 68,6 млрд. Тільки в Європі гідромотори виробляють понад 80 фірм в номенклатурі більше 300 типів, найбільш поширеними є аксіально-поршневі, шестеренні зовнішнього зачеплення і шестеренні внутрішнього зачеплення, радіально-поршневі одноразової і багаторазової дії.

Одним з достоїнств гідроприводу є його висока енергоємність, що дозволяє його застосовувати в різних галузях промисловості починаючи від побутових приладів і закінчуючи важким машинобудуванням.

В останні десятиліття в малих і середніх потужностях з об'ємним гідроприводом став конкурувати електропривод, перевершуючи його в керованості і точності регулювання, за рахунок застосування засобів цифрового управління, а також підвищення ККД [1]. Для відновлення колишніх позицій, необхідний пошук нових технологій регулювання і управління об'ємним гідроприводом.

Слід зазначити що сучасний етап розвитку гідроприводу характеризується перш за все масовістю його виробництва у багатьох країнах світу, автоматизацією виробничих процесів, гідрофікованістю машин за рахунок використання досягнень електрогідроавтоматики, пошуком енергозберігаючих рішень на основі використання насосів і гідромоторів з регульованим робочим об’ємом, розширенням температурного діапазону, широкою стандартизацією гідравлічних компонентів, зниженням рівня шуму, та зниженням металоємності гідромашин і гідроапаратів [2,3]. Тому систематизація, аналіз досягнень і проблем сучасного гідроприводу значно впливають на формування актуальних завдань для конструкторів і вчених, відкривають для споживачів широкі можливості підбору гідрообладнання і є стимулом для розвитку вітчизняної конкурентоспроможної промисловості.

В даний час все більшого застосування знаходять системи, що використовують гідроприводи. Тому постає потреба популяризувати гідропривід та визначити основні характеристики та перспективи його подальшого розвитку.

Передачі, що перетворюють механічну енергію двигуна, розділяються на механічні, гідравлічні, електричні і пневматичні в залежності від виду тіла, що бере участь у перетворенні енергії. Так, у механічних передачах рух передається і перетворюється за допомогою взаємодії твердих тіл. У гідравлічних передачах (гідропередачах) робочим тілом, що передає енергію, є рідина, у пневматичних – повітря (газ) [4]. Кожна передача має вхідну (ведучу) і вихідну (ведену) ланки. У передачі обертального руху вхідною і вихідною ланками будуть обертові вали. У передачі поступального руху вхідною ланкою може бути вал, наприклад, насоса, а вихідною ланкою – поршень у гідроциліндрі. Однак вхідною ланкою може бути і поршень, що поступово переміщується, наприклад поршень головного гальмового циліндра в безнасосній системі керування гальмами.

Гідропневмоприводи поділяються на гідростатичні (об’ємної дії) і гідродинамічні. У першому тиск створюється насосом і передається на виконавчий орган (циліндр чи мотор) через робочу рідину як через проміжне тіло.

У другому робоча рідина обертається за допомогою відцентрового колеса (ведуча ланка). Кінетична енергія рідини, яка обертається, реалізується на турбіні (ведена ланка). Ведуча і ведена ланки розташовані при цьому в спільному корпусі. Основною особливістю гідродинамічної передачі є відсутність жорсткого зв’язку між ведучою і веденою ланками. Перевага гідростатичної передачі в порівнянні з гідродинамічною полягає в можливості реалізації великих передаточних чисел при одночасному перетворенні обертального руху на поступальний і навпаки. Другою важливою перевагою гідростатичної передачі є легкість відділення ведучого органа від веденого. Завдяки цим властивостям гідростатичний привод цілком заміняє складну механічну трансмісію з усіма її вузлами і деталями.

За характером руху вихідної ланки розрізняють об’ємні гідроприводи обертального, поступального і поворотного руху, що приводяться в дію гідромотором, гідроциліндром або поворотним гідромотором. По можливості регулювання розрізняють гідравлічні регульовані і нерегульовані, за способом регулювання – з ручним і автоматичним управлінням. Об’ємний гідропривід машин дозволяє з високою точністю підтримувати або змінювати швидкість машини при довільному навантаженні, здійснювати стеження – точно відтворювати задані режими обертального або зворотно-поступального руху, підсилюючи одночасно керуючу дію [5].

Регульовані об’ємні гідроприводи широко використовуються як приводи верстатів, прокатні стани, пресове і ливарне устаткування, дорожніх, будівельних, транспортних і сільськогосподарських машин.

В об'ємному гідроприводі (ГП) регулювання швидкістю і положенням виконавчого пристрою проводитися за рахунок зміни

кількості робочої рідини, що подається до виконавчого пристрою. Одним з найбільш поширених методів об'ємного регулювання є дросельне регулювання, при якому необхідна кількість робочої рідини забезпечується за рахунок перерозподілу потоку між виконавчим пристроєм і зливом. Дросельне регулювання отримало своє поширення завдяки своїй достатній простоті конструкції, добре вивчено і піддається математичному опису, доступному при проектуванні ГП. Але воно так само має ряд недоліків, одним з яких є нагрів робочої рідини під час проходження через дросселюючі щілини, в слідстві чого ГП з дросельним регулюванням має низький ККД. Так само є недолік обумовлений режимами потоку робочої рідини в каналі дросельної щілини, на вході і виході з неї, що тягне за собою швидкий знос робочих крайок дросельної щілини.

Гідропривод набуває широкого застосування в машинобудуванні та став невід'ємною складовою частиною сучасних мобільних машин і промислового обладнання. Сучасний етап розвитку гідроприводу характеризується перш за все масовістю його виробництва у багатьох країнах світу, автоматизацією виробничих процесів, гідрофікованістю машин за рахунок використання досягнень електрогідроавтоматики, пошуком енергозберігаючих рішень на основі використання насосів і гідромоторів з регульованим робочим об'ємом, розширенням температурного діапазону, широкою стандартизацією гідравлічних компонентів, зниженням рівня шуму, та зниженням металоємності гідромашин і гідроапаратів.

Список літератури.

1. Дідур В.А., Журавель Д.П., Палішкін М.А. та ін. Гідравліка. Підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 624 с. + іл. с.

2. Дідур В.А., Журавель Д.П. Методика изучения дисциплины «Гидравлика» в аграрных высших технических заведениях. *Сборник трудов по материалам III международной научно-практической интернет конференции «Инновационные технологии в современном образовании».* Королев, 2015.187-191.

3. Журавель Д.П., Савченко О.Д., Мовчан С.І. Обґрунтування необхідності вдосконалення вивчення дисципліни - Гідропривод сільськогосподарської техніки. *Збірник науково-методичних праць «Удосконалення навчально-виховного процесу в вищому навчальному закладі».* Мелітополь: ТДАТУ, 2013. Вип. 10. С.45-50.

4. Дідур В.А., Журавель Д.П. Технічна механіка рідини і газу: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти. Мелітополь**:** ТОВ «Колор Принт», 2019. 468 с.

5. Дідур В.А., Савченко О.Д., Журавель Д.П., Мовчан С.І. Гідравліка та її використання в агропромисловому комплексі. К.: Аграрна освіта, 2008. 577 с.

УДК 631.333.92:631.22.018

АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ГНОЮ

Данилків Д.О., бакалавр,
Науковий керівник: Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Високий енергетичний потенціал гною дає можливість використати його як харчовий субстрат для інших організмів, які потім можна використати на корм тваринам, для одержання палива, а також для обігрівання приміщень [1-3].

Експерименти по створенню на основі біотехнології моделей нового типу господарств широко проводять у Китаї. Відпрацьовуються різні моделі, які найбільше відповідають місцевим умовам. Одним з найбільш відомих є експеримент, проведений у селі Чакле провінції Сичуань. Селяни цього села, основне заняття яких — рисівництво, з допомогою спеціалістів почали вирощувати гриби на обробленій ферментами соломі. Після їх збирання солому використовують на корм свиням. Гній подається на біогазові установки [3, 4], після чого залишки [5] його використовують для розведення черв'яків і риби. Черв'яками відгодовують курчат, а воду із ставків після виловлювання риби подають назад на біогазові установки.

За думкою китайських вчених і спеціалістів, ті експерименти являють собою прообраз аграрної економіки нового типу, при якому досягається максимальний екологічний, економічний і соціальний ефект. Розглянемо можливі шляхи використання енергетичних запасів гною на сучасному рівні науково-технічного прогресу [1, 2].

Переробка гною за допомогою личинок синантропних мух і дощових черв'яків.

Одним із шляхів утилізації гною і повернення частини його поживних речовин тваринництву є одержання з нього білкових продуктів. В екскрементах тварин міститься велика кількість органічних добрив, здатних служити поживним субстратом для різних мікроорганізмів: бактерій, дріжджів, пліснявих грибів, мікроскопічних, водоростей, а також личинок мух і дощових черв'яків. Кормові продукти, що одержують внаслідок біотехнологічної переробки гною, суттєво відрізняються від нього. Так, одержана з рідкої фракції гною у ферментах різного типу суха біомаса термофільних бактерій містить близько 55% протеїну.

Утилізація свинячого гною і пташиного посліду [6] личинками й одержання цінних продуктів переробки - білкового борошна і

біоперегною - відкривають перспективи для розробки і впровадження в свинарство і птахівництво безвідходної технології виробництва м'яса на промисловій основі.

Метод біологічної переробки дає можливість трансформувати складні органічні сполуки, які містяться в гної і посліді, а також розвинуту супутню мікрофлору, що багата протеїном, жиром, амінокислотами і мікроелементами в кормову зообіомасу, яку після знезараження використовують на корм тваринам [6].

При утилізації пташиного посліду личинки мухи за 5 днів при температурі 20°С переробляють в'язкий субстрат вологістю 80% в рихлу масу вологістю 40% і pH 9,5. Таким чином, крім білкового корму можна одержувати добрива. Після закінчення переробки посліду личинок відділяють від субстрату, сушать і одержують борошно, яке є білковою добавкою до основного раціону птиці.

Борошно, що приготовлене з личинок кімнатної мухи, які культивуються на свинячому гної, являє собою суху, сипку масу з вмістом 8…10% вологи, 45…55 - протеїну, 16…21 - жиру і до 5% БЕВ. В 1 кг її міститься: кормових одиниць - 0,99…1,26, перетравного протеїну – 340…430 г, лізину – 33…40, метіоніну – 10…15, цистеїну - до 12, кальцію – 6…8, фосфору – 10…12 г. Борошно з личинок багате життєво необхідними мікроелементами.

Впровадження технології у птахівництво дасть можливість знизити на третину дефіцит кормів тваринного походження й одержати органічне добриво з поліпшеними фізико-механічними властивостями, а також забезпечити охорону навколишнього середовища від забруднення відходами тваринництва [1,2,6].

Використання борошна личинок у раціонах телят дає можливість зменшити потребу у відвійках на 25…30% без помітного зниження росту і погіршення їх фізіологічного стану. Борошно із личинок слід вводити до складу комбікормів або зерносумішей для телят 45-денного віку в кількості 100…200 г/гол., що зменшує витрату молочних продуктів у раціонах до 25% і не впливає негативно на перетравність поживних речовин і фізіологічний стан тварин.

Новий білковий корм сприяє кращому росту і розвитку молодняку: курчата дослідної групи достовірно в кінці досліду перевищують контрольні за живою масою і за відносним приростом.

Завдяки згодовуванню борошна із личинок у складі комбікорму несучість птиці зростає на 3,6 %, маса яєць - на 2 г. Індекс жовтка — на 0,01, виведення курчат - на 12 %. Морфологічні й біохімічні аналізи не виявляють будь-яких відхилень у якості яєць.

Використання борошна із личинок у раціоні свиней при інтенсивній відгодівлі в кількості 5…15 % поживності дає можливість одержувати середньодобовий приріст живої маси 760…800 г, не

впливає негативно на якість сперми, заплідненість маток і розвиток потомства.

Таким чином, одним із шляхів комплексного вирішення завдання забезпечення промислового тваринництва збалансованими кормами і утилізації його відходів є впровадження ентомологічного методу утилізації органічних відходів тваринництва, який дає змогу одночасно одержувати білок тваринного походження й органічні добрива з поліпшеними фізико-механічними властивостями.

Аналогічним шляхом розроблена технологія переробки посліду в бройлерному (промисловому) кролівництві. Вона високоефективна, рентабельна і закінчується одержанням білкового борошна для комбікормових заводів та перегною для тепличних господарств. Як безвідходне, може бути налагоджено і шовківництво.

Свинячий гній після переробки личинками мух стає дуже цінним органічним добривом, яке має нематодоцидну дію. Особливо воно цінне для закритого ґрунту. Внесення біоперегною [6] в ґрунт з розрахунку 400 г/м^2 зменшує чисельність галової нематоди і затримує строки її появи порівняно з контролем на 1,5 місяця. Кількість уражених рослин знижується від 15 до 0,8%.

Нематодоцидна дія біоперегною пояснюється, головним чином, наявністю активних речовин, що утворюються в процесі біологічної переробки гною личинками мух. З 1 т свинячого гною можна одержати 400…500 кг біоперегною.

Переробка гною за допомогою дощових черв'яків (вермикультура).

Відпрацьована технологія культивації дощових черв'яків на різних субстратах, відібрані штами компостних черв'яків, які за своїми біологічними і технологічними властивостями близькі до червоного (каліфорнійського) гібрида. Технологічні черв'яки розвиваються циклічно. При оптимальних умовах життя (температура субстрату 22°С±0,5; вологість 70±10%; pH - 7,0±0,5); цикл розвитку черв'яків продовжується 160 (±20) діб. Протягом року при підтриманні оптимальних умов у них відбувається два цикли розмноження і кількість їх збільшується в 1000 разів і більше.

Технологічні штами компостних черв'яків переробляють субстрат у два нових екологічно чистих продукти [1, 2].

1. У біомасу черв'яків - цінний білковий корм (вихід 70…100 кг з 1 т абсолютно сухої органічної маси або практично 8…10 кг з 1 т підстилкового гною за один цикл розмноження на площі 1 м² культиватора при «пасивній дозі» 0,5 кг/м^2).

2. У гранульоване гумусне органічне добриво, що підвищує родючість ґрунту (вихід - 600 кг з 1 т абсолютно сухої органіки або практично 400 кг при вологості 50% з кожної тони підстилкового гною 75%-ї вологості за один цикл розмноження черв'яків на 1 м²

культиватора). У черв'яковому компості міститься близько 15% гумусу.

Промислове виробництво черв'якових компостів і їх застосування - це надійний спосіб швидкого відновлення родючості ґрунтів. Промислова біотехнологічна переробка гною за допомогою черв'яків і личинок синантропних мух повинні перетворитися на нову галузь сільськогосподарського виробництва, здатну допомогти вирішити проблему тваринного білка і підвищення родючості ґрунту.

Субстрати для вирощування черв'яків готують на основі коров'ячого, кінського або кроликового гною [6]. Свіжий гній укладають у бурти для ферментації строком на 3-4 місяці. Субстрат готують з ферментованого гною, садової землі, різаної соломи або інших целюлозовмісних матеріалів і вуглекислого кальцію. Все це ретельно перемішують. Підготовленим таким чином субстратом заповнюють лотки. Для їх заповнення необхідно 25…30 м^3 субстрату на 100 м². Після цього субстрат зволожують і заселяють черв'яками в рекомендованій кількості.

Згідно з даними Ю.Б. Морєва (1987), на 1 м² щоденно можна утилізувати 1,5 кг гною, а на 1 га - 7,5 т (з урахуванням під'їзних шляхів корисна площа для розведення черв'яків на 50% більша від загальної). Протягом теплого періоду року на такій площі вони здатні переробити близько 1300 т гною, а продукція їх становитиме 20…25 т білкового корму і 400 т біогумусу. Одна з головних труднощів технології вермикультури - розробка економічно вигідного методу відділення черв'яків із субстрату. До цього часу основна конструкція екстрактора черв'яків являла собою барабан, який обертається, створений для добування черв'яків як рибної наживки.

Виготовлений з дощових черв'яків порошок містить 72…78% білку - більше ніж рибне борошно (50%) або білковий концентрат сої (45%). Включення білкових добавок до раціону тварин дає змогу скоротити витрату кормів на 30%, підвищити вихід м'яса на 10%, знизити собівартість продукції на 40%, а в умовах гострого дефіциту білку ті показники можуть бути в 5…8 разів більші.

Молодняк птиці, якому згодовують дощових черв'яків з 8…10-денного віку до 5 г на день, швидко росте і його пір'я стає блискучим, що свідчить про добрий стан здоров'я. Дорослій птиці дають по 20…30 г черв'яків на одну голову. Важливою умовою є використання черв'яків для випуску в ґрунт. Є дані, що фізична присутність їх у ґрунті підвищує врожайність кукурудзи - на 250%, жита - на 64%, картоплі - на 150%, гороху - на 300%.

Кожна перероблена черв'яками тонна субстрату дає 600 кг біогумусу, який містить до 30% гумусу і 70% золи. Біогумус містить азот, п'ятиокис фосфору, окис калію, кальцій, магній, залізо і ряд необхідних рослині мікроелементів. Використання біогумусу дає

можливість значно підвищити якість і кількість врожаю, наприклад, озимої пшениці на 20%, кукурудзи - на 30…50%, картоплі - на 40…70%, овочів - на 30%. При цьому підвищується цукристість буряків. Усі сільськогосподарські культури мають підвищену стійкість проти хвороб. Використання біогумусу (червокомпосту) для удобрення полів різко скорочує витрати на перевезення гною. Якщо на 1 га ріллі нині вносять 40…50 т гною, то при використанні біогумусу достатньо для одержання того ж ефекту 3 т біогумусу, а для багатьох культур - 1,5 т/га. Таким чином, біотехнологія переробки відходів тваринництва - важлива і перспективна галузь сільськогосподарського виробництва, що зароджується. Її появу зумовлено розширенням спектру впливу людини на природне середовище, загостренням у зв'язку з цим проблеми охорони природи і загрозою екологічної кризи на планеті.

Складовою актуальності нової галузі є і можливість додаткового одержання білків тваринного походження, дефіцит яких у країні і в світі найбільш гострий, стримує ріст продуктивності тваринництва і птахівництва. Зрештою, одержання біогумусу є по суті вирішенням проблеми використання екологічного механізму поновлення родючості ґрунтів. Вирішується питання біотехнології гумусу, який є альтернативою хімізації ґрунту і створює передумови для біологізації землеробства.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 210-217.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біотехнологія анаеробного метанового зброджування. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку»* Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2019. С. 61-63.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків, 2015. Вип. 156. С. 649-655.

6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Зб. наукових-праць* Випуск №12. За наук. Ред. В.С. Лукача [та ін.]. Ніжин. С. 298-304.

УДК 631.563.4

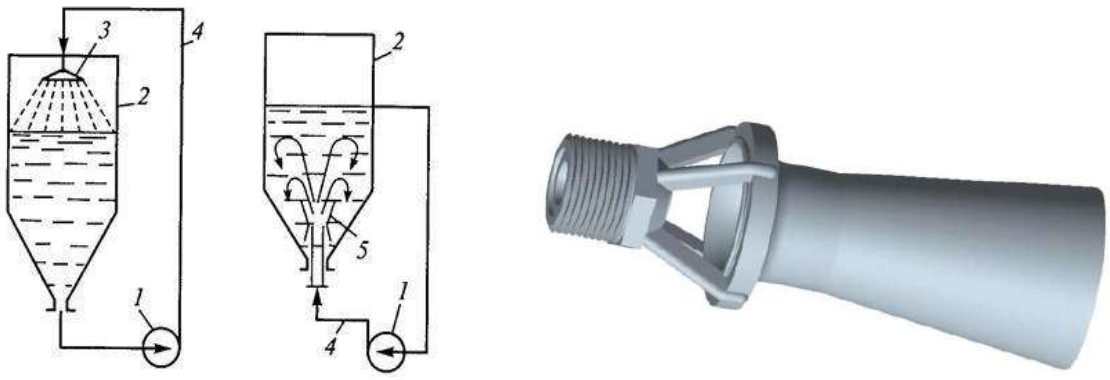
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ СТРУМИННОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ РІДКИХ КОМПОНЕНТІВ

Фурдак Т.В., студ.,
Науковий керівник: В'юник О.В., асист.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Процес перемішування рідких компонентів є широко розповсюдженим технологічним процесом у різних галузях виробництва та переробки продукції агропромислового комплексу. В наш час гостро стоїть питання енергозбереження, тому є актуальним розробка та впровадження у виробництво змішуючих апаратів, які забезпечать якісне перемішування рідких компонентів при мінімальних витратах енергії та часу.

Основні матеріали дослідження. Ця робота є складовою частиною робіт, що присвячені дослідженню змішування рідких компонентів. У попередній роботі [1] було проаналізовано різні способи перемішування рідин і виділено найбільш перспективний. Ним є спосіб струминного змішування. Для здійснення струминного змішування рідких компонентів розроблено ряд конструкцій змішуючих пристроїв [2].

Струминні апарати (рис.1) використовують для одержання гомогенних розчинів і неоднорідних систем – суспензій та емульсій, для сатурації рідини з метою отримання газованих напоїв. До схеми апарату струминного змішування в об'ємі (рис. 1а) належать: ємність, циркуляційний насос, трубопроводи, запірно-регулююча апаратура.



а б

Рис. 1. Струминні апарати: а – схеми струминного перемішування в об'ємі; б – загальний вид ежектору; 1 – насос; 2 – ємність; 3 –розбризкувач; 4 – труба; 5 – ежектор

Струмінь рідини, що виходить з робочого сопла ежектору, створює частковий вакуум у вхідному конусі дифузору, і, таким чином, потік рідини затягується і захоплюється з резервуару. Робочий струмінь змішується із захопленою рідиною та прискорює її потік. Рідка суміш, що виходить із струминного змішувача, розповсюджується у формі конусу та захоплює більше рідини, яка знаходиться поруч. При правильному встановленні одного, або декількох струминних змішувачів можливо отримати тривимірний потік у ємності, де відбувається змішування вмісту до однорідного стану. Перевагами таких апаратів є відсутність рухомих частин, простота та надійність в експлуатації. Ежектори, що встановлюють в апарати, не потребують технічного обслуговування, якщо їх виготовлено з правильно вибраного матеріалу, вони мають майже необмежений термін експлуатації. Основним недоліком апаратів циркуляційного перемішування є періодичний спосіб дії.

Апарати для струминного змішування в потоці. В таких змішувачах компоненти в зону змішування подаються окремо, а стінки апарату майже не впливають на процес перемішування. Вони відрізняються формою камер змішування, кількістю каналів підводу інжектованих компонентів та способом підведення інжектованого компоненту. Диспергований компонент може подаватися в середовище через розпилюючі сопла, або два потоки рідини зіштовхуються один з одним.

Протитечійний змішувач (рисунок 2) має корпус у вигляді двох співвісних циліндроконічних тіл 1 і 2, в яких просвердлено по вісі симетрії осьові канали 3 і 4 підводу змішуваних рідин [3].

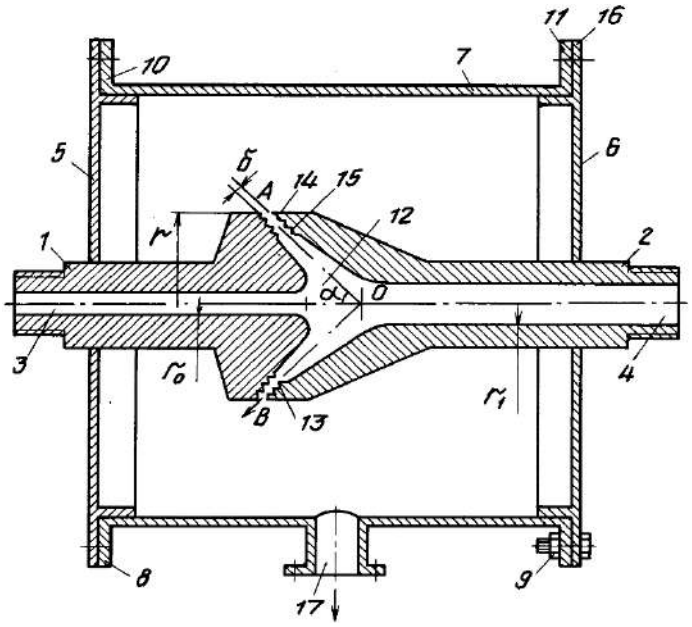


Рис. 2. Протитечійний змішувач.

Частини 1 і 2 корпусу встановлені в отворах фланців 5 і 6 камери 7 зливу перемішаної рідини і жорстко закріплені болтовими з'єднаннями 8 і 9 до приварених фланців 10 і 11 камери 7.

Вихідний отвір камери змішування 12 має форму кільцевої щілини 13. Насосами струмені компонентів подаються двома каналами назустріч один одному.

Струмені зіштовхуються з великою швидкістю, завдяки чому відбувається кавітація і змішування компонентів. Даний змішувач може працювати при будь-яких високих швидкостях змішуваних потоків, тому забезпечує високу продуктивність перемішування.

Аналіз процесу змішування в даному змішувачі, який було проведено за допомогою комп'ютерного моделювання процесу дозволяє стверджувати, що основними зонами найбільш інтенсивного перемішування є зони на 10-15 мм від кільцевої частини циліндро-конічних тіл. Окрім того в пристінних зонах кільцевої щилини утворюються потоки переважно одного з компонентів. Таким чином, конструкція протитечійного змішувача може бути значно покращена за рахунок зіткнення потоків, не обмежених стінками

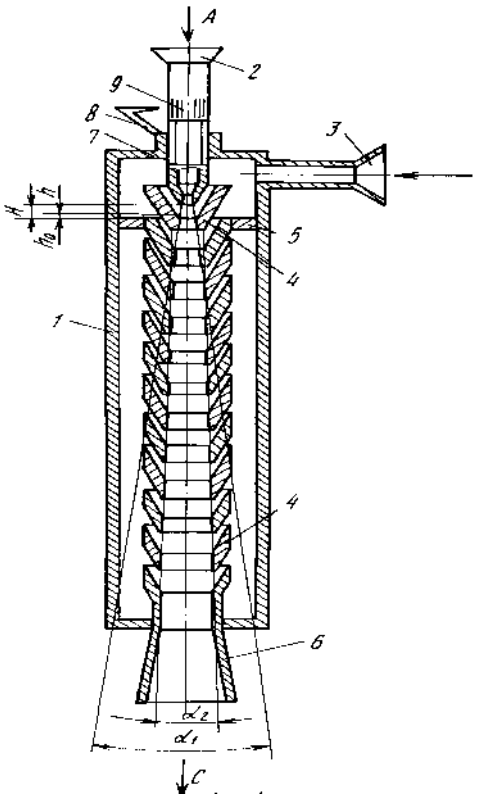


Рис. 3. Багатоконусний струминний апарат

В багатоконусному струминному апараті (рисунок 4) через патрубок 2 вводять у напрямку А робочий потік під підвищеним

тиском, через патрубок 3 в напрямку Б вводять підмішуваний компонент, який через зазори між конусними насадками натікає на струмінь робочого потоку [4]. Подальший рух продукту по конусним насадкам 4, розташованим нижче перегородки 5 приводить до високодисперсного розподілу фази у середовищі за рахунок витягування в тонку плівку підмішуваного компоненту на струмені робочого потоку.

Перемішування відбувається за рахунок гідравлічних ударів при русі продукту по конусних насадках, розташованих нижче перегородки 5. Готовий продукт виводиться із апарату через дифузор 6 у напрямку С.

При аналізі комп'ютерної моделі процесу перемішування рідин у цьому змішувачі виявили, що 30-40% рідини має достатню ступінь перемішування уже при проходженні перших двох конусів, і подальше переміщення апаратом призводить лише до невиправданих витрат енергії [3].

В статичних змішувачах [5] відбувається процес інерційного перемішування, який здійснюється за рахунок кінетичної енергії змішуваних рідин.

На рис. 4 представлена конструкція циліндричного статичного змішувача, призначеного для інерційного перемішування рідин, з вставними елементами, що представляють собою різно-закручені пластини з нержавіючої сталі, встановлені послідовно встик в корпусі змішувача. Геометричні характеристики окремого елемента визначаються кутом і напрямком закручування, а також співвідношенням діаметру і довжини. Кількість встановлених елементів залежить від в'язкості, а також від співвідношення в'язкостей змішуваних рідин: чим вище в'язкість і відмінність у в'язкості рідин, тим більше встановлюють елементів.

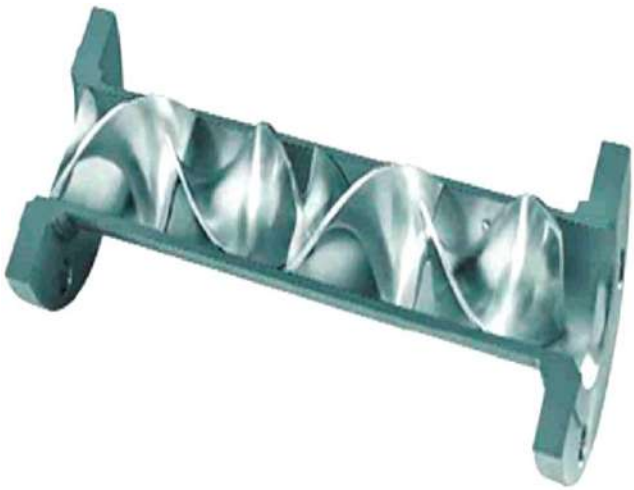


Рис. 4. Циліндричний інерційний змішувач

Змішувачі відрізняються один від одного за конфігурацією, довжиною, діаметром і набором інших показників, і в цілому дозволяють змішувати великий спектр дво- і багатокомпонентних матеріалів різної в'язкості, густини, хімічної природи і практичного призначення.

Значним недоліком статичних змішувачів є те, що вставні елементи, які забезпечують інтенсифікацію турбулентного руху рідини, одночасно з цим створюють надмірний гідравлічний опір апарату.

Висновки. Таким чином, дослідження показують, що найбільш перспективні конструкції для змішування рідких компонентів мають протитечійний змішувач і багатоконусний струминний апарат.

У подальшому планується провести детальне дослідження процесу перемішування у змішувачах обраних конструкцій з метою розробки конструкції змішувача безперервної дії, який зможе забезпечити якісне перемішування і високоточне регулювання кількості підмішуваного компоненту.

Список літератури.

1. Фурдак Т. В., Аналіз способів перемішування рідких компонентів. *VII Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ. Механіко-технологічний факультет*: матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф., 11–22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019.С. 26.

2. Самойчук К.О., Полудненко О.В. Результати аналізу конструкцій струминних змішувачів рідких компонентів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2013. № 1. Т.13. С. 205–211.

3. Самойчук К.О., Полудненко О.В. Обоснование конструкции смесителя жидких компонентов с помощью компьютерного моделирования. *Актуальные проблемы научнотехнического прогресса в АПК*: сб. научных статей. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного университетата. 2013. 236 с.

4. Пат. 2080164 РФ МПК B01F5/04. Многоконусный струйный аппарат / В.А. Бородин. (РФ); заявитель Бородин Владимир Александрович. – № 93015447/25; заявл. 24.03.1993; опубл. 27.05.1997

5. Saravanan K., Sundaramoorthy N., Mohankumar G., Subramanian Subramanian N. *Studies on some aspects of jet mixers I*: Hydrodynamics. Modern Applied Science. 2010. Vol. 3, № 4.P. 51–59.

УДК 631.333.92:631.22.018

АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ФЕРМЕНТАЦІЇ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Ігнатенко Д.Г., бакалавр,
Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Одним із шляхів утилізації сільськогосподарських відходів є біогазові технології, які дають змогу разом із розв'язанням екологічної проблеми отримувати високоефективні органічні добрива та енергію у вигляді біогазу [1-3]. Біогазова установка дає змогу переробляти різні види органічної сировини в добрива і енергію.

Аналіз існуючих досліджень [2,3] свідчить, що розвиток біогазових установок йде у двох напрямах.

Перший - це раціональне спрощення, а відповідно, і здешевлення тих установок, під час використання яких отримання біогазу не є головною метою порівняно з вимогами екологічної безпеки довкілля та отримання високоефективних органічних добрив. Ці розробки, зазвичай, пропонують для використання в невеликих фермерських господарствах.

Другий напрям - це створення сучасних високопродуктивних повнокомплектних біогазових установок на основі новітніх удосконалених конструкцій біореакторів, сучасних автоматизованих систем керування технологічним процесом, високоефективного теплотехнічного, електротехнічного і технологічного обладнання.

Оскільки розкладання органічних відходів відбувається за рахунок діяльності певних типів бактерій, то істотний вплив на нього робить навколишнє середовище [2]. Кількість виробленого газу значною мірою залежить від температури: чим тепліше, тим більші швидкість і ступінь ферментації органічної сировини. Однак, застосування надійної теплоізоляції, а іноді і підігрітої води, дозволяє освоїти застосування генераторів біогазу в районах, де температура узимку опускається до мінус 20°С.

Анаеробне бродіння в біореакторі процес складний і нестабільний, на нього впливають як зовнішні, так і внутрішні фактори: [2,5]:

- зовнішня температура;
- внутрішня температура середовища;
- лужність середовища, pH;
- наявність речовин інгібіторів;
- фракційний склад субстрату та його вологість і в'язкість;
- час бродіння;

• інтенсивність перемішування:
• вплив хімічного складу та типу вихідного матеріалу;
• термостабілізація процесу бродіння:
• тиск в системі;
• будова резервуара.

Вплив деяких із наведених чинників є досить значним і недотримання технологічних меж може зупинити процес. Інші мають не такий критичний вплив, але при сукупності дії всіх чинників їх ефект додається.

Окрім цього, існують певні вимоги і до сировини. Вона повинна бути придатна для розвитку бактерій, містити органічну речовину, що біологічно розкладається. Бажано, щоб середовище було нейтральним і без речовин, що заважають дії бактерій (інгібіторів) [3]. Такими речовинами є ,наприклад, мило, пральні порошки, антибіотики тощо.

Для одержання біогазу можна використовувати рослинні і господарські відходи, гній, стічні води та інші відходи. У процесі ферментації суміш в резервуарі має тенденцію до поділу на три фракції. Верхня - кірка, що утворюється з великих часток, які захоплюється пухирцями газу, що піднімаються. Через якийсь час вона може стати досить твердою і буде заважати виділенню біогазу. У середній частині ферментатора накопичується рідина. В нижній частині фракція випадає в осад. Бактерії найактивніші в середній зоні. Тому вміст резервуара необхідно періодично перемішувати. Цей процес може здійснюватися за допомогою механічних пристосувань гідравлічними засобами (під дією насоса), під напором пневматичної системи (часткова рециркуляція біогазу) чи за допомогою різних методів самоперемішування [4]. Але перемішування хімічно активної маси всередині герметичного реактора - складне завдання. Перемішуючі деталі повинні бути зроблені з корозійностійкого матеріалу. Привід перемішуючого пристрою повинен перебувати або всередині метантенку, або необхідно застосувати високоякісну перехідну муфту.

З усіх трьох способів найдешевшим і надійним для малих установок виходить [4] застосування перемішуючого пристрою, що знаходиться всередині реактора. Спеціальні перехідні муфти не є стандартним виробом, тому застосування їх в малих і середніх біогазових установках доцільно при їх серійному випуску. Для пневматичного перемішування потрібен якісний пожежо- і вибухобезпечний компресор, а для гідравлічного перемішування - потужний фекальний насос. Тому два останні способи доцільніше застосовувати у великих установках.

Також, в наших дослідженнях приділено значну увагу підвищенню ефективності анаеробної переробки органічних речовин, а саме відходів тваринного і рослинного походження в біогаз. Ефективність метанового «бродіння» або біометаногенеза

підвищується при додаванні рослинної сировини, наприклад, амаранту [3], при цьому скорочується лаг-фаза зброджування відходів до 4-5 разів. При додаванні амаранту в умовах напівбезперервного режиму зброджування в пілотних реакторах (V=12 л) закономірності газоутворення не змінюються; при цьому ступінь конверсії органічного субстрату збільшується з 65 до 83%.

Доказано, що активація метаногенезу безпосередньо не пов'язана з високим вмістом білка в амаранті: додавання фітомаси кропиви з вищим вмістом білка в субстрат надає пригноблюючу дію на метаногенез. Найбільш ефективним компонентом амаранту, що активує газоутворення, є метиленхлоридний екстракт (266,1 мл газу / г сухої речовини), що містить хлорофіл, фітостерини, каротин і переважно ліпіди. Економічно доцільно використовувати жом амаранту після відділення практично цінних з'єднань (містяться в метиленхлоридному, водному і спиртному екстрактах), його застосування як ко-субстрата при зброджуванні відходів дозволяє досягти вмісту метану в біогазі 73% і вище [3]. Яблучний жом аналогічно жому амаранту може служити ко-субстратом в процесі отримання біогазу; питома продуктивність в експерименті з яблучним жомом на 11% вище, ніж в контролі [3].

Одним з найбільш важливих факторів, що впливають на виділення біогазу, є співвідношення вуглецю і азоту C/N в перероблюваній сировині. Недостатність азоту служить фактором, який обмежує процес метанового бродіння. Надлишки азоту у вигляді аміаку стають токсичними для метанопродукуючих бактерій [1,5]. Оптимальним співвідношенням C/N, яке досягається змішуванням початкової органічної сировини, є співвідношення вуглецю і азоту від 10 до 20 [1].

Отриманий в процесі біометанізації біогаз в ідеальному випадку є безбарвним, таким, який не має запаху горючий газ, що має наступний склад: метан (CH_4) 55-70% ; двоокис вуглецю (CO_2) 30-45%; сірководень (H_2S) 1-2%; азот (N_2) 0-1%; водень (H_2) 0-1% [1].

З точки зору температурних умов протікання процесу ферментації можна назвати три основних види мікроорганізмів:

- психофільні, що активні за температури 0…25°C;
- термофіли, що активні за температури 45…70 °C;
- мезофіли, що активні за температури 20…40 °C.

Існують мікроорганізми Methanosarcina, які активні при температурі від 20 до 70 °C.

Вказані температурні режими суттєво впливають на якість технологічного процесу та продуктивність біогазової установки, оскільки коливання температур в межах 4...5 °C різко змінює мікробіологічну активність анаеробних організмів [2,3]. Особливістю процесу в біогазових реакторах є те, що за рахунок недостатнього та

нерівномірного прогрівання суміші коливання температур в об'ємі субстрату стають значними, що не відповідає технологічним вимогам. Це зменшує вихід біогазу порівняно з теоретичним [2]. Вирішення задач термостабілізації біогазових реакторів можливо за рахунок підвищення термічного опору матеріалу захисних конструкцій. Тому, використання теплоізоляційних матеріалів є необхідним заходом для підтримання температурного режиму, уникнення температурних перепадів та зменшення витрат енергоресурсів в біогазових установках.

Аналіз проведених досліджень [5,6] показує, що для цього найефективнішим є використання запропонованих теплоізоляційних багатошарових конструкцій із герметичним повітряним прошарком. Крім того, затрати на виготовлення запропонованих багатошарових конструкцій є мінімальними завдяки використанню вторинних ресурсів. Теплогідроізоляційна багатошарова конструкція містить утеплювальний шар, що включає гідроізолювальний шар, металеву сітку та шар пароізоляції, а також додатковий шар теплоізоляції (алюмінієва фольга). Поверх нього розташовано шар пластикових пляшок із сухим повітрям, а зверху встановлено захисний матеріал від механічних пошкоджень.

Список літератури.

1. Шацький В.В., Скляр О.Г., Скляр Р.В., Солодка О.О. Вплив структури субстрату на вихід біогазу при метановому зброджуванні. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь: ТДАТУ, 2013. Вип. 13. Т.3. С. 3-12.

2. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2. b. P.183-188.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь, 2014. Вип.4. Т.1 С. 3-9.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз способів та засобів для перемішування субстрату в метантенках біогазових установок. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 4. 19-26.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: наукове фахове видання*. Харків, 2019. Вип.199. С. 267-275.

6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз існуючих багатошарових захисних конструкцій біогазових установок. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь, 2014. Вип.4. Т.1. С. 88-94.

УДК 631.3.06

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ АГРЕГАТУ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕННЯ ҐРУНТУ З ОДНОЧАСНОЮ СІВБОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Юрин В.А., студент
Науковий керівник: Кувачов В.П., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Молторного, м. Мелітополь, Україна

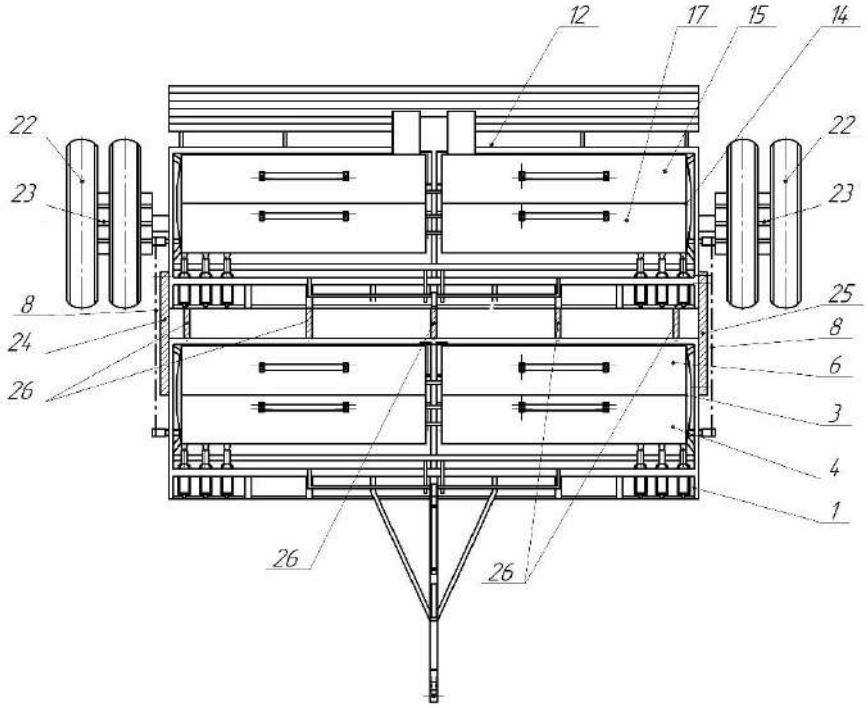
Постановка проблеми. Загальновідомо, що зона степу України характеризується дефіцитом опадів у весняний період. Через це мінеральні добрива (азотні, фосфорні і калійні) ефективно вносити під зяблеву оранку або передпосівну культивацію. А для зернових культур ефективно вносити добрива одночасно з сівбою [1]. Найефективнішим способом, який дозволяє реалізувати останнє, є внесення стартової і основної дози за один прохід агрегату на різні глибини залягання насіння [2]. Залишається при цьому лише вирішити проблему технічного забезпечення виконання даної операції машино-тракторним агрегатом, процес функціонування якого повинний забезпечувати максимальну ефективність його машиновикористання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відома конструкція агрегату для внутрішньоґрунтового комплексного мінерального удобрення ґрунту одночасно з сівбою с.-г. культур [3] – найближчий аналог, прийнятий за прототип, який включає сівалку з сошниками для внесення у ґрунт основної дози мінеральних добрив і сівалку с.-г. культур з пристроєм для внесення у ґрунт стартової дози мінеральних добрив.

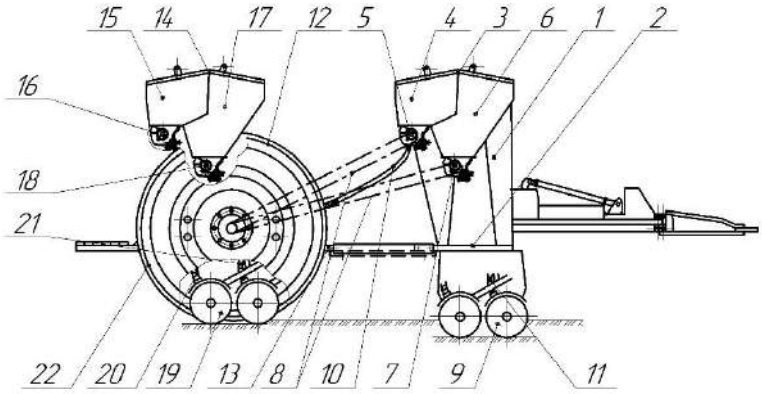
До недоліків цієї конструкції агрегату слід віднести його велику кінематичну довжину та наявність кінематичного зв’язку між двома сівалками. Це суттєво погіршує експлуатаційні показники роботи агрегату та показники його повороткості [4], а також якість виконання технологічної операції внутрішньоґрунтового комплексного мінерального удобрення ґрунту одночасно з сівбою с.-г. культур.

В основу вдосконалення відомого агрегату для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур покладено таке його конструктивне виконання, яке дозволяє жорсткого з’єднати рами обох сівалок між собою за допомогою балок на мінімально можливій відстані та здвоїти колеса удобрювально-висівної машини. Це дозволяє агрегату суттєво зменшити його кінематичну довжину покращити показники його повороткості та підвищити якість виконання цієї технологічної операції.

Основні матеріали дослідження. В результаті вирішення поставленої задачі нами запропонована конструктивно-технологічна схема агрегату (рис. 1) для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур.



а)



б)

Рис. 1. Схема машини для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур: а) вид зверху; б) вид збоку

Удобрювально-посівна машина (див. рис. 1) включає першу сівалку з сошниками для внесення у ґрунт основної дози мінеральних добрив і другу сівалку с.-г. культур з пристроєм для внесення у ґрунт стартової дози мінеральних добрив. Відповідно до пропонованої схеми (див. рис. 1) друга сівалка с.-г. культур жорстко приєднана до рами першої сівалки для внесення добрив на мінімально можливій відстані за допомогою балок, які кріпляться до рам двох сівалок з лівого та

правого їх боків та під рамами вдовж ширини захвату сівалок. При цьому насіннєпровід першої сівалки з'єднаний з сошниками другої сівалки, колеса з першої сівалки для внесення у ґрунт основної дози мінеральних добрив додані до коліс другої сівалки сільськогосподарських культур для внесення у ґрунт стартової дози мінеральних добрив, а привід висівних апаратів першої сівалки здійснюється від коліс другої.

Виконання конструкції агрегату для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур шляхом жорсткого з'єднанні рам сівалок між собою за допомогою балок та здвоювання коліс утвореної, таким чином, нової с.-г. машини, у новому варіанті відрізняє запропоновану конструкція агрегату від прототипу. Це дозволяє агрегату суттєво зменшити його кінематичну довжину, що призведе до скорочення ширини поворотної смуги, необхідної для розвороту агрегату. В кінцевому рахунку це покращить експлуатаційні показники роботи агрегату для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур. Через утворення в агрегаті замість двох осей коліс сівалок однієї, очікується і покращення показників його повороткості. При цьому внаслідок здвоювання коліс утвореного висівного комплексу питомий тиск його рушіїв на грунт зменшиться, що позитивно відобразиться на урожайності висіяної сільськогосподарської культури.

Через утворення з причіпного агрегату для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур полупричіпного, внаслідок наявності однієї осі коліс для двох сівалок, слід очікувати довантаження заднього ведучого моста агрегатуючого трактора, що покращує його тягово-зчіпні властивості.

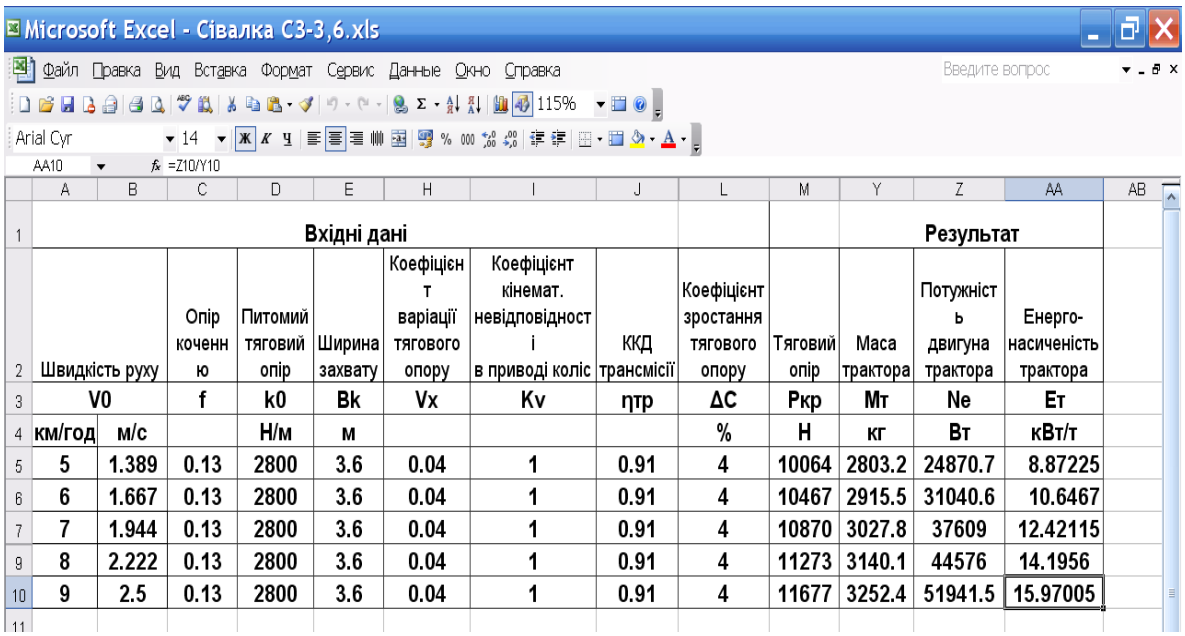
Агрегат для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур працює таким чином. Перед початком роботи агрегату другу сівалку 12 (див. рис. 1) з'єднують з першою 1 за допомогою балок 24, 25, 26, які кріпляться до рам 2 та 13 двох сівалок з лівого та правого їх боків та під рамами вдовж ширини захвату сівалок 1 і 12. З першої сівалки 1 знімаються колеса, які за допомогою здвоювачів 23 кріпляться до коліс 22 другої сівалки 12. Далі установлюється привід 8 висівних апаратів 7 першої сівалки 1 від коліс 22 другої 12 та насіннєпровід 10 першої сівалки 1 з'єднується з сошниками 19 другої 12 сівалки. У відсік 4 технологічного бункеру 3 сівалки 1 завантажується насіння с.-г. культури, а у відсік 5 – мінеральні добрива основної дози їх внесення. У відсік 15 технологічного бункера 14 сівалки 12 завантажується необхідне насіння с.-г. культур, а у відсік 17 завантажуються мінеральні добрива стартової дози.

Після цього агрегат заїжджає у загінку і сошники 9 і 19 обох сівалок 1 і 12 опускаються в робоче положення. При русі агрегату в загінці спочатку сошниками 9 сівалки 1 в рядки на більшу глибину

(близько 150 мм) вноситься основна доза мінеральних добрив, а потім у середину міжрядь внесеної основної дози добрив висівається сошниками 19 сівалки 12 насіння с.-г. культур і вноситься стартова доза мінеральних добрив в одні рядки сумісно з насінням на необхідну за агровимогами глибину їх загортання [5].

Використання запропонованого агрегату дозволяє в процесі його роботи покращити експлуатаційні показники та підвищити якість виконання технологічної операції.

Розрахунок необхідної номінальної ефективної потужності двигуна і маси трактора для його агрегатування зі удобрювально-посівною машиною показав (рис. 2), що при питомому тяговому опорі 2,8 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 5 до 9 км/год не перевищує 3,3 т. А необхідна потужність двигуна повинна бути не меншою 50 кВт.



	A	B	C	D	E	H	I	J	L	M	Y	Z	AA	AB
1	Вхідні дані									Результат				
2	Швидкість руху		Опір коченню	Питомий тяговий опір	Ширина захвату	Коефіцієнт варіації тягового опору	Коефіцієнт кінемат. невідповідності в приводі коліс	ККД трансмісії	Коефіцієнт зростання тягового опору	Тяговий опір	Маса трактора	Потужність двигуна трактора	Енерго-насиченість трактора	
3	V0		f	k0	Bk	Vx	Kv	ηтр	ΔC	Ркр	Мт	Ne	Ет	
4	км/год	м/с		Н/м	м				%	Н	кг	Вт	кВт/т	
5	5	1.389	0.13	2800	3.6	0.04	1	0.91	4	10064	2803.2	24870.7	8.87225	
6	6	1.667	0.13	2800	3.6	0.04	1	0.91	4	10467	2915.5	31040.6	10.6467	
7	7	1.944	0.13	2800	3.6	0.04	1	0.91	4	10870	3027.8	37609	12.42115	
9	8	2.222	0.13	2800	3.6	0.04	1	0.91	4	11273	3140.1	44576	14.1956	
10	9	2.5	0.13	2800	3.6	0.04	1	0.91	4	11677	3252.4	51941.5	15.97005	
11														

Рис. 2. Інтерфейс розрахунків необхідної маси агрегатуючого трактора і потужності його двигуна у середовищі Excell

Згідно з проведеними розрахунками (див. рис. 2) для агрегатування запропонованого агрегату обрано трактор Беларус-82.1. Оскільки у нього номінальна ефективна потужність двигуна дорівнює 59,6 кВт, а експлуатаційна маса – 4 т. Результат розрахунків експлуатаційних показників роботи нового агрегату представлений у табл. 1.

Для розглянутого агрегату його основні кінематичні параметри представлені на рис. 3.

При оцінюванні якості роботи агрегату для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур слід пам’ятати, що

глибина внесення добрив сошниками першої сівалки в рядки повинна становити 60-150 мм – це є основна доза мінеральних добрив.

Таблиця 1

Експлуатаційні показники агрегату для комплексного удобрення ґрунту з одночасною сівбою с.-г. культур

Склад агрегату		Робоча ширина захвату, B_p, м	Швидкість руху, км/год.	Продуктивність, га/год.	Витрати пального, кг/га	Витрати праці, люд.-год./га	Коефіцієнт використання	Експлуатаційні витрати, грн./га
трактор	с.-г. машина							
МТЗ-82.1	удобр-посівна	3,6	8,84	2,38	3,34	0,42	0,75	200,8

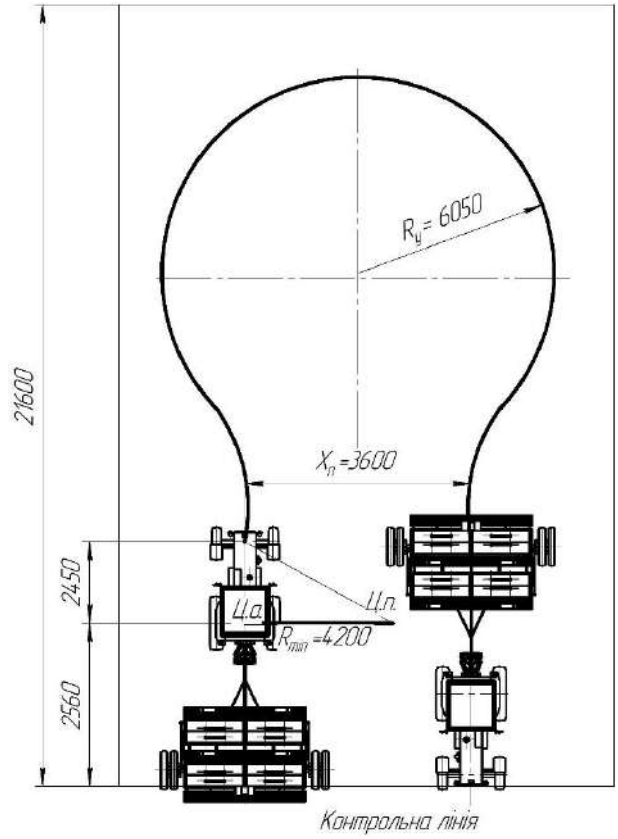


Рис. 3. Кінематичні параметри агрегату при здійсненні маневру петлевого повороту

А у середину міжрядь внесеної основної дози добрив висівається насіння с.-г. культури сошниками другої сівалки і вноситься стартова доза мінеральних добрив в борозну разом з насінням на оптимальну глибину загортання насіння – 20-80 мм.

Висновки. Таким чином, запропонована схема нового комбінованого агрегату для комплексного удобрення ґрунту з

одночасною сівбою с.-г. культур дозволяє покращити експлуатаційні показники його роботи та підвищити якість виконання цієї технологічної операції.

Розрахунок необхідної маси і номінальної ефективної потужності двигуна аггрегатуючого трактора показав, що при питомому тяговому опорі 2,8 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 5 до 9 км/год не перевищує 3,3 т, а необхідна потужність його двигуна повинна бути не меншою 50 кВт. Таким вимогам відповідає трактор Беларус-82.1, який і обрано для його агрегатування із новою удобрювально-посівною машиною.

Розрахунок кінематичних показників нового агрегату показав, що здійснення маневру його повороту на поворотній смузі повинний бути тільки петлевий. Обраний спосіб руху нового агрегату і організація його роботи на полі дозволяє мати коефіцієнт використання робочого часу зміни на рівні 0,75. Отриманий результат є задовільним, але спонукає нас на подальші дослідження з механізації процесу завантаження технологічним матеріалом нового агрегату, що дозволить підвищити цей показник.

Оцінка експлуатаційних показників роботи запропонованого агрегату показала, що змінна продуктивність очікується на рівні 2,38 га/год, а питомі витрати палива – 3,34 кг/га. Такі показники є цілком прийнятні і знаходяться на рівні типових норм виробітку аналогічних комбінованих посівних агрегатів в рослинництві.

Список літератури.

1. Experimental study of operational properties of two-machine drilling aggregate / V. Kuvachov et al. *Acta Technologica Agriculturae*. 2018. №2, P. 81–86.

2. Теоретичне дослідження нового удобрювально-посівного агрегату / В.П. Кувачов та ін. *Механізація та електрифікація сільського господарства.* 2017. № 6 (105). С. 11–25.

3. Теорія плоскопаралельного руху удобрювально-посівного машинно-тракторного агрегату / В.П. Кувачов та ін. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. № 2 (97). С. 6–18.

4. Теоретичне обґрунтування стійкого руху нового удобрювально-посівного агрегату / В.П. Кувачов та ін. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2017. № 47, ч. І. С. 11–31.

5. Аюбов А.М., Кувачов В.П., Чугункін К.В. Дослідження роботи системи контролю висіву насіння сільськогосподарських культур. *Науковий вісник ТДАТУ.* 2019. № 8, том 2. С.1-9.

УДК 631.173

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛОТКІВ КОРМОДРОБАРОК

Курашкін О.С., бакалавр,
Науковий керівник: Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Останнім часом у сільськогосподарському виробництві і комбікормовій промисловості широко використовують молоткові подрібнювачі (дробарки) та створені на їх базі комбіновані установки [1-3]. Вони різняться широкою універсальністю, відносною простотою конструкції та обслуговування, надійністю і довговічністю експлуатації. З аналізу літературних джерел [3-5] ми бачимо, що якість роботи дробарки та її довговічність значно залежать від конструкції молотків та їх правильного монтажу. Молотки кріплять на барабані за допомогою шарнірів. Дуже важливо розмістити вісь підвісу молотка так, щоб реакція в шарнірі була мінімальною або зовсім зникла.

Для з'ясування умов динамічної рівноваги розглянемо співвідношення сил і моментів, що діють на молоток у момент удару. Молоток подрібнювальної машини показано у вигляді прямокутної пластини на рисунку 1, *а*. [6]

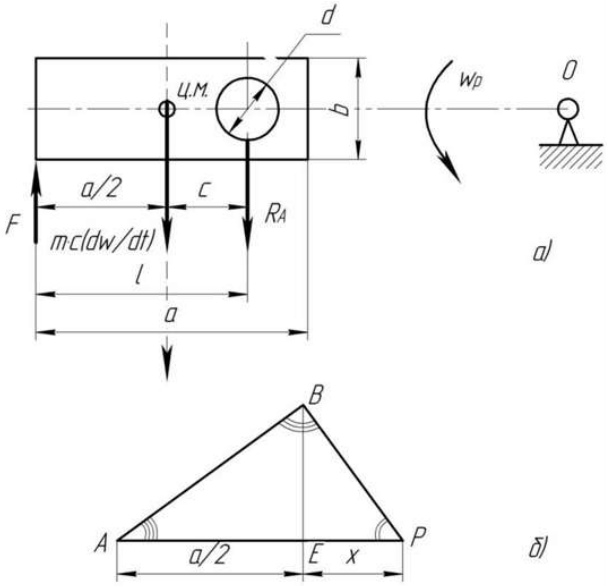


Рис. 1. Розрахункові схеми для:

а - визначення осі підвісу молотка; *б* - розташування осей симетрії молотка

При обертанні барабана молотки співударяються зусиллям *F* із матеріалом, що подрібнюється. Сила *F* прикладено по дотичній до крайньої торцевої площини молотка. У точці *А* осі шарніра виникає

реакція R_A, спрямована в бік, протилежний напряму дії сили F. Під дією цієї ж сили F молоток обертається навколо осі підвісу з кутовим прискоренням, що дорівнює dw/dt У результаті цього виникає момент сили інерції молотка відносно осі підвісу.

Складемо рівняння рівноваги молотка масою m під дією всіх сил відносно осі підвісу: [6]

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} F_Y = F - m \cdot c \frac{dw}{dt} - R_A = 0; \\ \sum_{i=1}^{n} M_A = I \cdot \frac{dw}{dt} - F \cdot l = 0. \end{cases} \quad (1)$$

З першого рівняння системи (1) визначимо силу удару F і підставимо її у друге рівняння системи, розв'язавши яке, отримаємо вираз для визначення реакції R_A:

$$R_A = \frac{dw}{dt}\left(\frac{I}{l} - m \cdot c\right), \quad (2)$$

де l – відстань від точки осі підвісу до кінця молотка, м; I - полярний момент інерції молотка відносно осі підвісу, визначається за формулою:

$$I = m \cdot \rho^2, \quad (3)$$

де ρ - радіус інерції молотка відносно осі підвісу (шарніра).

У рівняння (2) підставимо залежність (3) і знайдемо, що реакція R_A може дорівнювати нулю, коли:

$$\rho^2 = l \cdot c, \quad (4)$$

де c - відстань від центра мас молотка до осі підвісу.

У загальному випадку момент інерції молотка можна записати:

$$I = I_0 + m \cdot c^2 = m \cdot r_o^2 + m \cdot c \ , \quad (5)$$

де I_0 - полярний момент інерції молотка, що проходить через центр мас.

Для молотка, прийнятого у вигляді прямокутної пластини (рис. 1, *а*) довжиною a і шириною b (нехтуючи площею, що займає отвір), запишемо радіус інерції r_o відносно центра мас: [6]

$$\rho_o^2 = \frac{a^2+b^2}{12}, \quad (6)$$

Прирівняємо залежності (3) і (5), враховуючи (4) і (6). Визначимо радіус інерції молотка відносно осі підвісу (при паралельному перенесенні осей):

$$\rho^2 = \rho_o^2 + c^2, \text{ або } \frac{a^2+b^2}{12} + c^2 = c \cdot l. \quad (7)$$

Якщо удар припаде на кінець молотка, то

$$l = \frac{a}{2} + c \ . \quad (8)$$

Підставивши (8) у (7), отримаємо:

$$c = \frac{a^2+b^2}{6a} \ . \quad (9)$$

Величина c визначає пошукове мінімальне значення місця розташування осі підвісу молотка.

Маючи розміри молотка подрібнювача, вісь підвісу молотка можна визначити також із геометричної побудови (рис. 1, *б*). Точка P - місце розташування осі підвісу молотка.

Відстань від осі підвісу до центра ваги молотка, який має прямокутну форму і два отвори (рис. 2), визначаємо за виразом: [6]

$$c = \frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} + B}\,, \qquad (10)$$

де

$$A = \frac{a^2 \cdot b}{\pi \cdot d^2} - \frac{a}{2}\,; \qquad B = \frac{a \cdot b(a^2+b^2)}{6\pi \cdot d^2} + \frac{d^2}{8},$$

d – діаметр отвору під палець (d =0,0205 м).

При налагодженні та експлуатації дробарок необхідно домагатися, щоб уся рухома система шарнірно підвішених молотків була зрівноваженою [5,6]. Тоді ударні імпульси не будуть передаватися від молотків через палець і диски на підшипник валу ротора, що запобігає виникненню вібрації дробарки і передчасному виходу з ладу підшипникових вузлів.

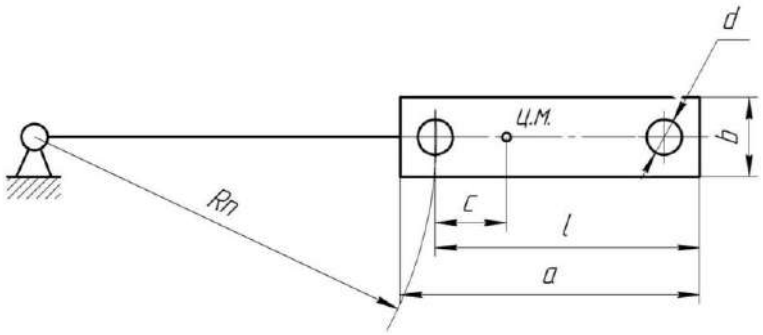


Рис. 2. Схема до розрахунку молотків з двома отворами

Молотки, «зрівноважені на удар», задовольняють умову (4): [6]

$$r^2 = c \cdot l.$$

Для забезпечення стійкого руху молотка необхідно підібрати відповідну довжину молотка a (рис. 1, *а*) і радіус його встановлення.

Для їх визначення рекомендують такі співвідношення:

- радіус підвісу молотка, м,

$$R_n = 0{,}346\ D;$$

- відстань від точки осі підвісу молотка до кінця молотка, м,

$$l = 0{,}154\ D;$$

- довжина молотка, м,

$$a \approx 1{,}5\ l;$$

- ширина молотка, м,

$$b \approx 0{,}1D.$$

Кількість молотків, шт., визначають за формулою: [6]

$$Z_M = \frac{L - \Delta L}{\delta + S} \cdot K_z, \qquad (11)$$

де ΔL – сумарна товщина дисків, які не перекриваються молотками, м; Kz – кількість молотків, що йдуть по одному сліду, Kz=1...6; δ – товщина молотків, δ = 0,002 м; 0,004 м; 0,01м; S – відстань між молотками, м.

Частоту обертання ротора (кінематичний режим) n , об/хв, визначають за знайденим значенням швидкості молотків V_M , м/с, і діаметра барабана D. Тобто:

$$V_M = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \quad (12)$$

Тоді

$$n = \frac{60 V_M}{\pi \cdot D}. \quad (13)$$

Проведені дослідження умов динамічної рівноваги співвідношення сил і моментів, що діють на молоток у момент удару, дають змогу визначити основні конструктивні параметри молотків. Необхідно прагнути, щоб простір подрібнювальної камери якнайбільше було перекрито молотками, а порядок розміщення їх не порушував умов статичної й динамічної зрівноваженості барабана. Усі отримані розміри уточнюють після розрахунку деталей барабана на міцність.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5, С. 245-251.

2. Грушецький С.М., Скляр Р.В. Авторське свідоцтво «Машини і обладнання та їх використання у тваринництві»: текст лекцій. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2016. 475 с.

3. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт/ О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, Н.І. Болтянська, Б.В. Болтянський, С.В. Дереза, С.М. Григоренко. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.

4. Болтянська Н.І. Дослідження довговічності та безвідмовності підсистем молоткових дробарок в процесі їх експлуатації. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь. Вип. 15. Т.3, 2015. С. 296-302.

5. Болтянська Н.І. Підвищення безвідмовності підсистем молоткових дробарок в процесі їх експлуатації. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка*: Наукове фахове видання. Вип.156. Харків: 2015. С. 636-640.

6. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська, Д.О. Мілько, Б.В. Болтянський. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019 . 608 с.

УДК 631.173

ТИПИ І ОЦІНКА ПРЕСУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Скляр Р.В., к.т.н.,
Рева В.С., бакалавр,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Нині в нашій країні велика кількість фуражного зерна згодовується тваринам просто у подрібненому стані, а не у вигляді збалансованих комбікормів, хоча для їх виробництва є всі можливості [1-3]. У минулому в Україні побудовано понад 500 комбікормових підприємств різних форм власності загальною продуктивністю більше 15 млн т комбікормів на рік, а також велику кількість цехів і установок для виробництва трав'яного та м'ясо-кісткового борошна, сухих кормових дріжджів, інших кормових добавок. Сьогодні це обладнання лише частково завантажене.

Передовою практикою та науковими дослідженнями встановлено, що переробка зерна на повноцінні комбікорми підвищує ефективність його використання на 25…30 % [2-4]. Одна тонна повноцінних спеціалізованих комбікормів порівняно з однією тонною звичайних концентратів забезпечує додаткове виробництво 250…300 кг молока, 30…40 кг м'яса, 750…900 яєць. При цьому підвищується продуктивність тварин і птиці, скорочуються строки їх відгодівлі і витрата кормів.

Комбікорми виробляють у розсипному, гранульованому (у вигляді щільних грудочок певної форми і розмірів) і брикетованому вигляді (плитки геометрично правильної форми і розмірів) [3, 4]. Для птиці виробляється комбікормова крупка шляхом подрібнення гранульованого комбікорму.

Гранулювання комбікормів збільшує їх об'ємну масу, знижує самосортування й розпилення продукту. В гранулах краще зберігаються вітаміни, мікроелементи, антибіотики, що сприяє кращому їх засвоєнню організмом тварин і птиці, а в результаті — підвищенню їх продуктивності. Гранульовані комбікорми виробляють для всіх видів тварин, птиці і риб. Виробляють гранули циліндричної форми діаметром 4,7; 7,7; 9,7; 12,7 та 19 мм за допомогою пресів для гранулювання кормів [4].

Преси для гранулювання кормів поділяють за [4]:

- принципом пресування в робочих органах. Це - формуючі машини (пресують матеріал у закритій камері) і машини, що витискують матеріал (процес протікає за рахунок опору витискуванню від тертя матеріалу по стінках камери пресування);

- типом робочих органів, що створюють зусилля пресування, - на плунжерні (штемпельні, шнекові, клинові, шестерінчасті) і вальцьові;
- кінематичними і конструктивними особливостями робочих органів. Прес-гранулятори можна поділити на п'ять типів (рис. 1).

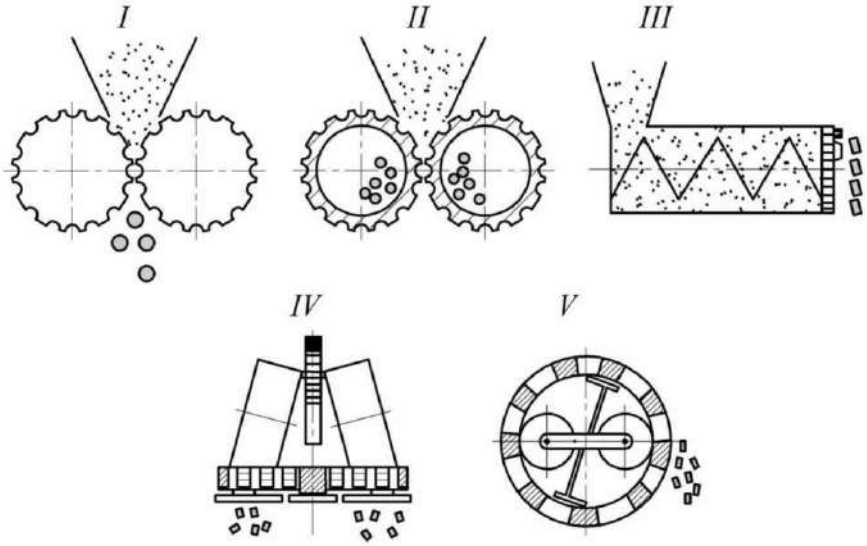


Рис. 1. Принципові схеми робочих органів прес-грануляторів

Перший тип: формуючі преси. Утворення гранул відбувається при проходженні продукту між двома комірковими вальцями, що обертаються назустріч один одному.

Недоліки: низька продуктивність; великі питомі витрати електроенергії; через короткочасний вплив зусилля пресування отримати міцні гранули неможливо [4, 6].

Другий тип*:* шестерінчасті та циліндричні преси. Робочі органи шестерінчастих пресів - пари зубчастих коліс, що знаходяться у зачепленні й обертаються назустріч одне одному. Вихідна сировина нагнітається зубцями в отвори, утворені установкою шестерень. Гранули, що виходять з отворів, зрізуються нерухомими ножами.

Циліндричні витискуючі преси - два циліндри з отворами на всій поверхні. При обертанні їх назустріч один одному маса захоплюється циліндрами і протискується через отвори всередину циліндра, де гранули зрізуються ножами [4, 6].

Шестерінчасті та циліндричні преси застосовують при виробництві гранул діаметром 10...13,5 мм.

Третій тип*:* шнекові гранулятори, які можуть бути циліндричними і конічними, одно- і двошнековими, з горизонтальним і вертикальним розташуванням шнеків. У кожному з них сировина захоплюється шнеком, перемішується, додатково подрібнюється, перетирається, нагнітається до матриці й протискується через отвори відповідного діаметра.

Гранули, що виходять з матриці, зрізаються обертовими або нерухомими ножами. У таких пресах застосовують плоскі й сферичні (сегментні) нерухомі матриці, розташовані вертикально або горизонтально. Шнекові преси використовують для отримання гранул вологим способом [4, 6].

Четвертий тип*:* преси з плоскою горизонтальною обертовою матрицею, через отвори якої матеріал протискується пресувальними вальцями і формується в гранули. Вальці можуть бути конічними (зрізаний конус) або циліндричними. Вони обертаються від дотику з матрицею (пасивні вальці) або мають індивідуальний привод (активні вальці). Недоліки: через різницю в колових швидкостях нерівномірно зношуються матриці й вальці; викидається матеріал під дією відцентрових сил до периметра матриці і, як наслідок, нерівномірно навантажується робоча поверхня [4, 6].

П'ятий тип*:* преси з кільцевою горизонтальною або вертикальною обертовою матрицею. Через формуючі отвори матриці матеріал протискується пресувальними вальцями (активними або пасивними). Головна особливість робочих органів та, що лінійні швидкості кільцевої матриці і пресувального вальця у точці їхнього дотику рівні, тобто відсутнє тертя ковзання і весь тиск використовується для пресування матеріалу.

Найбільше використовуються преси з вертикальною кільцевою обертовою матрицею. *Їх переваги:* можливість швидкої та легкої заміни матриць і вальців при переході з одного діаметра гранул на інший, зручне регулювання зрізувальних ножів, надійний захист підшипників від потрапляння в них пресувального матеріалу (комбікорму). Однак є і недоліки [4, 6]:

- неповне використання робочої поверхні матриці під канали пресування, їх робочий перетин не перевищує 40%;
- створення підвищеного тиску для зсуву стиснутого корму з перемичок в матричні канали;
- непродуктивні витрати електроенергії на процес впресування шару корму в канали пресування, при якому спостерігається руйнування частинок матеріалу кромкою філь'єри;
- істотний нагрів при зсуві частинок корму з перемичок філь'єр під високим тиском і втрати цього тепла в навколишню середовище.

Для брикетування кормів застосовуються такі типи пресів (рис. 1): штемпельні (з відкритою і закритою матрицею), вальцьові, кільцеві, шнекові й мундштукові. У комбікормовій промисловості використовують здебільшого преси штемпельного типу. Вони бувають одно-, дво- і чотириштемпельними. Найбільшого поширення набули одно- і двоштемпельні.

Перетворення сипкої маси на брикет у штемпельних пресах здійснюється в матричному каналі під дією штемпеля, що робить

зворотно-поступальні рухи. Поперечний перетин матричного каналу визначає форму брикету.

Пресовані розсипні комбікорми або повнораціонні суміші мають пружні властивості. Тому для отримання з них міцних брикетів необхідно забезпечити відносно високий питомий тиск пресування і витримку брикетів протягом деякого часу під тиском [4, 6].

У пресах штемпельного типу з відкритою матрицею час витримки брикету під тиском визначається швидкістю проходження його через матричний канал.

Виробництво пресів-грануляторів до теперішнього часу широко освоєно наступними фірмами: «Sprout-Bayer», «Sprout-Matador», «Van Aarsen», «BUHLER » та ін.

Лінія гранулювання є практичним і сучасним комплексом для переробки сільськогосподарських відходів, як для аграрних підприємств, так і великих фермерських господарств. Устаткування для гранулювання мінімізує працю персоналу, при цьому підвищуючи продуктивність працівників. З таким комплексом робота проходить в рази ефективніше і швидше, а вкладення швидко окупаються. Аналіз пресів для гранулювання показав, що отримали найбільше розповсюдження п’ятий тип, а саме преси з кільцевою горизонтальною або вертикальною обертовою матрицею.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5, С. 245-251.

2. Грушецький С.М., Скляр Р.В. Авторське свідоцтво «Машини і обладнання та їх використання у тваринництві»: текст лекцій. Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2016. 475 с.

3. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт/ О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, Н.І. Болтянська, Б.В. Болтянський, С.В. Дереза, С.М. Григоренко. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.

4. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська, Д.О. Мілько, Б.В. Болтянський. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019 . 608 с.

5. Машиновикористання техніки в тваринництві: навчальний посібник з виконання лабораторних робіт/ Н.І. Болтянська, О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, Б.В. Болтянський, С.В. Дереза. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. 180 с.

6. Болтянська Н.І. Комар А.С. Аналіз технічних засобів для пресування кормів. *Науковий вісник ТДАТУ*. Вип.8. Т.2. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. С. 57-66

УДК 5.915

ДИНАМІКА ПОЛІМОРФІЗМУ LEPTINOTARSA DECEMLINEATA

Щербина В.В., к.б.н.,
Тишковець Г.О., магістр,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Колорадський жук є одним з найбільш поширених і небезпечних шкідників рослин сімейства пасльонових. Шкідливість даного виду пояснюється значною екологічною пластичністю, що дозволяє йому адаптуватися до змін умов середовища проживання. Широкий адаптивний потенціал визначається високим ступенем генетичного, біохімічного і фенотипового поліморфізму, що створює можливості для подальших мікроеволюційних перетворень [1].

Для вдосконалення системи захисту рослин від колорадського жука і контролю його чисельності ефективне застосування моніторингу мікроеволюційних перетворень в популяціях з метою визначення напрямків адаптації до абіотичних і біотичних факторів середовища. В якості індикаторного показника адаптациогенеза може служити зміна фенотичної структури популяції колорадського жука.

Фізико-географічні умови регіону дослідження. Район досліджень розташований у степовій зоні України [2]. Клімат в регіоні помірно-континентальний із порівняно м'якою зимою та жарким і довгим літом [3]. В регіоні поширені чорноземи південні [4].

Біологічна характеристика виду. *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) належить до ряду твердокрилих – *Coleoptera;* родини листоїди – *Chrysomelidae;* підродини справжні листоїди – *Chrysomelinae*; роду – *Leptinotarsa*. Колорадський жук пошкоджує картоплю, овочеві та пасльонові (баклажани, перець, рідше помідори). Жук завдовжки 8-12 мм, короткоовальний, випуклий, жовтий або червоно-жовтий, із світлішими надкрилами, на яких є смуги. Крила добре розвинуті, перетинчасті, тонкі, мають білі плями [5].

Колорадський жук відноситься до комах із повним перетворенням. Яйця довгастоовальні з гладенькою блискучою поверхнею розміром 0,8-1,4мм [6]. За один раз самка відкладає від п'яти до вісімдесяти яєць. Ембріональний розвиток яєць відбувається протягом тижня, максимум двох. Тривалість життя колорадського жука близько одного року [7].

Матеріали та методи. Для проведення дослідження були проведені ентомологічні збори на присадибних ділянках села Воскресенка, Іванівського району, Херсонської області які

проводились на протязі вегетаційного періоду 2018 року. З відповідною метою було обрано 7-м пробних площ (ПП), що різнились сортами картоплі, на яких і здійснювався збір потрібного матеріалу (табл. 1).

Таблиця 1.

Характеристика пробних площ відбору *Leptinotarsa decemlineata*

Пробна площа	Сорт картоплі	Поділ сортів картоплі за терміном достигання
1	Голандка	Середньостигла
2	Рів'єра	Ранньостиглий
3	Сорокоденка	Ранньостиглий
4	Сорокоденка	Ранньостиглий
5	Рів'єра	Ранньостиглий
6	Дезіре	Середньостигла
7	Дезіре	Середньостигла

Колорадських жуків перш за все виявляли при візуальному огляді рослин та знаходженні на них яйцекладок, колоній чи окремих особин шкідників. Відбір проб здійснювали методом активного відлову. Зібраних жуків фіксували в 70-ти %-му спирті, після їхньої загибелі відбиралась потрібна кількість та складалася в паперові конверти. Аналіз фенетичної структури популяції проводили в лабораторних умовах. Аналіз меланізованого рисунка покривів *Leptinotarsa decemlineata* проводили за класифікацією фенів рисунків передньоспинки [8]. Загальний обсяг вибірки дорівнювався 100 екземплярам *Leptinotarsa decemlineata* з кожної ПП.

Для побудови дендритів використовувався коефіцієнт спільності В.І. Василевича [9], що розраховується як відстань у багатомірній системі координат. За допомогою якого була оцінена подібність популяцій *Leptinotarsa decemlineata*, за ознаками дольового розподілу фенів. Отриманні результати відображались у вигляді дендритів [10, 11].

Основні матеріали дослідження. За результатами проведених досліджень було встановлено, що фенетична структура популяції *Leptinotarsa decemlineata* різниться за умови зіставлення показників відсоткової участі фенів певних типів (рис. 1) в межах обраних пробних площ.

Так відсоткові значення розподілу кількісних показників оцінки фенів за наведеним на рисунку дендрограмами є принципово різним, що і визначає їх неподібність. Проте загальна структура розподілу фенів за принципом рангового розподілу значень дозволяє встановити і певні ознаки подібності до яких не можна не віднести суттєве переважання 9-ї та 6-ї фенів в усіх випадках проведеного обліку.

Проте при більш загальному аналізі отриманих даних доцільно враховувати не лише трофічні передумови зміни малюнку забарвлення

але і комплекс метеорологічних факторів, що формувались на період формування та розвитку жука.

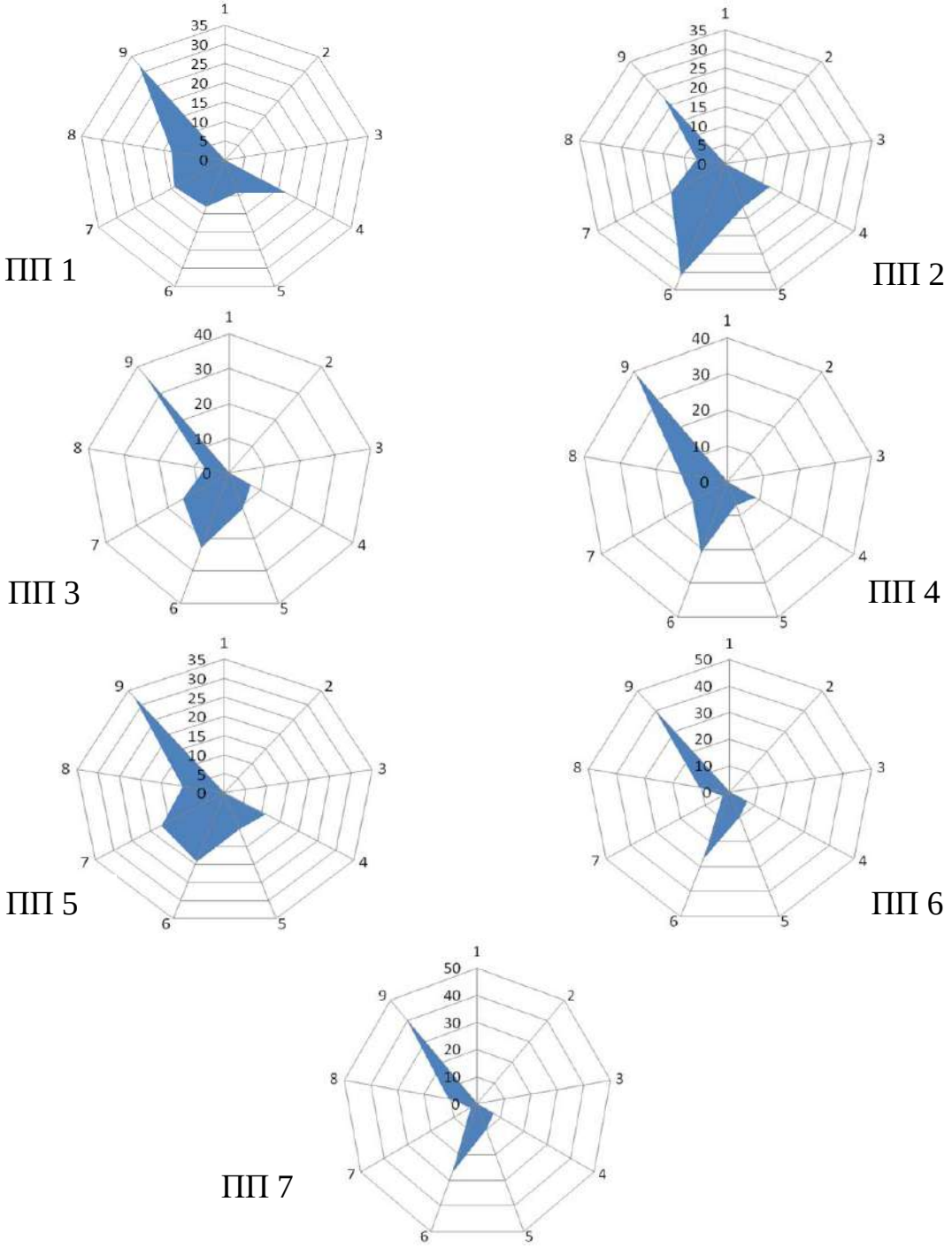


Рис. 1. Динаміка дольової участі фенів передньоспинки *Leptinotarsa decemlineata* в межах обраних пробних площ

На рівні із елементарним порівнянням даних нами були залучені прийоми кластерного аналізу показників на основі яких побудований дендрит подібності (рис. 2). При аналізі отриманих груп доцільно відокремити 3-тю, 5-ту, 4-ту та 2-гу пробну площу в перший блок і 6-ту та 7-му в другий. На разі це можна пояснити тим, що у першу групу

віднесені ділянки що засіяні такими сортами як: «Сорокоденка», та «Рів'єра», що належать до категорії ранньостиглих сортів. Картопля Дерізе належить до групи середньостиглих та висаджувалась в умовах 6-ї та 7-ї пробних площ, що і виокремлюють в другу групу. Популяцію *Leptinotarsa decemlineata*, що формувалась на посівах середньостиглої картоплі «Голандка» за відповідних умов можна відокремити у третю групу.

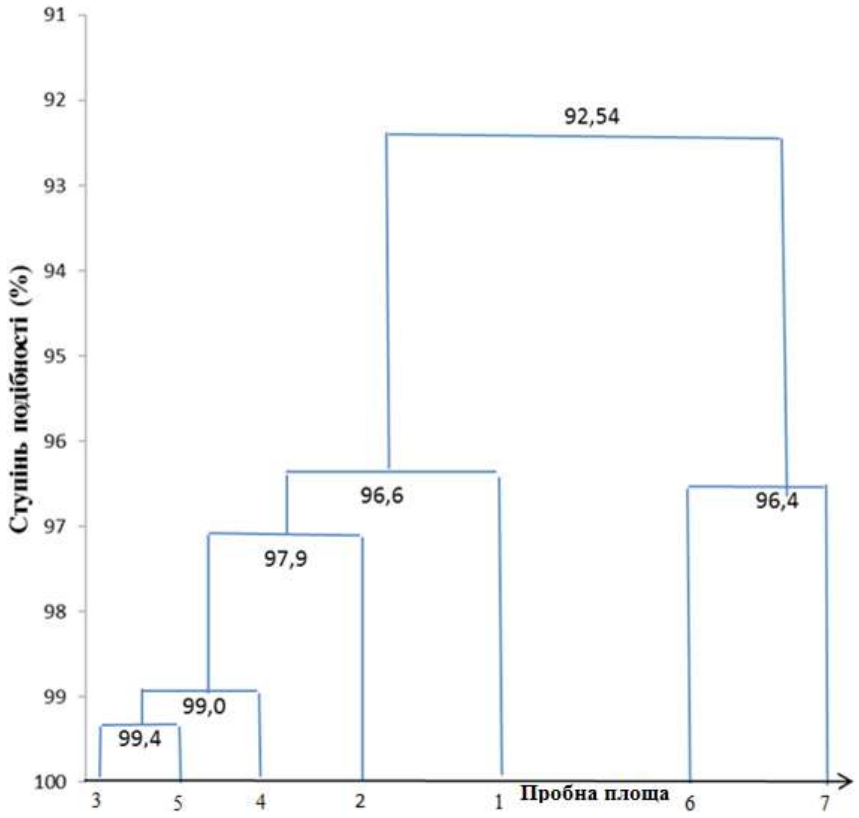


Рис. 2. Ступінь подібності пробних площ за співвідношенням дольової участі фенів передньоспинки *Leptinotarsa decemlineata*

Відповідно динаміка фенетичної структури популяції як за результатами наших досліджень так і за результатами досліджень інших авторів [12-14] може мати зв'язок із сортовим спектром посівів картоплі.

Висновки. Таким чином малюнок пердньоспинки змінюється у різних просторових координатах відбору (які в свою чергу різняться: сортами картоплі). Результати кластерного аналізу вказують на те, що популяції *Leptinotarsa decemlineata,* які формувались на посівах картоплі різних пробних площ умовно можна групувати за принципом належності сортів картоплі до ранньо- та середньо стиглих сортів.

Список літератури.

1. Ушатинская Р. С. Колорадский картофельный жук, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Филогения, морфология, физиология, экология, адаптация, естественные враги. М. : Наука, 1981. 377 с.

2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області. URL: https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report

3. Бойко М. Ф. Територія Херсонщини в національній екологічній мережі України. Фальц-Фейнівські читання. Х.: Терра, 2001. 140 с.

4. Екологічний паспорт Херсонської області. URL: https://menr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2017

5. Глез В. М. Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata*) / В. М. Глез, В. И. Черкашин : Библиотечка по защите растений – приложение к журналу защита и карантин растений. 2002. № 05. 32 с.

6. Удалов М. Б., Беньковская Г. В. Популяционная генетика колорадского жука: от генотипа до фенотипа. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2011. Т. 15. №1. С. 156–171.

7. Фасулати С. Р. Формирование внутривидовой структуры у насекомых в условиях агроэкосистем на примерах колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (*Coleoptera, Chrysomelidae*) и вредной черепашки *Eurygaster integriceps puton*, 1881 (*Heteroptera, Scutelleridae*). Науковий вісник Ужгородського університету. 2010. Вип. 29. Серія Біологія. С. 13–27.

8. Удалов М.Б. Структура популяции колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say на Южном Урале: автореф. дис. … канд. биол. наук. 03.00.15. Уфа, 2006. 24 с.

9. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. Л. : Наука, 1969. 232 с.

10. Duran B. S., Odell P. L. Cluster analysis a survey. Berlin : Springer-Verlag, 1974. 137 p.

11. Sokal R. R., Sneath P. H. The principles of numerical taxonomy San Francisco : Freeman, 1963. 359 p.

12. Фасулати С. Р., Вілкова Н. А., Іващенко Л.С., Видовые и внутриродовые особености пищевых связей колорадского жука с растениями семейства *Solanacea*. Комуникация насекомых : материалы международного симпозиума, Харьков, 1994. С. 109–112.

13. Рябова Н. В. Устойчивость сортов картофеля к повреждению колорадским жуком и особенности его развития в условиях Кемеровской области. Журнал «Вестник Красноярского государственного аграрного университета». 2011. С. 194–197.

14. Іванова О. В., Фасулати С. Р. Устойчивость картофеля к колорадскому жуку и специфика ее структуры у сортов различных групп спелости. Журнал «Карантин и защита растений». 2015. С. 40–43.

УДК 631.333.92:631.22.018

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЕТАПІВ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Скляр О.Г., к.т.н.,
Асадян Д.С., бакалавр,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Значна кількість сучасних екологічних проблем виникає через локальне нагромадження органічних відходів, кількість яких дуже велика для природного потенціалу біологічного розпаду. Такі відходи мають підлягати утилізації [1,2].

На сьогоднішній день існує багато різновидів технологій утилізації та переробки відходів птахівництва і тваринництва, які відповідають наступним вимогам:

- відсутність потреби використання поглинаючих матеріалів і наповнювачів (солома, торф, тирса тощо);
- екологічна безпека виробництва (мінімізація ступеня впливу технології переробки на навколишнє середовище);
- порівняльна технологічність і окупність за рахунок реалізації продукту переробки;
- мінімізація обсягів забудови під технологічне обладнання.

На сам перед треба зазначити, що переробка гною та посліду не тільки благополучно впливає на навколишній стан середовища, а й може стати прибутковим бізнесом.

Цього можна домогтися завдяки використанню біогазових установок [2,3]. Біогаз з високим вмістом метану (більше 40%) придатний для використання на енергетичних об'єктах або в інших технологічних процесах, ставши на заміну традиційним енергоносіям (таблиця 1).

Таблиця 1

Порівняльні енергетичні показники традиційних енергоносіїв і біогазу

Продукт	Одиниці вимірювання	Еквівалент1 $м^3$ неочищеного біогазу 23 МДж/$м^3$	Еквівалент 1$м^3$ очищеного біогазу 35,2 МДж/$м^3$
Електроенергія	кВт·год.	0,62	0,94
Природний газ	$м^3$	0,61	0,93
Вугілля	кг	0,82	1,25

Приклади використання біогазу:

- виробництво електроенергії за допомогою генераторів з приводом від двигуна внутрішнього згоряння або газотурбінних генераторів;
- виробництво теплової енергії в пристосованих газових котлах;
- виробництво електро- і теплоенергії в когенераційних установках;
- постачання газу до газової мережі;
- використання газу як палива для тракторних та автомобільних двигунів;
- використання газу в технологічних процесах, наприклад, у виробництві метанолу.

Сучасні біогазові анаеробні установки складаються з таких основних технологічних етапів (рис. 1) [2,3]:

1) етап підготовки;
2) утворення біогазу в реакторах;
3) використання біогазу;
4) вивантаження і транспортування шламу.

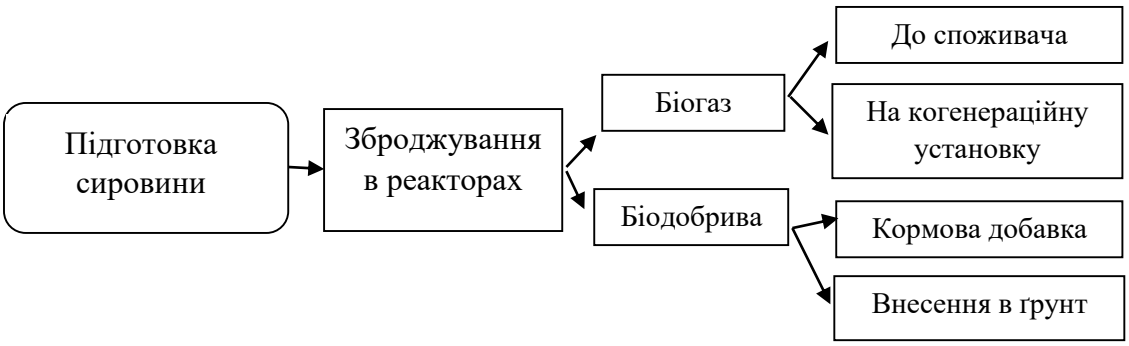


Рис.1. Етапи отримання біогазу

Підготовка сировини.

Цей етап є важливим в технології отримання біогазу [1,2]. Від якості підготовки сировини залежить час анаеробної переробки та кількість отриманого газу.

Зазвичай даний процес складається з попереднього подрібнення з подальшим змішуванням в ємності з рідинами та добавками, далі отриману суміш подрібнюють до стану, який придатний для подальшої переробки.

Утворення біогазу.

Біомасу періодично подають за допомогою насосної станції [4] або завантажувача в реактор. Реактор являє собою утеплений резервуар, який підігрівається, з встановленими міксерами [5].

Будівельним матеріалом для промислового резервуара найчастіше служить залізобетон або сталь з покриттям. У малих установках іноді використовуються композиційні матеріали.

Біогаз отримується завдяки бактеріям, які розкладають органічні речовини на прості сполуки, основними з яких є метан і діоксид вуглецю. Для підтримки життя бактерій потрібна подача поживних речовин, стабільна температура і періодичне перемішування. Утворений біогаз скупчується в сховищі (газгольдері), потім проходить систему очищення.

Використання.

• з біогазу можна виробляти енергію. У той же час можна використовувати відхідне тепло, яке при цьому утворюється. Тому біогаз пропонує широкі можливості для децентралізованого енергозабезпечення і являє собою цікаву альтернативу, зокрема, для великих аграрних підприємств;

• біогаз може застосовуватися на місці його виробництва у якості палива;

• біогаз, що доведено до якості природного газу (біометану), може подаватися в загальну газорозподільну мережу, яка є відмінним шляхом транспортування біогазу до споживачів та енергонакопичувачів.

На відміну від дорогих і неефективних можливостей накопичення перемінних резервів сонячної та вітрової енергії, газорозподільна мережа дозволяє майже без втрат поєднати виробництво і споживання енергії.

Крім того, виробництво біогазу створює додаткову зайнятість і є джерелом доходу, зокрема, в сільській місцевості. На відміну від вітрової і сонячної енергетики, одна біогазова установка може легко досягти показника 70…80 % у використанні «місцевої складової», що є важливим плюсом для економіки країни.

Вивантаження і транспортування шламу.

Один з найбільш простих способів — перелив. При подачі свіжого гною рівень шламу в біореакторі піднімається, через переливну трубу шлам вивантажується в ємність для його збору. Ця ємність являє собою циліндричний резервуар з хімічно стійким покриттям, який частково заглиблений у землю.

У верхній частині, з метою запобігання замерзання шламу в ємності при низьких температурах, необхідно передбачити теплоізоляцію. З ємності перероблений шлам [6] вивантажують за допомогою насосів [5] і тракторами вивозять на поля.

Таким чином, виробництво біогазу є перспективною галуззю виробництва біопалива поряд з виробництвом біодизелю та біоетанолу. При чому його виробництво може бути найдешевшим через низьку собівартість сировини і наявність можливостей побудови біогазових

установок у кожному регіоні, якщо виникне така необхідність. Серед усіх поновлюваних енергій біогаз має особливий статус, оскільки він знаходить різноманітне застосування у сферах електроенергетики, виробництва тепла і використовується в якості палива, а також може постійно вироблятися відповідно до потреб на основі наявної місцевої сировини. Виробництво біогазу дасть можливість зменшити енергозалежність нашої держави, створити нові робочі місця, вирішити проблеми утилізації відходів, зокрема тваринництва, покращити екологічну ситуацію.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз конструкцій біогазових установок з вібраційною інтенсифікацією процесу анаеробного бродіння. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2014. Вип. 14. Т.3. С. 196-203.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник.* Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біотехнологія анаеробного метанового зброджування. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку»* Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2019. С. 61-63.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи насосів, що використовуються в біогазових установках. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник.* Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ», Глеваха, 2019. С. 139-145.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз способів та засобів для перемішування субстрату в метантенках біогазових установок. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research.* Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 4, 33-37.

6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка.* Харків, 2015. Вип. 156. С. 649-655.

7. Skliar O., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. *Motrol: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Vol. 16, No 2. P. 183-188.

8. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська, Д.О. Мілько, Б.В. Болтянський. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019 . 608 с.

9. Машиновикористання техніки в тваринництві: навчальний посібник з виконання лабораторних робіт/ Н.І. Болтянська, О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, Б.В. Болтянський, С.В. Дереза. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. 180 с.

УДК 631.363

МЕТОДИКА ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУДУВАННЯ КОРМОВИХ КОМПОНЕНТІВ З МЕТОЮ ЗБІЛЬШЕННЯ ЇХ ЗАСВОЮВАНОСТІ

Ратніков Є.М.[1], аспірант,
Мілько Д.О.[1], д.т.н., професор
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

Постановка проблеми. Ефективним методом впливу на перетравність та кормову цінність зернових кормів є обробка їх в екструдерах, в яких корм піддається впливу високого тиску і температури. В результаті, складні структури білків та вуглеводів розкладаються на простіші, клітковина – на вторинний цукор, крохмаль - до простих вуглеводів. Основні та найбільш важливі зміни в кормі при проходженні його через екструдер, відбуваються в зоні екструзії. При швидкому переході корму із зони високого в зону атмосферного тиску акумульована в ньому енергія вивільнюється зі швидкістю, приблизно рівною швидкості вибуху.

При цьому в кормі відбуваються глибокі перетворення його структури: розрив кліткових стінок, деструкція, гідроліз. Для отримання корму високої якості необхідно, щоб процес екструзії протікав стабільно в рівноважному режимі. На практиці це складно реалізувати, оскільки на роботу екструдера впливає ряд конструкційних параметрів робочого органу, від яких залежить якість приготовленого корму і продуктивність екструдера.

Основні матеріали дослідження. Підвищення ефективності використання зерновмісних сумішей та відходів життєдіяльності тварин і птиці на сучасному етапі можливо шляхом удосконалення технологічного процесу екструдування та раціональному використанню фізико-механічних та технологічних властивостей матеріалу.

Тому для досягнення цієї мети слід приділити достатньо уваги оптимізації параметрів і режимів роботи шнекового екструдера, що забезпечить енерго- і ресурсозбереження та зниження собівартості основної продукції птахівництва.

Екструдер працює наступним чином: компоненти зерновмісної суміші (послід) завантажуються в отвір 2, після чого вмикається привод 1. Суміш транспортується по ділянці *I* ущільнювальною частиною шнека 3, на ділянці *II* суміш додатково перемішується та перетирається в змішувальній частині 4 із додатковим нагріванням.

Після виходу з ділянки *II* суміш потрапляє до ділянки III де підхоплюється двозахідною частиною 5 шнека та транспортується до ділянки екструдування *IV* з філь'єрою 6.

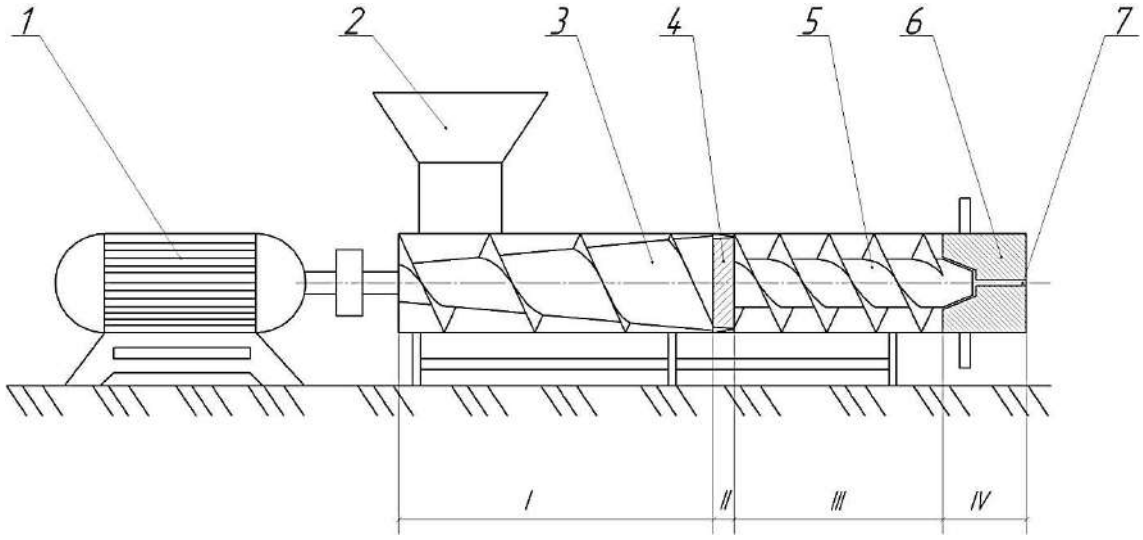


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема екструдера.

1 – привод; 2 – завантажувальний отвір;3 - шнековий робочий орган (ущільнювальна частина); 4 – змішувальна частина; 5 – нормалізуючи частина; 6 – філь'єра; 7 - вивантажувальний отвір.

Для опису досліджуваного процесу в області оптимуму використовуються плани другого порядку, що дають можливість одержати функцію відгуку - математичну модель у вигляді полінома другого порядку [1].

$$y = b_o + b_i x_i + b_j x_i x_j + b_{ii} x_i^2, \quad (1)$$

де b_o, b_i, b_{ij}, b_{ii} - коефіцієнти регресії.

Найбільш економічним проведенням експериментів, яке дозволяє одержати уяву про функцію відгуку - поліном другого порядку, є варіювання факторів на трьох рівнях.

Кодування факторів виконується по формулі:

$$x_i = (X_i - X_{oi})/\varepsilon, \quad (2)$$

де x_i – кодоване значення фактору (безрозмірна величина), для верхнього, центру експерименту та нижніх рівнів, вони позначені відповідно +1, 0 і -1;

X_i - натуральне значення фактора;

X_{oi} – натуральне значення факторів на нульовому рівні;

ε - натуральне значення інтервалу варіювання фактора.

Інтервали і рівні варіювання факторів при проведені лабораторних і експериментальних досліджень наведені в табл.1

Таблиця 1

Рівні і інтервали варіювання факторів при дослідженнях

Рівні і інтервали варіювання	Кодове значення	Фактори і їх позначення			
		Дисперсність посліду **l**, мм	Швидкість обертання шнеку **n,** об/хв	Середня вологість посліду **γ**, %	Відстань між витками шнеку**B**, мм
		X_1	X_2	X_3	X_4
Верхній рівень	+1	0,5	300	55	12
Основний рівень	0	1,0	600	60	17
Нижній рівень	-1	1,5	900	65	22
Інтервал варіювання	ε	0,5	300	5	5

Для трифакторного експерименту використовується трирівнева матриця оптимального плану Бокса (В3), для чотирьохфакторного – використовується чотирирівнева оптимального плану (В4) для 4-х факторів [2]

Висновки. Застосування математичних методів, зокрема математичного планування у декілька разів зменшує число дослідів, дає змогу оцінити вплив факторів; одержати математичну модель процесу та визначити оптимальні умови його параметрів і режимів і т.ін. Поєднання цього із застосуванням електрообчислювальної техніки, яка отримала зараз широкого розповсюдження, дозволяє швидко обробляти результати і вносити корективи в дослідження прямо в процесі їх виконання.

Список літератури.

1. Мельников С.В. Планирование экспериментов в исследованиях сельскохозяйственных процессов. / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин - Л.: Колос, 1972. - 200 с.

2. Ашмарин И.П. Быстрые методы статистической обработки и планирования экспериментов. / И.П. Ашмарин, Н.Н. Васильев, В.А. Амбросов. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. - 76 с

УДК 629.114.2.075

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ З АДАПТИВНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Бондар А.М., к.т.н.,
Заволокін Д.Ю., магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Сучасні енергонасичені колісні трактори в теперішній час використовуються дуже широко в різних кліматичних зонах та на різних транспортно-технологічних та сільськогосподарських технологічних операціях. Але в існуючих умовах експлуатації багато можливостей цих колісних тракторів не завжди раціонально використовуються.

Головним напрямком підвищення продуктивності колісних тракторів у сільськогосподарському виробництві є максимальне використання їх тягових та потужністних властивостей. В свою чергу це можливо досягнути при збільшенні швидкості енергетичного засобу під час роботи. Але робота на збільшених швидкісних режимах може призвести до погіршення якості та стабільності технологічних процесів [1-6]. Це пов’язано, в першу чергу, зі збільшенням чутливості рульового керування, у зв’язку із підвищенням швидкості транспортного засобу також буде необхідно збільшувати передаточне відношення рульового механізму, а під час зменшення швидкості, відповідно, зменшувати передаточне відношення.

На сьогоднішній день відсутня така сільськогосподарська техніка, рульове керування якої повністю відповідало б цим вимогам. Тому актуальними є наукові роботи, направлені на створення рульових керувань сільськогосподарських МТА (машинно-тракторного агрегату), що працюють на підвищених швидкісних режимах та забезпечують адаптивність передаточного відношення рульового механізму в залежності від швидкості його руху [7].

Існуючи системи рульового управління сучасних мобільних транспортних засобів доволі прості, але спосіб керування об’єктом, який є суматором із перемінною швидкістю нагромадження помилки, доволі складний, перешкоджає оператору своєчасно, точно та швидко виконувати коригуючи дії напрямком руху машинно-тракторного агрегату.

Зі зростанням швидкості чутливість рульового керування наростає лінійно, при цьому помилка відстеження також зростає квадратично і на збільшених швидкостях руху система керування працює на межі

стабільності. Намагання зменшити чутливість за рахунок передавального відношення рульового механізму транспортного засобу значно погіршує його маневреність (рис.1). Час реакції водія транспортного засобу знаходиться в межах 0,5 - 2,5с., це зумовлено фізіологічними можливостями самої людини та технічними можливостями машини. Саме тому виникає необхідність конструктивно втілювати нові системи рульових керувань.

Актуальною залишається проблема поліпшення керованості мобільних транспортних засобів. Ряд провідних вчених: Гельфенбейн С.П., Петров В.А., займалися проблемою керування і зауважували на перспективності способу керування "по-положенню". Однак технічного рішення на цей час не було запропоновано, у зв'язку тим, що у рамках механічних схем вирішити це занадто складно. Відомо, що оператору простіше точно здійснювати операції спостереження за відхиленням відповідного контрольованого параметра при керуванні (по-положенню) [6,7]. В цьому випадку об'єкт управління є простим підсилювачем, де положення керма визначає напрям руху мобільної машини.

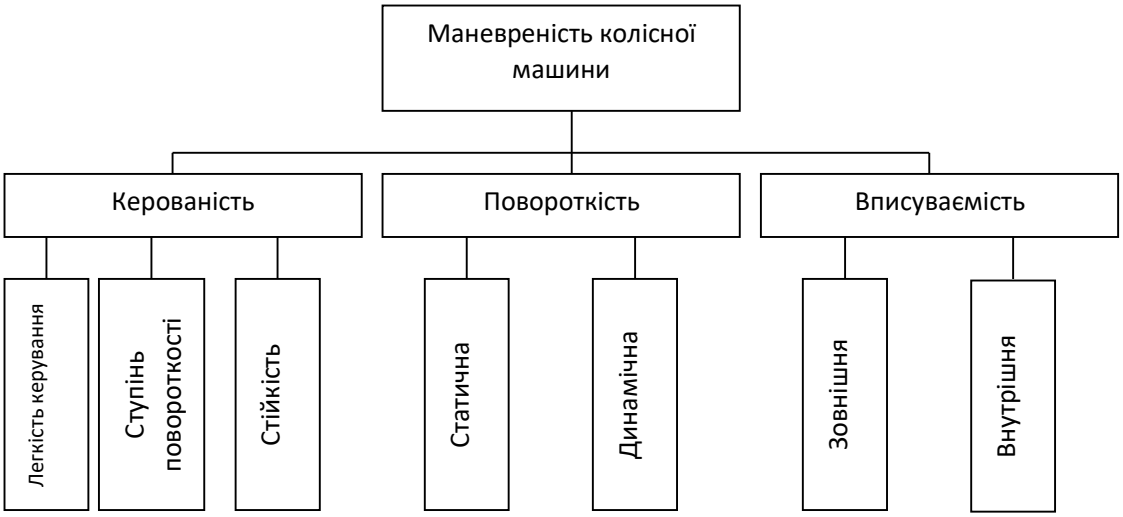


Рис.1. Структура властивостей маневреності колісної машини і машинно-тракторних агрегатів (на базі колісних тракторів)

На сьогоднішній день визначений перспективний шлях розвитку рульових управлінь - забезпечення постійної чутливості рульового управління (адаптивність). Практично це означає, що напрямок руху машини повинен бути пов'язаний з положенням рульового колеса.

Традиційні рульові керування мають ряд недоліків:

- із зростанням швидкості чутливість керма лінійно наростає, помилка відстеження росте квадратично і на підвищених швидкостях система працює на межі стійкості. Спроба понизити чутливість за рахунок передатного відношення рульового приводу різко погіршує маневреність машини.
- час реакції водія обумовлений складністю прогнозування "поведінки" інтегратора.

Є необхідність конструктивного втілення нових, з урахуванням тенденцій розвитку, і використання компонентів сучасних систем рульових керувань. На сьогодні намічені два перспективні шляхи розвитку рульових приводів:

- забезпечення постійної чутливості рульового управління (адаптивне рульове керування);
- спосіб управління по-положенню.

Проведені дослідження керованості нового типу рульових управлінь, показали наступне:

- адаптивне рульове керування забезпечує більш високу точність відстеження траєкторії руху і дає можливість знизити передаточне відношення рульового приводу;
- спрощення управління в цьому випадку знижує час реакції водія вдвічі, на порядок збільшує точність відстеження траєкторії.

Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що: людина-оператор не являє собою ідеальний «регулятор», тому він припускається похибок на підвищених швидкісних режимах; доцільно використовувати «адаптивне» рульове керування.

Список літератури.

1. Бондар А.М. Петров В.О., Чаусов С.В., Новик О.Ю. Автоматизація систем рульового керування для прецезійного управління мобільними машинами. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Вип. 6. Херсон, 2018. С 85-95.

2. Бондар А.М. Метод контроля системы управления колесной машины с целью обеспечения эффективной работы. *Motrol*. Lublin. 2016. Vol. 17, No9. P. 13-17.

3. Бондар А.М. Пути повышения качества отслеживания траектории мобильных машин. *Motrol*. Lublin. 2015. Vol. 17, N9. P3-8.

4. Бондар А.М., Приступа О.В. Дослідження конструкцій механічних рульових керувань з перемінним передаточним відношенням. *Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ*. 2018. С. 20-22.

5. Журавель Д.П Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. ТДАТУ. Мелітополь, 2018. 44 с.

6. Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Петренко К.Г. Триботехніка. Курс лекцій з навчальної дисципліни для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 280 с.

7. Журавель Д.П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2012. Вип. 12. т.2. С. 28-32

УДК 631.173

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ВІД КОМПАНІЇ «ДЕЛАВАЛЬ»

Федоренко В.А., магістр,
Науковий керівник: Болтянська Н.І.,к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Молочна галузь займає провідне місце в структурі харчової промисловості більшості країн світу загалом, та України зокрема. Саме ця галузь відіграє одну з ключових ролей у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. Адже, молоко, як один з головних базових продуктів харчування, є важливою складовою повноцінного раціону людини і містить увесь спектр поживних речовин, у тому числі й незамінних, необхідних людині для життя. В Україні історично й традиційно склалося так, що при всіх змінах державного устрою та форм господарювання на селі, молочне скотарство незмінно продовжує залишатися провідною галуззю тваринництва. Але в силу того, що ця галузь є складною, вона продовжує бути трудо- і капіталоємою. У високорозвинених країнах ближнього та дальнього зарубіжжя близько 80 % загального виробництва молока залежить від впровадження інноваційних промислових технологій.

Інновації в XXI ст. розвиваються дуже швидко, дуже важливо власникам господарств, не відставати від сучасного світу, адже вони допомагають зменшити витрати живої праці людини, та зробити господарство більш ефективним. Одним із способів поліпшення праці, є застосування сучасних розробок та інновацій у сфері доїння, а саме використання новітніх систем доїння. Компанія «ДеЛаваль» активно займається розробленням та впровадженням своїх розробок в цій галузі. Ці передові інноваційні рішення підвищують ефективність роботи «ДеЛаваль» на благо тваринницьким комплексам по всьому світу і сприяють прогресу в сфері поліпшення здоров'я тварин, зростання ефективності праці, а також підвищення безпеки продуктів харчування і рентабельності тваринницьких комплексів.

Основні матеріали дослідження. Компанією «ДеЛаваль» були виведені на світовий ринок такі новації. ***Робот-дояр® VMS ™ V300*** забезпечує 99% точності попадання спрею для обробки дійок і видоювання з окремих чвертей вимені (рис. 1). Продуктивність системи, при менших виробничих витратах, стала на 10% вище в порівнянні з попередньою версією. Також відзначається збільшення

успішності приєднання доїльного апарату до 99,8% і зниження часу приєднання до 50% з потенційним зростанням надоїв до 3 500 кг в день.

Робот-дояр® VMS ™ V300 поставляється з новим призначеним для користувача інтерфейсом DeLaval InControl ™, який забезпечує можливість доступу до інформації та управління системою в віддаленому режимі. «ДеЛаваль» PureFlow ™, новий прозорий стакан для підготовки сосків - це ще одне нововведення, що з'явилося в VMS ™ V300.

Рис. 1. Робот-дояр® VMS™ V300

Робот-пушер OptiDuo ™ забезпечує коровам постійний доступ до свіжого корму. Дана технологія дозволяє перемішувати корм ще до його потрапляння на кормовий стіл. Завдяки шнеку з подвійною спіраллю, що обертається, і функції адаптивного приводу всі види корму переміщаються на кормовий стіл, заповнюючи порожні місця і забезпечуючи збереження структури грубих кормів. Це означає, що корови з більш низьким рангом не витісняються до порожніх годівниць, що, в свою чергу, знижує конкуренцію і знижує рівень стресу, який відчувають корови біля кормового столу. Кожен робот-пушер OptiDuo ™ спроектований з урахуванням зручності обслуговування. У ньому лише кілька деталей, які потребують заміни. Мастило при цьому не потрібно.

Система DeLaval InService ™ All-Inclusive дозволяє фермерам приділяти більше часу безпосередньо тваринництву, при цьому досягається зниження ризиків аварійних збоїв, зісковзування сосковой гуми, засмічення форсунок для обробки сосків, високий вміст бактерій і виникнення маститу. DeLaval InService ™ All-Inclusive створена для того, щоб фермери займатися своєю справою, не витрачаючи час і сили на складне планування бюджету.

Додаток DelPro ™ Companion, розроблений для фермерів, не тільки відображає інформацію про тварин, а також допомагає в повсякденній роботі, записуючи всі важливі події, які відбуваються протягом робочого дня, в міру їх виникнення. DelPro ™ Companion надає оперативний доступ до інформації про тварину за допомогою мобільного пристрою, де б фермер не знаходився. Додаток DelPro ™ Companion автоматично синхронізує останні події в мобільному пристрої і на сервері ферми. Він дозволяє швидко переглянути інформацію про доїння, годівлю, оцінити фізичний стан в балах,

активність корів і всі інші збережені події. Фермер завжди має доступ до інформації, необхідної для прийняття правильного рішення, в режимі реального часу.

Підвісна частина DeLaval Evanza ™ вперше в світі оснащена касетним вкладишем доїльного стакана, включаючи соскову гуму Клевер ™, яка забезпечує покращений стан і комфорт дійок, а також має новий модульний асортимент доїльних стаканів (рис. 2).

Термін служби вкладиша збільшений до 50% в порівнянні зі звичайною дійковою гумою. Завдяки касетній системі цю дійкову гуму можна замінити в середньому в три рази швидше, ніж звичайну. Підвісна частина DeLaval Evanza ™ покращує робочу ергономіку, а також підвищує молоковіддачу на 9%, удій на 5% і скорочує час доїння на 7%. З точки зору екологічності, нові матеріали касети на 100% переробляються, що сприяє збереженню навколишнього середовища. До того ж інтервали між замінами дійковой гуми більш довгі від попередніх зразків.

Рис. 2. Підвісна частина DeLaval Evanza ™

«ДеЛаваль» представляє новий підхід до спокійного, швидкого та ефективного переміщенню корів в процесі доїння, давши новий виток розвитку системи паралельних статичних доїльних залів. Ключові характеристики нової системи P500:

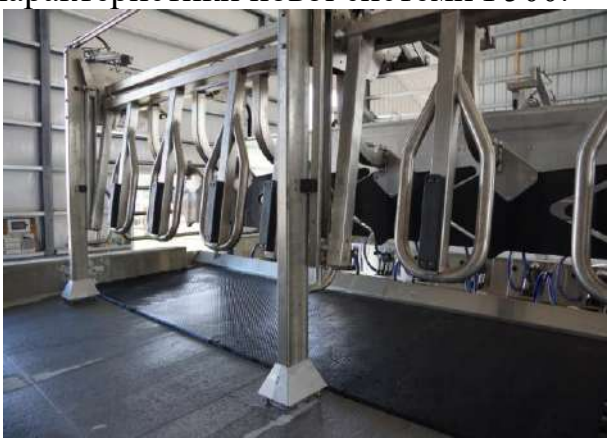


Рис. 3. Шийний упор DeLaval SynchroArc ™

Шийний упор DeLaval SynchroArc ™ економить простір. Система забезпечує дбайливе доїння з початку і до кінця. Вона збільшує ефективність доїння завдяки зменшенню займаної площі та менших вимог до вертикального простору. Послідовно закриваються розділові хвіртки з автономним управлінням DeLaval SynchroSweep ™.

Піщаний стабілізатор DeLaval DSS11 та рулонне підлогове покриття DeLaval CR20 (рис. 4,5). Господарі знають про важливість гарної зони відпочинку, де мати і матраци є частиною корівника. Цей чорний стільниковий мат з пісочним наповнювачем забезпечує коровам природний і здоровий відпочинок. Завдяки простоті

установки, довговічності, максимально зниженим ризиком травмування корів і невибагливості в технічному обслуговуванні - це ідеальне рішення для корівників з безприв'язним утриманням худоби.

Рис. 4. Піщаний стабілізатор DeLaval DSS11.

Рис. 5. Рулонне підлогове покриття DeLaval CR20

Нове рулонне покриття для підлоги DeLaval CR20 також призначене для використання в стійлах для безприв'язного утримання, зокрема, в стійлах з роздільниками підвісного типу. Воно спеціально призначене для молодняка і нетелей, відрізняється хорошою стійкістю до ковзання, простотою в обслуговуванні, і добре піддається чищенню.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І. Обґрунтування технологічних параметрів механічного стимулювання (масажу) вимені високопродуктивних корів. *Праці ТДАТУ*. 2012. Вип.2. Т.5. С. 23-30.

2. Болтянська Н.І. Наслідки неправильної переддоїльної стимуляції вимені високопродуктивних корів. *Мат VI-ї Наук.-техн. конф. «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві».* Глеваха, 2018. С. 11-13.

3. Болтянська Н.І. Залежність якісних і кількісних показників молока від якості механічної стимуляції вимені. *ТЕЗИ II Міжнародної наук.-практ. конф. «Сучасні технології аграрного виробництва».* Київ: НУБіП України, 2016. С. 109-110.

4. Болтянська Н.І. Оптимізація параметрів стимулюючих дій при виконанні підготовчих операцій доїння. *Праці ТДАТУ*. 2011. Вип.11. Т.5. С. 47-51.

5. Болтянська Н.І. Теоретична оцінка економічної ефективності виробництва молока. *Мат. II-ї Наук.-техн. конф. «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві».* Глеваха, 2013. С. 7-10.

6. Болтянська Н.І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів».* 2016. Вип. 10/3 (31) . С. 118–121.

7. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. С. 36–39.

УДК 636.5/6

ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ РАЦІОНІВ ДЛЯ ПЕРЕПЕЛІВ

Скляр Р.В., к.т.н.,
Григоренко С.М., інж.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. При вирощуванні та утриманні перепелів особливе значення має їх повноцінна годівля. Добові перепелята дуже малі, але інтенсивно ростуть, і за місяць їх маса збільшується більше ніж у 15 разів, а до двомісячного віку вони досягають живої маси дорослої птиці. Інтенсивний ріст перепелят і висока яєчна продуктивність самок можливі лише в разі забезпечення їх повноцінними кормами, що містять в собі всі необхідні поживні речовини: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, мікроелементи [1-3].

Поживні речовини в раціоні повинні бути збалансовані за обмінною енергією, сирим протеїном, незамінними амінокислотами, вітамінами, мінеральними речовинами (кальцій, фосфор, натрій), мікроелементами (марганець, залізо, мідь, цинк, йод) тощо.

Основні матеріали дослідження.

Енергія раціону, як правило, балансується зерновими компонентами. Та одним з найважливіших показників є співвідношення обмінної енергії і сирого протеїну (енергопротеїнове співвідношення). Цей показник відображає кількість МДж (кКал) обмінної енергії в 1 кг комбікорму, що припадає на 1% сирого протеїну. Оптимальне енергопротеїнове співвідношення сприяє високій продуктивності та інтенсивному росту [2].

Потреби перепелів на відгодівлі в обмінній енергії і поживних речовинах представлені в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

Середньодобова потреба перепелів на відгодівлі в обмінній енергії і поживних речовинах на одну голову, в грамах

Вік птиці, тижнів	Обмінна енергія, МДж	Обмінна енергія, ккал	Сирий протеїн	Кальцій	Фосфор	Натрій
1	0,050	12	1,93	0,19	0,03	0,01
2	0,088	21	3,58	0,35	0,06	0,02
3	0,160	40	4,10	0,11	0,10	0,04

Основною складовою частиною будь-якого живого організму є протеїни (білки). Вони необхідні як для побудови тканин і органів тіла птиці, так і для їх життєдіяльності.

Думки різних дослідників про потреби перепелів у сирому протеїні значно різняться [2]. Однак встановлено, що ця птиця може переносити нестачу або надлишок білка без особливої шкоди в таких межах: молодняк віком від 1 до 30 днів – 24…27,5% сирого протеїну в кормі; перепела віком від 31 до 45 днів – 17…27,5%; перепілки-несучки – 21…25%. Найбільша потреба в протеїні спостерігається у перепелят в перші два тижні вирощування. Збільшення білкових кормів у раціоні понад рекомендовані норми не веде до підвищення життєздатності організму, а навпаки, знижує його резистентність і порушує обмінні процеси в організмі [4,5].

Таблиця 2

Норми вмісту поживних речовин і обмінної енергії в комбікормах для перепелів, в процентах від маси комбікорму

Поживні речовини	Молодняк у віці 1-4 тижнів	Молодняк у віці 5-6 тижнів	Дорослі перепела	**Перепела на відгодівлі**
Обмінна енергія в 100 г корму:				
ккал	300,0	275,0	290,0	308,0
МДж	1,26	1,15	1,22	1,29
Сирий протеїн	27,5	17,0	21,0	20,5
Сира клітковина	3,0	5,0	5,0	5,0
Кальцій	2,7	2,5	2,8	1,0
Фосфор	0,8	0,8	0,7	0,8
Натрій	0,3	0,3	0,3	0,3
Амінокислоти:				
лізин	1,39	0,86	1,05	1,0
метіонін	0,6	0,37	0,44	0,43
метіонін+цистеїн	1,0	0,62	0,74	0,72

У великих кількостях білок міститься в тваринних кормах, соєвому борошні, кукурудзі. Потрапляючи в організм птиці, білки розщеплюються до амінокислот, амінокислоти розносяться кров'ю по всьому організму і служать матеріалом для побудови своїх білків, які специфічні для організму птиці.

Для ефективного використання кормів слід застосовувати раціони, збалансовані за амінокислотним складом. Птиця не відкладає амінокислоти в організмі, тому вона повинна отримувати їх одночасно і в необхідній кількості.

Рослинні і тваринні білки зазвичай складаються з 20 різних амінокислот (див. табл. 2), з них 10 (лізин, метіонін, триптофан, аргінін, гістидин, треонін, фенілаланін, валін, лейцин, ізолейцин) є незамінними. З усіх амінокислот першорядне значення мають лізин, триптофан, метіонін і цистеїн. Амінокислоти забезпечують синтез не тільки білків, але і ферментів, нуклеїнових кислот, гормонів і багатьох інших біологічно активних сполук.

Вуглеводи і жири - головний енергетичний матеріал, що надходить в організм птиці [2,6]. Вуглеводи і жири перетворюються в організмі птиці в біологічну енергію. Вони можуть запасатися птицею: вуглеводи у вигляді глікогену відкладаються в печінці і м'язах, жири - у вигляді жирових відкладень. За необхідності (при голодуванні, в період хвороби, при виснаженні) вони можуть використовуватися організмом для поповнення енергії.

Головними джерелами обмінної енергії в раціонах перепелів є кукурудза і кормовий жир. Добове споживання обмінної енергії зростаючими перепілками знижується, але при вирощуванні перепелят на м'ясо з метою більшого ожиріння тушки в другу половину вирощування слід кілька підвищувати вміст обмінної енергії в раціоні.

Здоров'я і продуктивність перепелів залежить не тільки від наявності в раціоні достатніх кількостей протеїну, енергії, жирів і вуглеводів, але і від кількості і співвідношення мінеральних речовин, які є необхідною складовою частиною будь-якого кормового раціону (таблиця 3) [6].

Таблиця 3

Потреба перепелів в деяких елементах на 1 кг комбікорму, в міліграмах

Елемент	Для молодняку	Для дорослої птиці
Калій	0,4	0,4
Залізо	120,0	120,0
Мідь	5,0	5,0
Марганець	80,0	80,0
Цинк	75,0	75,0
Селен	0,1	1,0

Мінеральні речовини поділяються на макро- і мікроелементи. Раціони птиці повинні бути збалансовані за трьома макроелементами (кальцієм, фосфором і натрієм) і шістьма мікроелементами (марганцем, цинком, йодом, залізом, міддю, кобальтом).

Як джерела кальцію в комбікорми вводять черепашку, крейду або вапняк; фосфору і кальцію - кісткове борошно, моно-, ди-і трикальцій фосфат; натрію - кухонну сіль. Мінеральні корми відіграють важливу роль в організмі птиці. Одні елементи є необхідною основою для

побудови структурних частин і тканин організму, інші грають важливу роль в обміні води і органічних речовин у багатьох фізіологічних процесах, що протікають в організмі птиці.

Кальцій і фосфор необхідні для формування і росту кісткової тканини, утворення шкаралупи яєць, нормального протікання хімічних процесів в організмі. Натрій і калій беруть участь у процесах кровотворення, регулюють обмінні реакції в організмі, впливають на засвоюваність поживних речовин птицею. Натрій зазвичай додають в комбікорм у вигляді солі.

Надлишок солі у питній воді більш небезпечний, ніж у кормах. Один об'ємний відсоток солі у воді так само небезпечний, як 4 вагових відсотки в кормах [6].

Для нормального кровотворення організму птиці необхідні залізо, кобальт, мідь і марганець. Цинк є складовою частиною ферментів і гормонів, його нестача, в основному, проявляється в шлунково-кишкових захворюваннях. Йод входить до складу гормону щитовидної залози, який регулює всі види обміну речовин в організмі птиці.

Наявність достатньої кількості селену підвищує стійкість перепелів до захворювань. Нестача вітаміну Е і селену впливає на виводимість яєць, хоча і не робить впливу на несучість і заплідненість. Селен в кормі перепелят необхідний навіть при наявності необхідної кількості вітаміну Е в кормах.

Вітаміни – це необхідні, життєво важливі речовини. Вони не витрачаються організмом для отримання енергії, ні для побудови тіла, але служать каталізаторами всіх біохімічних реакцій в організмі.

Основою раціону для перепелів є комбікорм. Так як перепели мають більш інтенсивний біохімічний обмін речовин і оптимальні фізіологічні особливості, то і склад комбікормів для перепелів має свою специфіку (таблиця 4) [6,7].

Таблиця 4

Структура повноцінного комбікорму для перепелів, в процентах

Найменування корму	Молодняк	Доросла птиця
Зернобобові та зернові	45-50	50-55
Макуха, шроти	20-30	20-30
Корма тваринні	10-15	4-8
Дріжджі кормові	6-8	3-6
Борошно трав’яне	3-5	3-5
Корма мінеральні	1-2	5-6
Жир кормовий	0-2	0-3

При нормуванні раціону враховується вміст клітковини. Хоча поживна цінність її незначна, вона сприяє процесу травлення,

благотворно впливає на нього, так як дратує стінки кишечнику і тим самим викликає більш інтенсивне соковиведення. Кукурудза є однією з найбільш цінних зернових культур при вирощуванні перепелів. У ній багато вуглеводів, представлених у вигляді крохмалю, тому вона дуже високоенергетична. Але за вмістом амінокислот, мінеральних речовин і вітамінів групи В кукурудза бідна, тому в комбікорм, виготовлений із кукурудзи, треба додавати (близько 40%) шроти, рибне або м'ясо-кісткове борошно. Пшеницю теж краще згодовувати перепелам у вигляді крупи, так як вологі мішанки з пшеничного борошна можуть утворювати клейку масу, яка прилипає до дзьоба і внутрішньої поверхні ротової порожнини птиці. Зернобобові культури (горох, сочевиця, соя, кормові боби) відносяться до рослинних білкових кормів. У них багато білка і мало жиру, за винятком сої.

Висновки. Таким чином, проведені дослідження показують, що кількість спожитого перепелами корму залежить від вмісту у ньому обмінної енергії, віку птиці, її продуктивності, температури повітря. Добове споживання обмінної енергії перепелятами з віком дещо знижується, однак при вирощуванні перепелят на м’ясо, з метою одержання жирнішої тушки, у другу половину вирощування рекомендується підвищити вміст обмінної енергії в раціоні. Головними джерелами обмінної енергії у раціонах перепелів є кукурудза і кормовий жир.

Список літератури.

1. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa. Lublin, 2014. Vol.16. No.2, b. P.183-188.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.

3. Обґрунтування оптимального раціону годівлі перепелів/ Л.О. Болтянська та ін. *Щомісячний науково-практичний журнал «Тваринництво сьогодні».* Київ, 2018. №7. С. 38-42.

4. Грушецький С.М., Скляр Р.В. Авторське свідоцтво «Машини і обладнання та їх використання у тваринництві»: текст лекцій. Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2016. 475 с.

5. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник/ Р.В. Скляр та ін. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

6. Скляр О.Г. Механізовані технології утримання перепелів. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2015. Вип. 15. Т.3. С. 135-141.

7. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт/ О.Г. Скляр та ін. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.

УДК 66-958

ОГЛЯД СПОСОБІВ УЩІЛЬНЕННЯ ПОРОШКОПОДІБНИХ ТА ДРІБНИХ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Комар А.С., інженер
Болтянська Н.І., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день в Україні гостро стоїть питання переробки та використання вторинних матеріальних ресурсів і організація безвідходних технологій виробництва. Такі тенденції спостерігаються в багатьох галузях промисловості таких як дорожнє будівництво, виготовлення будівельних матеріалів, чорна металургія [1], сільське господарство [2, 3] тощо. Це дозволяє не лише утилізувати відходи і покращувати екологічну обстановку в регіонах країни, а й дозволяє економити сировинні ресурси.

Сучасна техніка та обладнання в своєму розвитку повинні передбачати значне підвищення продуктивності, економічності та технологічних процесів, помітне зниження їх енерго- та матеріалоємності, підвищення якості продукції, що випускається.

Важливим елементом розвитку сучасної переробки вторинних матеріалів є вибір найраціональнішого способу ущільнення вихідних матеріалів, а також вдосконалення, впровадження методів для їх найефективнішого гранулювання, що разом зі значним зменшенням об’єму дозволить зберегти високу якість пресування сипких матеріалів [4].

Тому актуальним є здійснення огляду способів ущільнення порошкоподібних і дрібних сипких матеріалів та методів механізму утворення гранул.

Основні матеріали дослідження. Дослідженням процесів ущільнення сипких матеріалів займалися такі відомі вчені як: Вілєсов М.Г., Скрипко В.Я., Танченко І.М. 76, Вайстіх Г.Я., Дарманьян П.М. 88, Кучінскас З.М., Особов В.І. 88, Классен П.В., Гришаєв І.Г., Шомін І.П., Осокін А.В. та ін. [5, 6].

З огляду на численні роботи науковців можемо виділити шість найпоширеніших способів формування та ущільнення сипких матеріалів та сумішей (рис. 1) [1, 6].

Суть *вібраційного ущільнення* полягає в тому, що під впливом вібрації руйнуються початкові зв'язки та поліпшується взаємний рух між частками, завдяки чому досягається значна щільність спресованих виробів. Перевагами такого способу є значно зменшений тиск пресування і підвищена рівномірна щільність спресованих виробів,

недоліками: складність конструкції установки; періодичність процесу; відносно невисока продуктивність.

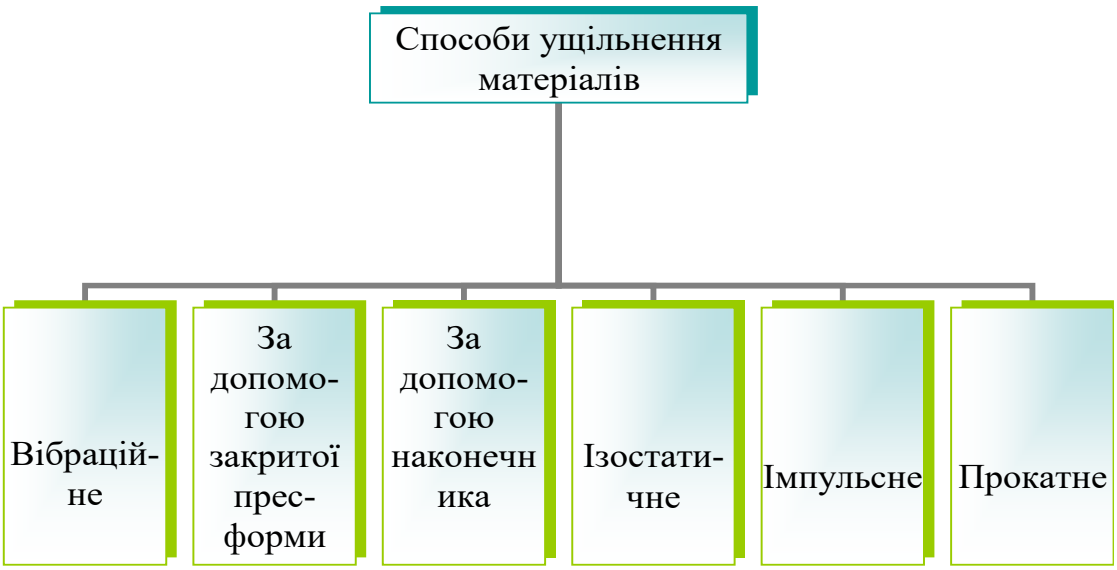


Рис. 1. Основні способи ущільнення сипких матеріалів

До матеріалу, при *ущільненні за допомогою закритої прес-форми*, додається тиск зі сторони одного або двох пуансонів. Матеріал зменшується в об'ємі і набуває необхідну форму. Можливість отримання спресованих виробів певних розмірів і з заданими фізико-механічними властивостями є перевагами заданого способу ущільнення. До недоліків способу слід віднести нерівномірний розподіл щільності в об’ємі пресування через виникнення сил тертя.

При *ущільненні за допомогою наконечника* пресування матеріалу відбувається за рахунок його продавлювання через формуючий канал (отвір, філь’єру), що визначає форму і розміри поперечного перерізу. Перевагами способу є можливість отримання спресованих виробів заданих геометричних форм та розмірів, недоліками – дефектність структури отриманих заготовок за рахунок «розшарування» матеріалу при продавлюванні; періодичність дії; складність видалення повітря з матеріалу; низька продуктивність.

Формування з використанням рідини або газу під дуже високим тиском і, при необхідності, високих температурах в умовах всебічного стиснення називається *ізостатичним ущільненням*. Спосіб використовують для отримання великогабаритних заготовок, що у всіх напрямках мають однаковою щільністю. Прикладання тиску по всім зовнішнім поверхням спресованого матеріалу і практично повна відсутність втрат на зовнішнє тертя є перевагами цього способу ущільнення. Недоліки: складність конструкції установок; великі габарити; періодичність дії; складність видалення повітря з формованого матеріалу; підвищені енерговитрати.

Імпульсне ущільнення проводиться ударними хвилями з

інтервалом в 1 с. При високих швидкостях ущільнення порошку теплота, що виділяється в результаті деформації частинок, простору між ними і зовнішнього тертя, призводить до локального нагрівання місць контактів частинок і їх спікання. Переваги способу: високий ступінь стиснення матеріалу і його ущільнення, недоліки: періодична дія; застосування вибухонебезпечних речовин; підвищений знос робочих органів; високий шум установок.

При *прокатному ущільненні* вихідна сировина проходить між двома валками з гладкою поверхнею, що обертаються. Перевагами способу є висока продуктивність, економічність, простота конструкції і надійність; низькі експлуатаційні витрати, порівняно невеликі габарити. Головним недоліком машин подібного типу є складність формування адгезійно-активних матеріалів і тонко-дисперсних частинок, розміром менше 100 мк.

Найпоширенішим і найпопулярнішим видом ущільнення порошкоподібних та дрібних сипких матеріалів є гранулювання [7]. Розсипна сировина складається з двох фаз: твердої, що містить деяку кількість вологи і газоподібної, що заповнює простір між частинками. Кількісне співвідношення цих фаз до і після пресування на грануляторах змінюється. Ефективність процесу гранулювання залежить від механізму утворення гранул, який, в свою чергу, визначається способом гранулювання. У зв'язку з цим *методи гранулювання* сипких матеріалів доцільно класифікувати таким чином [5]:

– скочення (формування гранул в процесі їх агрегації або пошарового росту з подальшим ущільненням структури);

– пресування сухих порошків (отримання брикетів, плиток тощо з подальшим їх подрібненням на гранули необхідного розміру);

– формування або екструзія (продавлювання в'язкої або пастоподібної маси через отвори).

Гранулювання *методом скочування* полягає в попередньому утворенні агрегатів з рівномірно змочених частинок або в нашаровуванні сухих частинок на змочені ядра – центри утворення гранул. Цей процес обумовлений дією капілярно-адсорбційних сил зчеплення між частинками і подальшим ущільненням структури, викликаним силами взаємодії між частинками в щільному динамічному шарі, наприклад в грануляторах барабанного або тарілчастого типів.

Гранулювання *методом пресування сухих порошків*, тобто ущільнення під дією зовнішніх сил, засноване на формуванні щільної структури речовини, що обумовлено виникненням міцних когезійних зв’язків між частинками при їх стисненні. Отриманий в результаті ущільнення брикет (плитка, стрічка) подрібнюють і спрямовують на розсівання для відбору кондиційної фракції гранул, що є готовим продуктом.

Гранулювання *методом формування або екструзії* полягає в продавлюванні пастоподібної маси, що являє собою або зволожену шихту, або суміш порошку з легкоплавким компонентом, через перфоровані пристосування з подальшою сушкою гранул або їх охолодженням.

З опису вищенаведених особливостей процесів, що здійснюються різними методами, випливає, що гранулювання дрібних сипких матеріалів відбувається при виникненні фізико-механічних зв'язків, наслідком дії яких є збільшення щільності (зниження пористості) сировини яка гранулюється, що досягається або ущільненням структури капілярно-пористих тіл при їх скочуванні, пресуванні тощо.

Ущільнення структури порошкоподібних і дрібних сипких матеріалів в процесах гранулювання, що здійснюються різними методами, характеризується залежністю зміни відносної щільності матеріалу, що гранулюється ρ/ρ_0 (де ρ, ρ_0 – відповідно поточна і початкова щільності матеріалу) від міцності зв'язків P між частинками [5].

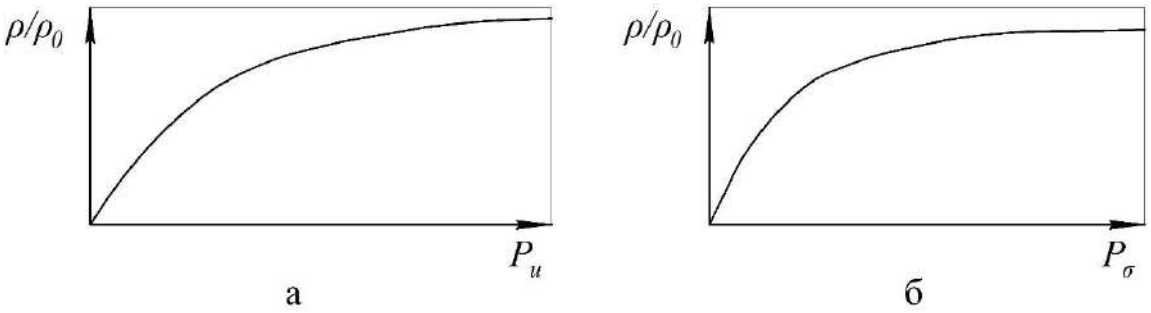


Рис. 2. Залежність відносної щільності ρ/ρ_0 матеріалу, що гранулюється від міцності фізико-хімічних зв'язків:
а – при скочуванні (від $P_и$); б – при пресуванні (від P_σ)

Для процесу гранулювання при скочуванні (рис. 2, а) напругу в гранулі викликає, як правило, дія капілярно-адсорбційних сил зчеплення з натягом в плівкових контактах $P_и$, а ущільнення структури гранули в часі відбувається під впливом сил взаємодії між частинками при їх русі в щільному обертовому шарі. У процесі гранулювання пресуванням (рис. 2, б) напруга в дисперсній фазі обумовлена в основному когезійними зв'язками між частинками, які виникають під дією сил зовнішнього тиску P_σ.

Вважаючи, що в деяких процесах гранулювання проявляються одночасно кілька види зв'язків, загальну інтенсивність ущільнення гранули можна визначити як: $P = P_и + P_\sigma$

На частинки сипких матеріалів при створенні та формуванні гранул можуть здійснювати вплив наступні сили: капілярні і поверхнево-активні сили на межі розділу твердої і рідкої фаз; адгезійні сили, що виникають в адсорбованих шарах; сили тяжіння між твердими

частинками (молекулярні сили Ван-дер-Ваальса та сили електростатичного притягання); сили зв'язків, обумовлені утворенням матеріальних містків, що виникають при спіканні, хімічної реакції, затвердінні сполучного компоненту, плавленні і кристалізації розчиненої речовини при сушінні. З огляду на це всі відомі види зв'язків при гранулюванні зведені [5] в загальну класифікаційну схему (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація зв'язків між частинками при зростанні та формуванні гранул

Вид зв'язків	Причини утворення зв'язків
Рідиннофазні містки	Поверхневий натяг плівки рідини; молекулярне притягування в адсорбованих тонких шарах
Твердофазні містки	Дифузія молекул або атомів в точці контакту між частинками; хімічна реакція; плавлення і затвердіння речовини в точках контакту між частинками; кристалізація розчинених речовин при сушінні
Притягування між твердими частинками	Молекулярне притягування (сили Ван-дер-Ваальса); електростатичне притягування
Механічні зв'язки	Зчеплення шорстких поверхонь; заклинювання між частинками різних форм і розмірів

Для формування гранул з вихідних частинок порошкоподібного матеріалу необхідно забезпечити їх зближення на таку відстань, при якій проявляється дія зазначених сил. У тому випадку, коли гранули можуть бути отримані без додавання рідкої фази (сполучних рідин), застосовують «сухе» гранулювання (наприклад, методом пресування). При цьому зчеплення між окремими частинками забезпечується Ван-дер-Ваальсовими, електростатичними та когезійний силами зв'язку.

При гранулювання методом скочування більш результативнішими зв'язки між частинками, зумовлені капілярними силами, що пояснюється використанням рідиннофазного сполучного та утворенням кристалічних містків.

Розгляд видів зв'язків і зіставлення їх міцності мають особливе значення при аналізі механізму і кінетики процесів гранулювання, що здійснюється різними методами.

Висновки. Таким чином, огляд способів ущільнення сипких матеріалів дозволяє більш ґрунтовно підійти до питання підвищення ефективності процесу гранулювання порошкоподібних та дрібнодисперсних сумішей, а отриману інформацію в подальшому взяти до уваги при розробці та вдосконаленні конструкторських та технологічних рішень з урахуванням умов ущільнення та фізико-механічних властивостей сипких матеріалів.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І., Комар А.С. Визначення умови економічної доцільності підвищення надійності прес-гранулятора. *Вісник ХНТУСГ, «Проблеми надійності машин».* 2019. Вип. 205 С. 398-405.

2. Болтянська Н.І., Комар А.С. Аналіз технічних засобів для пресування кормів *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип. 8, Т. 2.

3. Болтянська Н.І., Комар А.С. Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання *Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва»* (23-24 травня 2019 р.). Умань, 2019. – С. 18-20.

4. Болтянська Н.І., Комар А.С. Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип. 8, Т. 2.

5. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин И.П. Гранулирование. М.: Химия. 1991. 240 с.

6. Shkarpetkin E.A., Osokin A.V., Sabaev V.G. Investigation of methods and equipment for compaction of composite mixtures during their granulation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 327, Issue 4, pp. 042118 (2018).

7. Комар А.С. Доцільність гранулювання і брикетування кормів для тварин і птиці *Матеріали VII-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»* (5-28 грудня 2018 року). Глеваха, 2019. С. 47-49.

8. Болтянська Н.І., Комар А.С. Кількісні показники економічного аналізу надійності прес-гранулятора з нерухомою матрицею. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ».* Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С. 97–104.

9. Комар А.С., Болтянська Н.І. Напрями удосконалення робочого процесу вальцово-матричних прес-грануляторів. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: мат. Міжн. наук.-практ. форуму.* ТДАТУ. 2019. Ч. 1. С. 33-36.

10. Болтянська Н.І., Комар А. С. Визначення умови економічної доцільності підвищення надійності прес-гранулятора. *Вісник ХНУСГ, «Проблеми надійності машин»*. 2019. Вип. 205. С. 398-405.

11. Комар А.С., Болтянська Н.І. Розробка конструкції преса-гранулятора для переробки пташиного посліду. *Зб. наукових-праць Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні питання розвитку аграрної науки в Україні»*. Ніжин, 2019. С. 84-91.

УДК 631.363.22

УДОСКОНАЛЕННЯ ПОДРІБНЮВАЧА ГРУБИХ КОРМІВ ДЛЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Савійський С.М., студент,
Дереза С.В., ст. викл.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Грубі корми - необхідний компонент раціонів годування ВРХ, овець, коней. До грубих кормів, зазвичай, відносяться: сіно, солома, полова, стебла кукурудзи тощо [1-3]. Вони вміщують велику кількість клітковини (до 40%), яка важко переварюється, тому вони без попередньої підготовки погано поїдаються тваринами. Для підвищення поїдаємості їх обробляють механічним, тепловим, біологічним або хімічним способом.

Солому, сіно низької якості а також інші грубі корми з метою підвищення поїдаємості і створення умов, необхідних для здійснення наступних операцій, як правило, подрібнюють. При подрібненні соломи і сіна розмір різки повинен бути для ВРХ - 40…50 мм. Більш мілко грубі корми подрібнюють тоді, коли в подальшому їх змішують із соковитими кормами. В цьому випадку сіно, солому подрібнюють на частки довжиною 6…10 мм.

Основні матеріали дослідження. В даний час на тваринницьких фермах використовується велика кількість подрібнювачів кормів різних конструкцій.

Аналіз подрібнювачів проведемо порівнюючи між собою подрібнювальні апарати – одну із основних складових вузлів подрібнювача.

В залежності від виду корму, що переробляється, і зоотехнічних вимог до якості його подрібнення застосовуються наступні типи подрібнювальних апаратів: молотковий, штифтовий, ножовий, комбінований [4-8].

В молоткових апаратах основними робочими органами, які здійснюють процес подрібнення, являються ротор із шарнірно підвішеними на ньому молотками, решета і деки. Шарнірна підвіска молотків попереджує їх можливі поломки при контакті з крупними твердими предметами. Для подрібнення зернових кормів застосовуються переважно молоткові подрібнювачі, які зазвичай називають дробарками (КДМ-2, ДБ-5, ДКМ-5). В універсальних дробарках (КДУ-2, ДКУ-1М), які використовуються для подрібнення як зернових, так і листостеблових кормів на роторах, крім шарнірно

підвішених молотків закріплюються ще і ножі або послідовно встановлюються ріжучий (ножовий) і молотковий апарати.

Найбільше поширення серед подрібнювачів отримали молоткові подрібнювальні апарати. Від інших вони відрізняються здібністю подрібнювати різні види кормів, порівняно простою конструкцією, надійністю в роботі і зручністю обслуговування при експлуатації, легкістю заміни деталей, які швидко зношуються [9].

Основними робочими органами штифтових подрібнювальних апаратів являються штифти, жорстко закріплені по концентричним колам на дисках, які обертаються або знаходяться в нерухомому положенні. Попадаючи між рухомими і нерухомими штифтами, стебла подрібнюються в основному за рахунок деформації згину. В зв'язку із цим такі апарати добре подрібнюють тільки грубі корми вологістю до 26 %. Із підвищенням вологості продуктивність у них різко знижується. Наприклад, у подрібнювачів ИГК-30Б при підвищенні вологості соломи із 18 % до 40 % продуктивність знижується із 3,2 до 0,8 т/год., а енергоємність навпаки підвищується із 7,2 до 16,0 кВт·год./т. Штифти виконують в основному із гладкими кромками. Для підвищення перетираючої дії штифтів на їх поверхні нарізуються рифи. Зносостійкість штифтів приблизно така ж, як і в молотків, але через жорстке кріплення штифти при зустрічі з твердими сторонніми великими частками ламаються. В той же час шарнірно закріплені молотки можуть уникати цих поломок [8,9].

Основними робочими органами ножових апаратів являються ножі, закріплені на барабанах (роторах), які обертаються, і нерухомі протирізи. Ножові апарати широко застосовуються для подрібнення зелених і сухих листостеблових кормів в силосорізках (РСС-6Б, Волгарь-5), кукурудзозбиральних комбайнах, в універсальних дробарках (КДУ-2, ИСК-3А). Питомі витрати енергії на подрібнення стеблових кормів ножовими апаратами менші, ніж молотковими, але зношення лез їх ножів проходить більш інтенсивно, ніж зношення робочих кромок молотків.

Комбіновані апарати представляють собою або поєднання встановлених на одному і тому ж роторі шарнірно підвішених молотків і нерухомо або шарнірно закріплених ножів, або два послідовно розміщених апарати (ножовий і молотковий). Розроблені конструкції подрібнювачів, у яких всі шарнірно підвішені молотки мають ріжучі елементи (ИРМА-15, ИРМ-50) [2,4,5].

Комбіновані подрібнювальні апарати можуть подрібнювати різні види кормів, корми із малою і високою вологістю. Енергоємність їх, як правило, значно нижче енергоємності молоткових апаратів. Комбіновані апарати застосовуються в універсальних дробарках-подрібнювачах [2,4].

Проаналізувавши всі типи різальних апаратів, які застосовуються на практиці в подрібнювачах, пропонується застосувати в подрібнювачі грубих кормів, в якості подрібнювального елемента молотковий подрібнювальний ротор.

Машина, що удосконалюється відноситься до одноротрних прямоточних подрібнювачів (рис. 1). Оскільки подрібнювач не має в зоні вивантаження вивантажувальних лопатей, то він обладнується верхнім приводом.

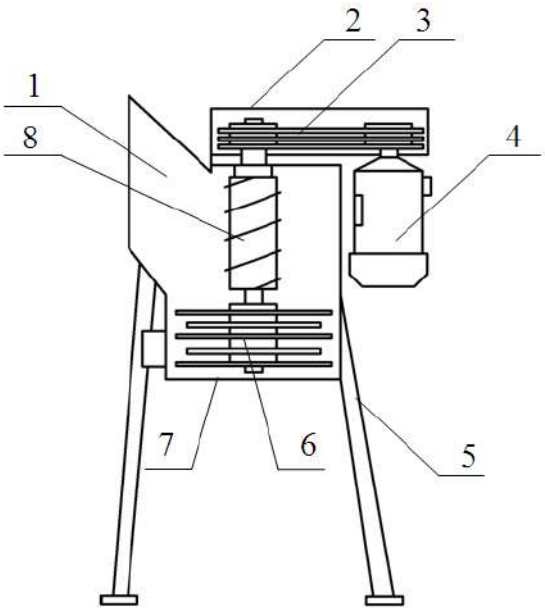


Рис. 1. Одноротрний прямоточний подрібнювач:
1 - завантажувальне вікно; 2 - захисний кожух; 3 - клинопасова передача; 4 - електродвигун; 5 - стійка (4 шт.); 6 - молотковий барабан; 7 - вивантажувальне вікно; 8 – шнек

Подрібнювач складається з робочої камери, яка має завантажувальне (1) і вивантажувальне вікна (7). До робочої камери кріпляться стійки (5), ротор, привод і захисний кожух (2). Для передачі обертання від електродвигуна (4) до ротора служить клинопасова передача (3). Ротор, в свою чергу, складається з вала із підшипниковим вузлом, шнека (8) і барабана (6), на якому шарнірно розміщені втулки із молотками. Вал ротора спирається на два радіально – упорних і один упорний підшипники. На нижню частину вала кріпляться шнек і барабан із молотками на втулках, а на верхню – ведений шків.

Принцип роботи подрібнювача полягає в наступному. Від електродвигуна обертальний момент передається через клинопасову передачу на ротор. Корм або суміш кормів рівномірно подається транспортером через верхнє завантажувальне вікно в робочу камеру. Шнек направляє корми донизу в зону дії молотків, які подрібнюють і водночас перемішують їх. Готовий корм або кормосуміш під дією сили

тяжіння подається через вивантажувальне вікно на транспортер, який подає корми в накопичувач або в кормороздавач.

Висновки. Застосування молоткового барабану, що буде виконувати функцію подрібнювального механізму в конструкції подрібнювача, дозволить якісно і з меншими енерговитратами готувати грубі корми перед їх згодовуванням великій рогатій худобі.

Список літератури

1. Журавель Д.П., Дереза С.В., Болтянский Б.В., Особливості водопостачання в тваринництві. *Щомісячний науково-практичний журнал «Тваринництво сьогодні»,* №8 Київ, 2018. С.66-71.

2. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посіб. Мелітополь: Колор Принт, 2012. 720с.

3. Болтянський Б.В., Брагінець А.М., Скляр Р.В., Мілько Д.О. Навчальний посібник щодо виконання конструктивної частини в дипломних проектах ОКР «Бакалавр» для студентів очної та заочної форм навчання. Мелітополь: ТДАТУ, 2011. 143 с.

4. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська, Д.О. Мілько, Б.В. Болтянський. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019 . 608 с.

5. Дереза С.В., Болтянский Б.В., Дереза О.О. Обґрунтування параметрів міксера-роздавача кормів. *Матеріали VII-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»* (5-28 грудня 2018 року). Глеваха, 2019. С. 25-27.

6. Дереза С.В., Димченко Д.В. Аналіз підстилкового матеріалу для молочних корів. *Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ*:, 2018. С. 25.

7. Дереза С.В., Болтянский Б.В., Дереза О.О. Обґрунтування експлуатаційно-технологічних параметрів кормороздавального агрегату. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Вип.6. Т.3. Мелітополь, 2016. С.65-72

8. Дереза С.В., Дереза О.О. Аналіз методів моделювання процесу змішування кормів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*: наукове фахове видання. Вип. 4.Т.1. Мелітополь, 2014. с. 95-100.

9. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 380 с.

УДК 631.363

ВПЛИВ МАСИ ЯЄЦЬ НА ЇХ МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД, ЗРОСТАННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

Атаманова Ф.І.[1], магістр
Мілько Д.О. [1], д.т.н., професор
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

Постанова проблеми. Яйця це єдиний продукт тваринного походження, біологічна цінність білка якого є абсолютна величина. Частка його в цілому курячому яйці становить 12,9%. Яйце включає всі незамінні амінокислоти в оптимальному співвідношенні, безліч макро- і мікроелементів, а також вітаміни. Багато сотень років яйце сільськогосподарської птиці зберігало свою біологічну досконаліть та ідеальну гармонійність складу, але революційні зміни в птахівництві останніх десятиріч - створення високопродуктивних кросів зі зміненим генотипом, перехід на нетрадиційне харчування несучок, ізоляція птиці від макроклімату-відобразилися на яйці, і воно зазнало ряд біологічних зрушень [1]. За останні 30 років найбільші зміни відбулися особливо в складі і властивостях курячого яйця. Яйце стало важче, його форма помітно округлилася, тонше стала шкаралупа, істотно підвищився відносний вміст білку. Незалежно від видової приналежності, маси, форми, кольору яйця птиці складаються з трьох компонентів: жовтка, білка і шкаралупи. Жовток за хімічним складом істотно відрізняється від білка, в ньому міститься менше води і більше сухих речовин і вітамінів. Кількість вуглеводів в жовтку приблизно таке ж, як і в білку. Білок складає в середньому 60% від загальної маси яйця і містить велику кількість води (в середньому 75%) і являє собою водний резервуар для ембріона, що розвивається [2]. Шкаралупа повинна бути досить міцною, щоб забезпечити фізичний захист зростаючому ембріону таким чином, щоб організувати ефективний газообмін і уникнути проникнення бактерій. Вона повинна також дозволяти ембріону проводити вилучення кальцію та інших макро- і мікроелементів [3]. Маса яйця і співвідношення білка, жовтка і шкаралупи важливі як при інкубації, так і при виробництві товарної продукції і глибокої переробки. Самым эффективным методом увеличения массы яиц является селекция птицы. Считается, что масса яиц на 55 % определяется генетическими факторами и на 45 % зависит от кормления и условий содержания птицы. Каждый грамм прибавки массы яйца соответствует увеличению массы белка примерно на 0,65 г, желтка - на 0,25 г, скорлупы - на 0,10 г .

Зі збільшенням маси інкубаційних яєць підвищується маса добового молодняку Але висока маса яєць несприятливо відбивається на виведення курчат. Тому поліпшення виводимості яєць і якості виведеного молодняка неможливо без контролю якості яєць, одержуваних від птиці батьківського стада. Включення в селекційні програми морфологічних параметрів яйця може стати ефективним способом стабілізації репродукції особливо м'ясних курей.

Загальновідомо також, що вирощування курчат на м'ясо є основною ланкою в технологічному ланцюжку виробництва бройлерів. Досягнення сучасної генетики, селекції, вдосконалення технології утримання та годування дозволяють неухильно підвищувати м'ясну скоростиглість бройлерів і знижувати їх забійний вік.

Основні матеріали дослідження. Для проведення досліджень збирали яйця від курей батьківського стада кросу «Кобб-500» 30- і 54-тижневого віку. Відбір яєць для інкубації проводили за зовнішнім виглядом шляхом просвічування через овоскоп. Відбирали яйця правильної форми, по масі, що є типовими для курей м'ясного напряму продуктивності, з чистою і гладкою шкаралупою, без кров'яних включень. Для встановлення морфологічного складу було відібрано 200 шт. яєць, які були розподілені по 5 вагових категоріях (по 40 яєць у кожній): 50-55, 56-60, 61-65, 66-70 і 71-75 м. Після зважування яєць по 10 шт. з кожної вагової категорії розбивали та окремо на електронних вагах визначали масу жовтка і шкарлупи. Масу білка визначали за різницею маси яйця і маси шкаралупи і жовтка. На підставі отриманих даних розраховували частку складових компонентів яйця. Решта інкубаційні яйця (по 30 штук з кожної категорії) були проінкубовані з метою встановлення результатів інкубації (виводимості яєць і виведення курчат).

Для вивчення продуктивності та збереження курчат-бройлерів, виведених з каліброваних яєць, було проінкубовані 300 шт. яєць, які також були розподілені по 5 вагових категоріях (по 60 яєць у кожній): 50-73 г (некалібровані) - 1-а контрольна група і 50-55, 56-61, 62-67 і 68-73 г (калібровані) - відповідно 2, 3, 4 і 5-я дослідні групи.

З огляду на залежність тривалості ембріонального розвитку від маси яєць, провели поетапну їх закладку на інкубацію - з проміжком у 4 години. Термін інкубації відраховували з моменту закладки яєць середньої маси. Виведені з каліброваних (2-, 3-, 4- і 5-я дослідні групи) і некаліброваних яєць (1-я група - контроль) курчата вирощувались окремо, але в одній клітинній батареї (БКМ-3Б), щоб уникнути впливу на них різних факторів середовища.

Годування курчат-бройлерів поділялося на 2 періоди: стартовий - (1-20-й день) і фінішний (21-день і старше). У перший (стартовий) період курчата всіх груп отримували комбікорм ПК-5, у другій (фінішний) - ПК-6. Згодовували комбікорми досхочу при вільному

доступі до чистої води. Інкубація мелковесних яєць (50-55 г) негативно позначилася не тільки на живій масі добових курчат, а й на інтенсивності їх подальшого зростання. У віці 42 днів жива маса курчат, отриманих з мелковесних яєць (2-я група), була менше на 4,7, 9,1, 11,6 і 3,6%, ніж молодняку, виведеного відповідно з яєць масою 56-61, 6267, 68-73 і 50-73 м Така ж закономірність простежувалася і щодо швидкості росту бройлерів: середньодобовий приріст в контрольній групі був на 1,92 г (3,6%) вище, ніж у другій дослідній групі, і на 2,6-6,8 г (4,7-11,4%) нижче в порівнянні з 3-й і 5-й групами. Встановлено, що зі збільшенням маси яєць відбувається зростання абсолютної маси всіх складових частин яйця і особливо білка і жовтка. Так, у найбільших яєць (71-75 г) абсолютний вміст жовтка, білка і шкаралупи було вище відповідно на 31,6, 43,5 і 24,2%, ніж у дрібних яєць.

Висновки. З наведеного матеріалу можна зробити висновок, що зі збільшенням маси яєць відбувається зростання абсолютної маси всіх складових їх частин. У найбільших (71-75 г) абсолютний вміст жовтка, білка і шкаралупи вище відповідно на 31,9, 43,4 і 24,1%, ніж у дрібних яєць (50-55 г). Зростання маси яєць веде до збільшення частки білка і зниження частки жовтка і шкаралупи. Висока частка дрібних і дуже великих інкубаційних яєць негативно впливає на виведення курчат.

Вирощування курчат-бройлерів в рівноважних спільнотах, отриманих в результаті інкубації, каліброваних за масою яєць і виведення однорідних по живій масі добових курчат, дозволяє підвищити їх продуктивність і збереженість, а також знизити варіабельність по живій масі.

Розподіл яєць по вагових категоріях необхідно з тією метою, що при цілорічному комплектуванні батьківського стада віковий склад курей-несучок постійно коливається, а це неминуче призводить до варіабельності маси інкубаційних яєць. Щоб уникнути роздільної інкубації, на наш погляд, слід змінити режими і закладати інкубаційні яйця не тільки в різний час, з огляду на тривалість інкубаційного періоду в залежності від температури навколишнього середовища, а й в різні інкубаційні шафи. Дотримання принципів роздільного інкубації розсортованих за масою інкубаційних яєць і вирощування з урахуванням цього курчат-бройлерів дозволить підвищити ефективність виробництва м'яса птиці на птахофабриці.

Список літератури

1. Царенко П., Васильева Л., Рыбалова Н. Качество яиц сегодня: хранение, инкубация / Птицеводство. 1997. № 3. С. 9- 11.

2. Промышленное птицеводство / А.П. Агеечкин [и др.]; под общ. ред. акад. РАСХН В.И. Фисинина. Сергиев Посад, 2005 С. 69-82.

3. Петросян А.Б. Микроэлементное питание птицы. Достижение оптимального формирования скорлупы. Птица и птице-продукты. - 2009. - N° 4. - С. 36-37.

УДК 631.363.7

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОРМІВ

Тодоров Д.С., студент
Дереза С.В., ст. викладач,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Найбільший ефект дає згодовування кормів, які повністю задовольняють потребам тварин у поживних речовинах, вітамінах, антибіотиках [1-4]. Повного набору поживних речовин нема ні в одному виді корму, тому необхідно готувати кормові суміші із декількох складових.

Для отримання однорідної кормової суміші її компоненти змішують. Після змішування суміш повинна мати підвищені кормові показники і забезпечувати кращу поїдаємість її тваринами. Це сприяє більш повноцінному використанню організмом тварини поживних речовин, які знаходяться в кормах [5,6].

Процес змішування оцінюють ступенем рівномірності змішування. Згідно із зоотехнічними вимогами рівномірність змішування при приготуванні кормосуміші для великої рогатої худоби повинна бути не менше 80% (при включенні в кормосуміш карбаміда – не менше 90%); для свиней – не менше 90% (при використанні харчових відходів – не менше 80%); для овець – не менше 75…80% [7,8].

Зоотехнічною наукою і практикою встановлено, що згодовування повнораціонних комбінованих кормів підвищує продуктивність тварин на 25…30 %, при цьому скорочуються строки відгодівлі і на 15…20 % зменшуються втрати кормів на одиницю продукції [9].

Основні матеріали дослідження. Для приготування кормових сумішей використовують змішувачі, які поділяються на порційні і безперервної дії, горизонтальні і вертикальні, шнекові, лопатеві і барабанні. Змішувачі можуть входити до складу технологічних ліній кормоцехів, а можуть використовуватись автономно. Застосовуються також універсальні машини, які одночасно із змішуванням виконують інші технологічні операції: подрібнення, транспортування, роздавання суміші в годівниці тваринам, додаткову обробку кормів тощо [1,2,6].

Проведемо стислий аналіз найбільш типових конструкцій змішувачів безперервної дії. До цієї групи відносяться змішувачі - ИСК-3А, С-30, 2СМ-1 тощо.

Змішувач 2СМ-1 використовують для приготування вологих сумішей на концентратній основі або сухих в процесі підготовки

комбінованих кормів. Небажана наявність в суміші стеблових рослин, особливо довговолокнистих [3,5].

Робочі органи змішувача - дві лопатеві мішалки. Лопаті мішалки закріплені на валу за допомогою зубчатих шайб і гайок. Спосіб кріплення дозволяє повертати лопать у площині, що перпендикулярна осі вала. Обертання мішалок - від електродвигуна клинопасової передачі і шестерень, насаджених на кінці валів таким чином, щоб вони обертались назустріч один одному. Компоненти суміші поступають у завантажувальну горловину змішувача, лопаті мішалки змішують їх і одночасно переміщують до вивантажувальної горловини [6].

Якість змішування залежить від швидкості переміщення суміші від завантажувальної до вивантажувальної горловини. Швидкість встановлюють зміною положення мішалки на валу, тобто кута нахилу лопаті в площині поперечного перерізу вала.

Змішувач С-30 призначений для безперервного змішування подрібнених грубих кормів, силосу, сінажу, жому і коренебульбоплодів із додаванням рідких поживних розчинів. Допустима максимальна довжина часток: грубих кормів - до 50 мм, силосу і сінажу - до 30 мм, коренебульбоплодів - до 15 мм [6,7].

Змішувач С-30 складається з корпусу, двох лопатевих мішалок, приводного механізму із клинопасовою і зубчатою передачами та електродвигуна. Лопатеві мішалки приводяться в дію від електродвигуна через привод. Зварний корпус служить місткістю для змішування різноманітних компонентів. Зверху його закривають кришкою, на якій кріпиться форсунка для подачі поживного розчину. Лопатеві вали виготовлені із труб з привареними до них цапфами. До валів гайками прикріплюються лопаті. Для завантаження компонентів у верхній частині змішувача є люк, а для вивантаження - люк у нижній частині [6].

Технологічний процес змішувача С-30 полягає у наступному. Підготовлені до змішування компоненти завантажують стрічковим транспортером через завантажувальну прийомну частину корпуса змішувача. Лопатевими мішалками компоненти ретельно перемішуються і одночасно переміщуються вздовж корпусу змішувача. Готова суміш через вивантажувальний люк безперервним потоком направляється на транспортер, який завантажує її у кормороздавач.

Подрібнювач - змішувач ИСК-3А призначений для подрібнювання і змішування соломи, сіна і качанів кукурудзи з іншими компонентами раціону на фермах великої рогатої худоби. Подрібнювач входить до комплекту обладнання кормоцеху КОРК-15, а також ліній переробки соломи ЛИС-3 та ЛОС-3 [4,5].

Подрібнювач складається з приймальної, робочої і розвантажувальної камер, рами та електропривода. На внутрішній поверхні робочої камери розміщені протирізи або деки, а всередині її

змонтовано ротор з набором ножів. Для внесення рідких добавок встановлено дві форсунки в приймальній і дві в розвантажувальній камерах [2,6].

Розвантажувальна камера подрібнювача - змішувача разом з електродвигуном привода змонтовані на рамі. У корпусі робочої камери є люки для монтажних робіт і технічного обслуговування привода. Готова суміш розвантажується кидалкою на транспортер.

Машина ИСК-3А може працювати в режимах змішування, подрібнювання, а також змішування з до подрібнюванням.

У режимі змішування ИСК-3А комплектується деками, зміщеними на 60°. На ротор встановлюють чотири вкорочених ножі в першому (відносно подачі корму) ряді, два довгих ножі в третьому і два зубчатих ножі в четвертому рядах. При цьому вихідні компоненти корму (особливо солома і силос) мають бути завчасно добре подрібнені. У варіанті з подрібнюванням в робочій камері розміщують три протирізи і три деки так, щоб вони чергувались між собою.

У режимі подрібнювання ИСК-3А комплектується пакетами протирізів. Ця схема використовується при подрібнюванні одного виду корму (наприклад, соломи) або при додатковому подрібнюванні кількох видів кормів. На роторі машини встановлюють чотири вкорочених ножі в першому ряді, два або чотири довгих ножі у другому ряді і два або чотири зубчастих ножі в третьому і четвертому рядах. Збільшення кількості ножів рекомендується при зростанні в раціоні соломистих кормів.

Технологічний процес при режимі змішування здійснюється так. Дозовані компоненти подаються в приймальну камеру подрібнювача, а з неї надходять у робочу камеру. Під дією відцентрових сил і ножів верхнього та нижнього ярусів корм рівномірно розподіляється вздовж стінок, змішується і по спіралі опускається в розвантажувальну камеру, звідки однорідна кормо сумішка кидалкою подається на транспортер.

При роботі в режимі подрібнювання корми з приймальної камери потрапляють у зону взаємодії ножів верхнього ярусу, де частково подрібнюються. Під дією сили тяжіння корм опускається в зону дії довгих ножів і протирізів. У зоні виходу з робочої камери частки корму зустрічають на своєму шляху зубчасті грані ножів і різальні елементи нижнього ярусу. В цій зоні проходить інтенсивне подрібнювання кормів з руйнуванням вздовж і поперек стебел.

Ступінь рівномірності змішування кормових компонентів на всіх режимах роботи повинна бути не менше 80…90 %.

У разі потрапляння у робочу камеру твердих предметів складені в пакети і підпружинені протирізи провертаються і предмети проходять у розвантажувальну камеру. Після цього проти різи автоматично знову займають своє робоче положення.

Якість змішування і подрібнення корму в ИСК-3А регулюють трьома способами: підбиранням кількості і типу ножів; вибором кількості протирізів і дек; тривалістю перебування продукту в робочій камері за допомогою зміни положення шибера, встановленого перед кидалкою [2-6].

Розглянуті змішувачі характеризуються високою питомою метало- та енергомісткістю. Окрім цього вони мають досить значну для тваринницьких підприємств вартість. Тому для інтенсивного перемішування компонентів кормової суміші пропонується проста конструкція змішувача безперервної дії за допомогою якого можна буде змішувати всі компоненти раціону для ВРХ.

Розроблений змішувач (рис. 1) призначений для змішування грубих кормів, коренеплодів, концкормів, силосу у безперервному потоці.

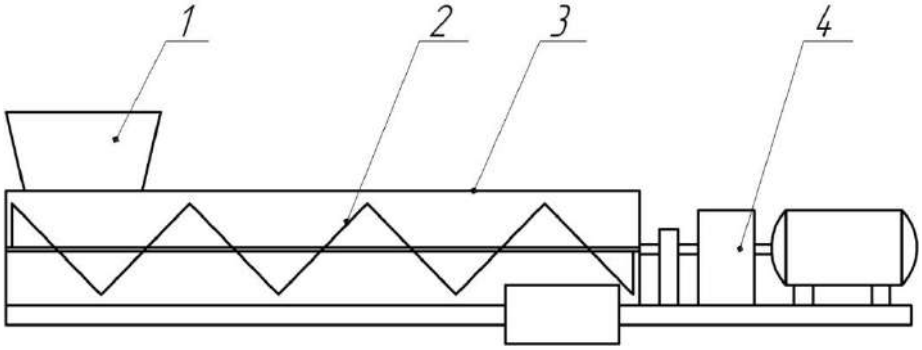


Рис. 1. Змішувач кормів безперервної дії:
1 – завантажувальне вікно; 2 - стрічковий шнек; 3 – корпус;
4 – привод

Всі складові частини змішувача розміщені на загальній рамі. Основна технологічна одиниця змішувача - стрічковий шнек (2), розміщений в корпусі (3) U - подібної форми. У верхній частині корпусу виконано прямокутне завантажувальне вікно. З іншої сторони в нижній частині корпусу є вивантажувальне вікно (1). Середня частина корпусу закрита кришкою, яка кріпиться до нього за допомогою болтових з′єднань. Привод шнеку (4) здійснюється від асинхронного електродвигуна потужністю 11 кВт через циліндричний редуктор і муфту.

Працює змішувач наступним чином. Подрібнені і очищені від домішок компоненти кормо суміші рівномірно подаються у завантажувальне вікно. Спіральна стрічка шнека довжиною 3,0 м змішує і одночасно переміщує кормосуміш до вивантажувального вікна.

Висновки. Застосування запропонованого змішувача дозволить швидко і якісно змішувати корми із раціону годівлі великої рогатої худоби згідно із зоотехнічними вимогами.

Список літератури

1. Журавель Д.П., Дереза С.В., Болтянский Б.В., Особливості водопостачання в тваринництві. *Щомісячний науково-практичний журнал «Тваринництво сьогодні»*, №8 Київ, 2018. С.66-71.

2. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посіб. Мелітополь: Колор Принт, 2012. 720с.

3. Болтянський Б.В., Брагінець А.М., Скляр Р.В., Мілько Д.О. Навчальний посібник щодо виконання конструктивної частини в дипломних проектах ОКР «Бакалавр» для студентів очної та заочної форм навчання. Мелітополь: ТДАТУ, 2011. 143 с.

4. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська, Д.О. Мілько, Б.В. Болтянський. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019 . 608 с.

5. Дереза С.В., Болтянский Б.В., Дереза О.О. Обґрунтування параметрів міксера-роздавача кормів. *Матеріали VII-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (5-28 грудня 2018 року).* Глеваха, 2019. С. 25-27.

6. Дереза С.В., Димченко Д.В. Аналіз підстилкового матеріалу для молочних корів. *Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ*, 2018. С. 25.

7. Дереза С.В., Болтянский Б.В., Дереза О.О. Обґрунтування експлуатаційно-технологічних параметрів кормороздавального агрегату. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Вип.6. Т.3. Мелітополь, 2016. С.65-72

8. Дереза С.В., Дереза О.О. Аналіз методів моделювання процесу змішування кормів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету:* наукове фахове видання. Вип. 4.Т.1. Мелітополь, 2014. с. 95-100.

9. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 380 с.

УДК 631.363.21

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ

Димченко Д.В., студент,
Дереза С.В., ст. викладач,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Відомо, що найбільш поживними в раціоні годування тварин являються концентровані корми [1]. До них відноситься фуражне зерно. Але в не переробленому виді фуражне зерно не доцільно згодовувати тваринам, тому що воно лише частково засвоюється їх організмом.

За зоотехнічними вимогами перед згодовуванням великій рогатій худобі зерно повинно бути подрібненим до середнього (середній розмір часток – 1,0…1,8 мм) або крупного (1,8…2,6 мм) помелу, для свиней – подрібненим до дрібного (0,2…1,0 мм) помелу [2-4].

Основні матеріали дослідження. Основним обладнанням для подрібнення зерна при приготуванні концентрованих кормів тваринам в господарствах являються молоткові дробарки, які знайшли широке поширення завдяки простоті конструкції, надійності в роботі і зручності обслуговування при експлуатації [5,6].

За призначенням молоткові подрібнювачі можна поділити на три групи [7]:

спеціальні, що переробляють конкретні види кормової сировини, близькі між собою за фізико – механічними властивостями, умовами завантаження, а також регулюванням якості та характеристиками продукту. До них відносяться, наприклад, дробарки для подрібнення зерна, мінеральних добавок тощо;

універсальні – можуть переробляти матеріали, що суттєво розрізняються за своїми властивостями і характеристиками продуктів подрібнення (борошно, січка, паста), а отже і умовами подачі сировини, видалення продукту;

комбіновані, що суміщають подрібнення з іншими технологічними процесами. Частіше за все це подрібнювачі – змішувачі.

Найбільш поширені у господарствах наступні марки дробарок: КДУ-2 «Українка», ДБ-5, ДКМ-5 та інші.

Універсальна дробарка КДУ-2 «Українка» [8,9] призначена для подрібнення усіх видів зерна, качанів кукурудзи, сіна, зеленої маси, силосу і коренеплодів. КДУ-2 складається з подрібнювального і різального апаратів з живильним і пресувальним транспортерами,

завантажувального бункера, вентилятора, циклона із шлюзовим затвором і пневмопроводами, рами, двигуна і системи управління.

Подрібнювальний апарат складається із камери, яка включає решета, деки і молотковий барабан. Над дробаркою камерою встановлений прийомний бункер для зерна, обладнаний магнітним сепаратором і поворотною заслінкою із рукояткою для регулювання завантаження дробарки.

Подрібнювальний апарат складається із різального барабана, який має три спіральних ножа, закріплених болтами на двох дисках, протирізальної пластини і двох транспортерів.

Робочий процес дробарки КДУ-2 може бути організований по одній із трьох схем налагодження: подрібнення сипких зернових кормів; подрібнення кукурудзяних початків і грубих кормів (сіно, солома); подрібнення соковитих кормів (трава, силос, коренеплоди).

Для подрібнення зерна в камеру дробарки вставляють решето з необхідним діаметром отворів і відключають різальний барабан, знімаючи з його шківа клинові паси. При подрібненні грубих кормів шків різального барабана з'єднують клинопасовою передачею із шківом електродвигуна. При подрібненні соковитих кормів із подрібнювальної камери виймають решето, коліно всмоктувального трубопроводу, що з'єднує патрубок подрібнювальної камери з вентилятором, знімають і встановлюють замість решета викидну горловину та дефлектор. У цьому випадку пневмосистема розімкнута і повітряний потік із подрібнювальної камери разом із подрібненим продуктом під великим тиском виходить через викидну горловину.

До недоліків дробарки КДУ-2 слід віднести: важкість і незручність регулювання зазору між ножами барабана і протирізальної пластини, а також значне виділення клітинного соку при мілкому подрібненні зелених і соковитих кормів, що приводить до погіршення якості корму, втрат соку, налипання дрібних часток корму на стінки вивантажувальної частини дробарки і періодичному забиванню подрібнювального апарату, швидке зношування молотків та значні витрати робочого часу на їх переустановлення.

Безрешітна дробарка ДБ-5 [3,4] випускається у двох виконаннях: ДБ-5-1 - самостійна машина, яка складається із дробарки, завантажувального та вивантажувального шнеків і шафи управління; ДБ-5-2 – машина, призначена для роботи у складі потокових ліній і яка укомплектована тільки вкороченим завантажувальним шнеком.

Дробарка складається із подрібнювальної камери, корпуса, бункера, розподільної камери, рами. На рамі дробарки встановлені основний електродвигун привода і корпус з ротором, з'єднаний із двигуном втулочно-пальцевою муфтою. Основні складові одиниці дробарки прикріплюються до корпусу.

Ротор дробарки встановлений в корпусі на підшипниках і складається із вала з набором дисків і молотків, які шарнірно розміщуються на осях. Диски і розпірні втулки на валу утримуються за допомогою гайки. Відстань між молотками на осях встановлюється за допомогою розпірних втулок.

У горловинах корпусу розміщені розподільна камера і кормо проводи. Для обслуговування камери передбачена відкидна кришка.

У бункері передбачені завантажувальна та оглядова горловини, у нижній його частині встановлений привод заслінки, а на похилій стінці батарея магнітів для вловлювання металевих домішок. По вертикалі в бункері розміщені датчики нижнього і верхнього рівня зерна, за допомогою яких вмикається і вимикається завантажувальний шнек.

Ступінь завантаження дробарки регулюють поворотом заслінки, як від привода, так і вручну важелем. При ручному управлінні контроль за завантаженням ведуть по показанням амперметра. При сталому режимі важіль фіксують.

Розподільна камера являється місткістю у якій подрібнений продукт розділяється на фракції. Перегородки у камері утворюють канали: один для повернення повітря в дробарку камеру і другий для повернення крупної фракції на повторне подрібнення.

Крупність помелу регулюють поворотом заслінки розподільної камери і зміною сепаратора. Сепаратор встановлюють залежно від виду подрібнюваного зерна: для вівса з отворами діаметром 16 мм, для інших культур – діаметром 8 мм.

При експлуатації дробарки ДБ-5 виявлені деякі недоліки. Так відсутність чіткого регулювання ступеня подрібнення викликає труднощі при налагодженні і роботі, які проявляються у пере подрібненні зерна і збільшенні енергоємності процесу.

Зношення молотків до половини їх ширини призводить до зміни кута між напрямком абсолютної швидкості сходу часток і перпендикуляром до радіуса ротора. Це приводить до зниження викидної здатності молотків і, як результат, до зниження продуктивності.

Модифікацією дробарки КДУ-2 є молоткова дробарка кормів ДКМ-5 із закритим циклом подрібнення.

Дробарка ДКМ-5 [3,4] призначена для подрібнення зерна і грубих кормів. Вона має корпус, в якому розміщена камера подрібнення з молотковим ротором, живильник грубих кормів, зерновий бункер, пиловідокремлювач із фільтрувальним рукавом, шнек та електрообладнання.

Для роботи дробарки на зерні забірну частину завантажувального шнека опускають у приямок із зерном або на бурт зерна. У камері подрібнення встановлюють решето відповідно до крупності кінцевого продукту. Вікно для подачі грубих кормів перекривають кришкою.

Зерно завантажувальним шнеком подається у зерновий бункер, а з нього тонким шаром просипається у щілину між заслінкою та похилою стінкою бункера, очищається магнітним сепаратором від випадкових металевих домішок і потрапляє в камеру подрібнення. Під дією молотків ротора, які обертаються, зерно подрібнюється. Продукти подрібнення просіваються крізь решето в зарешітний простір і потрапляють у горизонтальний шнек. Він подає подрібнений продукт у похилий розвантажувальний шнек, а останній – у бункер-нагромаджувач або дозатор.

У разі роботи дробарки на грубих кормах з камери подрібнювання видаляють кришку з декою і перекривають заслінку подачі зерна. Грубі корми подаються в прийомний лоток живильника дробарки і витками його шнека спрямовуються до камери подрібнення. Продукти подрібнення просіваються крізь решето в за решітний простір, звідки шнеком дробарки, а потім похилим шнеком розвантажуються.

При переробці сіна чи соломи на січку (без решета), остання видаляється з камери подрібнювання горловиною з дефлектором, встановленим замість решета.

Проаналізувавши устрій і принцип роботи типових дробарок можна відмітити, що окрім зазначених недоліків усі вони мають значну масу, досить енергоємні і мають складну конструкцію. Тому нашою задачею є розробка для тваринницького господарства дробарки-змішувача, у якої будуть відсутні вищезазначені недоліки.

Запропонована дробарка-змішувач призначена для подрібнення фуражного зерна. При подрібненні суміші декількох зернових культур, окрім подрібнення, машина може ретельно змішувати продукти подрібнення.

Складається дробарка-змішувач (рис. 1) із наступних вузлів: подрібнювача, бункера, шнека, приводів подрібнювача і шнека, корпусу.

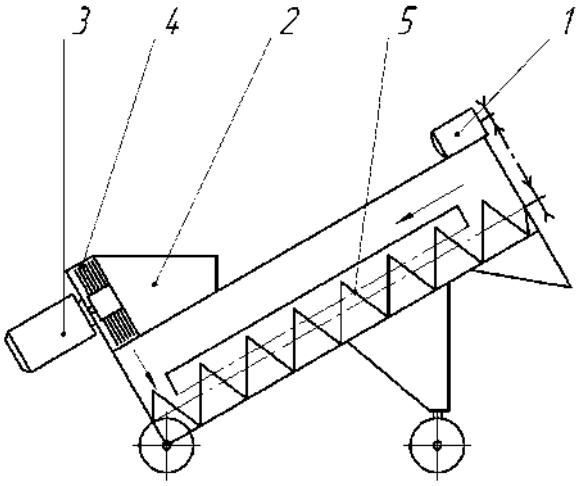


Рис. 1. Дробарка-змішувач концентрованих кормів:
1 – привод шнека; 2 - бункер; 3 – привод подрібнювача;
4 - подрібнювач; 5 - шнек

В корпусі дробарки-змішувача розміщено шнек (5) для транспортування подрібненого зерна. Зверху шнека передбачена порожнина для циркуляції та змішування продуктів розмелу. Корпус, з метою переміщення, встановлено на колеса. Положення корпусу відносно горизонту може змінюватись. Як правило, корпус встановлюється із кутом нахилу 45…55°. До нижньої частини корпусу прикріплено подрібнювач зерна (4) з приводом (3) і бункером (2). До верхнього – привод шнека (1).

Подрібнювач зерна представляє собою молотковий ротор, розміщений в корпусі. У нижній частині корпусу молоткового ротора є вивантажувальне вікно, яке перекривається змінним решетом. У боковій частині корпусу виконано завантажувальне вікно, куди з бункера поступає безперервним потоком зерно. Кількість зерна, що поступає до подрібнювача, змінюється за допомогою регулювальної заслінки.

На чотирьох пальцях молоткового ротора шарнірно розміщені 24 молотки. Для ефективного використання молотків вони мають дві осі обертання. Приводиться в дію подрібнювач від електродвигуна потужністю 5,5 кВт.

Працює дробарка-змішувач наступним чином. Зерно, яке поступає з бункера попадає через завантажувальне вікно в зону дії молоткового ротора. Молотками зерно інтенсивно подрібнюється і через змінне решето просипається на нижні витки шнека.

Під час обертання шнек транспортує продукти розмелу і через розвантажувальне вікно вивантажує його в бункер-накопичувач або на збірний транспортер. У випадку коли додатково окрім подрібнення виконується перемішування продуктів розмелу, розвантажувальне вікно шнека перекривається заслінкою. Тоді продукти розмелу через верхню порожнину в корпусі переміщуються донизу і знову шнеком транспортуються до розвантажувального вікна.

Висновки. Застосування запропонованої дробарки-змішувача дозволить удосконалити процес підготовки концентрованих кормів до згодовування. Зокрема це стосується суміщення операцій подрібнення зерна і змішування продуктів помелу. До незаперечних показників роботи дробарки-змішувача можна віднести її відносно невелику загальну потужність на привод, що дозволить заощаджувати на використанні електроенергії в господарстві.

Список літератури

1. Журавель Д.П., Дереза С.В., Болтянский Б.В., Особливості водопостачання в тваринництві. *Щомісячний науково-практичний журнал «Тваринництво сьогодні»*, №8 Київ, 2018. С.66-71.

2. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посіб. Мелітополь: Колор Принт, 2012. 720с.

3. Болтянський Б.В., Брагінець А.М., Скляр Р.В., Мілько Д.О. Навчальний посібник щодо виконання конструктивної частини в дипломних проектах ОКР «Бакалавр» для студентів очної та заочної форм навчання. Мелітополь: ТДАТУ, 2011. 143 с.

4. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська, Д.О. Мілько, Б.В. Болтянський. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019 . 608 с.

5. Дереза С.В., Болтянский Б.В., Дереза О.О. Обґрунтування параметрів міксера-роздавача кормів. *Матеріали VII-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (5-28 грудня 2018 року).* Глеваха, 2019. С. 25-27.

6. Дереза С.В., Димченко Д.В. Аналіз підстилкового матеріалу для молочних корів. *Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ*, 2018. С. 25.

7. Дереза С.В., Болтянский Б.В., Дереза О.О. Обґрунтування експлуатаційно-технологічних параметрів кормороздавального агрегату. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Вип.6. Т.3. Мелітополь, 2016. С.65-72

8. Дереза С.В., Дереза О.О. Аналіз методів моделювання процесу змішування кормів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*: наукове фахове видання. Вип. 4.Т.1. Мелітополь, 2014. с. 95-100.

9. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 380 с.

СЕКЦІЯ 3. ВИКОРИСТАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ У ЗАПРОВАДЖЕННІ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

УДК 621.3.015.3

ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ У ТРАНСФОРМАТОРА Y/YH СУ

Протосовицкий И.В., к.т.н., доцент,
Протосовицкий Д.И.
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Беларусь

Значительная часть силовых трансформаторов, установленных в сельских сетях 0,4-10 кВ, находится под воздействием большого количества негативных факторов от внутрисетевых до окружающей среды, которые негативно сказываются на сроках эксплуатации.

Значительный ущерб силовым трансформаторам и подключенным к ним потребителям наносят перенапряжения, обусловленные коммутационными перенапряжениями, возникающими в сетях или атмосферными явлениями. Достигающие выводов трансформаторов перенапряжения могут быть ограничены большим количеством устройств защиты, находящимися вне трансформатора. Гораздо сложнее организовать устройство защиты от перенапряжений, возникающих внутри трансформатора при распределении электромагнитной волны вдоль обмотки, при этом напряжения между отдельными витками обмоток могут значительно превысить напряжения установившегося режима. Пробой изоляции влечет за собой выход трансформатора из строя и нарушение нормальных условий эксплуатации данной установки. При этом процессы, происходящие в трансформаторе при перенапряжениях, являются случайными и в полном объеме не поддаются математическому анализу.

Согласно [1] причинами отказов силовых трансформаторов являются: грозовые перенапряжения – 20,8%, внутренние перенапряжения, короткие замыкания в сетях – 34,4%, перегрузки – 7%, снижение уровня изоляции в процессе эксплуатации – 12%. Очевидно, что данные проблемы наиболее характерны для трансформаторов длительно находящихся в эксплуатации. Поэтому важно не только обеспечить надежную защиту изоляции трансформаторов, но и обеспечить условия для сохранения изоляцией

своих электрических характеристик на относительно высоком уровне в течение всего расчетного срока службы, учитывая при этом воздействия перенапряжений и других негативных факторов.

В большом количестве публикаций подробно рассмотрены процессы, происходящие в обмотках трансформатора во время переходных процессов и определены факторы оказывающие наибольшее влияние: схема соединения обмоток трансформатора, режим заземления нейтрали, количество фаз, на которые приходится волна перенапряжения, конструкции обмоток [1,2].

При этом не рассматривается вопрос влияния симметрирующей обмотки в трансформаторах марки ТМГСу (получившей широкое распространение в сетях 0,4-10 кВ в Республике Беларусь) на параметры перенапряжения в обмотках низкого напряжения (обмотках НН) [3]. Поэтому целью данного исследования являлось изучение данного вопроса с целью определения предпочтительной схемы соединения обмоток трансформатора с низкой стороны для минимизации воздействия коммутационных перенапряжений на изоляцию трансформаторов.

В экспериментах использована физическая модель трехфазного трансформатора 0,4/0,24 кВ мощностью 0,63 кВА., обмотка высокого напряжения соединена в «звезду», фазные обмотки низкого напряжения соединены в «звезду с нулем» с возможностью коммутации симметрирующей обмотки. Регистрация амплитуд импульсов перенапряжений выполнялась анализатором качества электроэнергии FLUKE 435 одновременно для трех фаз и нейтрали. Особенностью данного эксперимента является отсутствие металлического корпуса трансформатора и, соответственно, значительное снижение влияния емкости обмоток на заземленные элементы.

Влияние симметрирующей обмотки на параметры коммутационных перенапряжений изучалось в режиме холостого хода и при коммутации нагрузки разной степени несимметричности.

Полученные из осциллограмм данные систематизированы и согласованы по виткам для всех фаз обмотки НН трансформаторов.

При статистической обработке данных для оценки влияния симметрирующей обмотки на параметры перенапряжения в качестве основных критериев использовалось сравнение средних значений и дисперсий.

Сопоставления амплитуд импульсов перенапряжения для трансформаторов при коммутации симметричной нагрузки и выключении в режиме холостого хода показали, что при выключении трансформатора в режиме холостого хода симметрирующая обмотка не оказывает влияния на параметры коммутационных перенапряжений.

В случае коммутации симметричной нагрузки, как при её включении, так и отключении, в трансформаторе с симметрирующей обмоткой наблюдается снижение амплитуд импульсов перенапряжений на входных зажимах трансформатора относительно земли и более равномерное распределение напряжения по фазным обмоткам низкого напряжения, что снижает негативное влияние коммутационных перенапряжений как на продольную, так и на поперечную изоляции. Так снижение амплитуд импульсов перенапряжений для данного трансформатора в ходе эксперимента составила 28% при подключении нагрузки, и 14% при отключении. Данные преимущества в основном обусловлены дополнительным входным сопротивлением симметрирующей обмотки трансформатора по отношении к трансформатору без неё.

Были проведены сопоставления амплитуд импульсов перенапряжений при коммутации трансформатора с симметрирующей обмоткой и без неё на нагрузку с 25% несимметричной нагрузкой и в неполнофазном режиме.

Из полученных амплитуд импульсов перенапряжений по всей длине фазных обмоток можно отметить следующие принципиальные особенности:

1. В трансформаторе без симметрирующей обмотки максимальная амплитуда импульсов перенапряжений в фазных обмотках зависит от величины несимметрии нагрузки, в отличие от трансформаторов с симметрирующим устройством в которых эта зависимость практически отсутствует.

В испытуемом трансформаторе в ходе эксперимента разность между амплитудами импульса перенапряжения с симметрирующей обмоткой и без неё на входных зажимах обмотки низкого напряжения в зависимости от степени несимметрии составила от 25% до 36%.

2. При отсутствии симметрирующей обмотки амплитуды импульсов перенапряжений имеют приблизительно одинаковые значения во всех фазах трансформатора, в трансформаторе с симметрирующей обмоткой амплитуды импульсов перенапряжений пропорциональны нагрузке фазы.

3. Для трансформатора с симметрирующей обмоткой характерно более равномерное распределение напряжения по всей длине обмотки при прохождении переходного процесса, вызванного коммутацией нагрузки.

4. Значения амплитуд импульсов перенапряжений в нейтрали трансформатора без симметрирующей обмотки при коммутации в зависимости от степени несимеметричности выше в среднем в 1,7 раза.

Из экспериментальных исследований следует, что в сельскохозяйственных сетях 0,4-10 кВ, с ярко выраженной несимметричной нагрузкой, наиболее предпочтительна установка

трансформаторов с симметрирующей обмоткой, которая обеспечивает качество, экономию электрической энергии, а также обеспечивает лучшие эксплуатационные характеристики с точки зрения воздействия перенапряжений.

Выводы

1. Экспериментальные исследования выявили значительное влияние симметрирующей обмотки на параметры перенапряжений в трансформаторе.
2. Применение трансформаторов с симметрирующей обмоткой позволяет существенно снизить амплитуды перенапряжений в фазных обмотках и нейтрали трансформатора, а также улучшить условия работы и эксплуатации трансформатора.
3. Приведенные экспериментальные данные показывают преимущество применения трансформаторов с симметрирующей обмоткой в сельскохозяйственных сетях 0,4-10 кВ с характерной для них несимметрией нагрузок.

Список литературы.

1. Рыбаков Л.М. Методы и средства обеспечения работоспособности электрических распределительных сетей 10 кВ. М.: Энергоатомиздат, 2004. 422 с.
2. Важов В. Ф., Лавринович В.А. Техника высоких напряжений: курс лекций. Томск: Изд-во ТПУ, 2008. 112 с.
3. Сердешнов А., Протосовицкий И., Леус Ю., Шумра П.. Симметрирующее устройство для трансформаторов. Средство стабилизации напряжения и снижение потерь в сетях 0.4 кВ.// Новости электротехники. 2005. С. 69-71.

УДК 504.06:662.756.3

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ОСНОВНИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ БІОПАЛИВ

Болтянська Н.І., к.т.н.,
Болтянський О.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Автомобільний транспорт є одним з основних споживачів нафтопродуктів і залишиться головним споживачем моторних палив на період до 2040-2050 р. В найближчій перспективі очікується

збільшення споживання нафтопродуктів при приблизно постійних об'ємах їх виробництва і зростаючий дефіцит моторних палив [1,2].

Аналіз структури машинно-тракторного парку показує, що питома вага дизельних двигунів зростає. Така тенденція спостерігається як в розвинутих країнах світу, так і в країнах, що розвиваються. Це пояснюється як кращою паливною економічністю (до 30-35% в порівнянні з бензиновими), так і більшою пристосованістю до інших палив.

Дані особливості є дуже важливими у зв'язку із подорожчанням нафтопродуктів. Дослідження дизельних двигунів показали, що вони можуть працювати не тільки на дизельному паливі, але і на альтернативних його видах [3-5].

Проведений аналіз показав, що замінником дизельного палива можуть бути наступні види альтернативних палив для двигунів внутрішнього згоряння: спирти, ефіри, водень, водно-паливні емульсії, газові конденсати, газоподібні палива, тверді палива, рослинні олії (рис. 1).

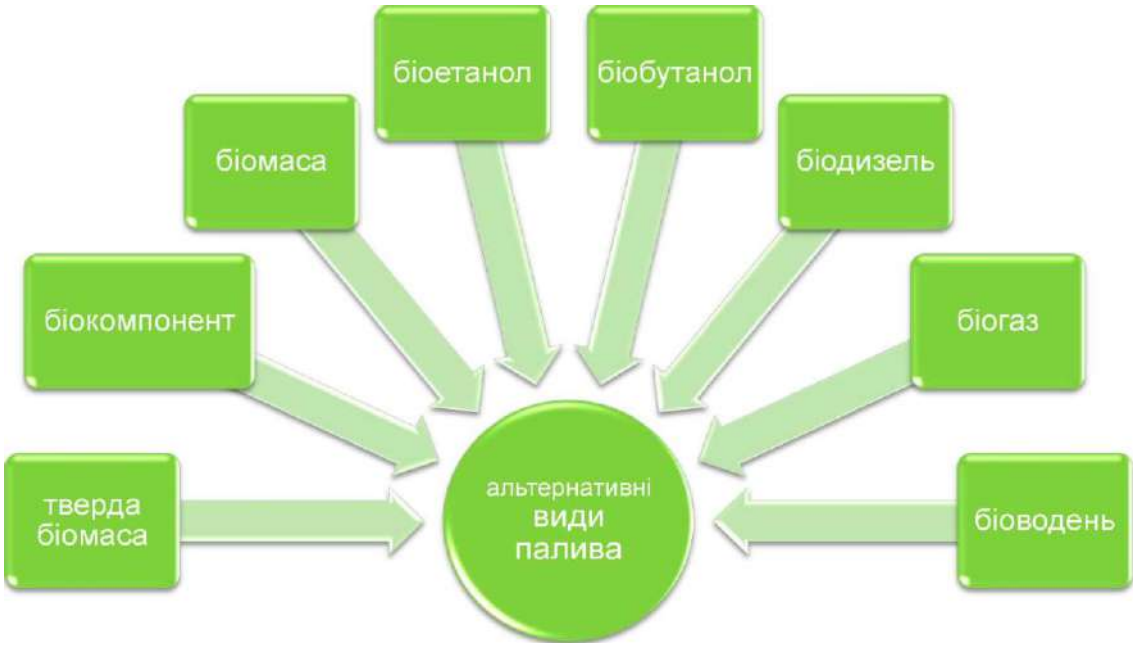


Рис. 1. Альтернативні види палива

Враховуючи особливості робочого процесу, найбільший інтерес представляють три останні.

Газові конденсати - є сумішшю різних фракцій, що википають в межах 70-330°С. Випробування дизелів з відповідним регулюванням паливної апаратури не виявили відхилень в їх роботі. Важливою особливістю є зниження до 10% димності та зменшення нагароутворень за рахунок меншого вмісту високо киплячих вуглеводнів. Відмічено також менше закоксовування розпилювачів

форсунок, кращі пускові якості в умовах низьких температур [6].

Однак, внаслідок невеликих родовищ в Україні газові конденсати не можуть стати одним із альтернативних видів палив.

Порівняно великі запаси *газоподібного палива* дозволяють розглядати його як замінник дизельного палива.

Основною проблемою застосування даного виду палива є його низьке цетанове число. Пуск холодного двигуна, робота в режимі холостого ходу та при невеликих навантаженнях практично неможливі. При використанні даного палива на дизельному двигуні необхідно встановити дві автономні системи: для дизельного палива (запальну) та для газоподібного палива (робочу). Частина запального палива повинна становити 7-18%.

Проведені дослідження показали, що в двигунах, які працюють на газоподібному паливі, витрата пального дещо збільшується на режимах часткового навантаження. Це пояснюється тим, що швидкість згоряння природного газу знижується із зменшенням частоти обертання колінчастого валу в зв'язку зі збільшенням коефіцієнта надлишку повітря.

Димність випускних газів при реалізації газо-дизельного циклу значно менша, ніж у звичайного дизеля. Особливо це характерно для режимів максимального крутного моменту і при перевантаженнях двигуна.

Для сільськогосподарських регіонів велике значення має можливість використання в якості палива для дизельних двигунів *біогазу.* Склад біогазу залежить від виду відходів і технології процесу бродіння. Основними його складовими є метан (до 70%) і діоксид вуглецю (до 30%) зі слідами сірководню, аміаку та інших сполук [7].

Останнім часом все більш широке розповсюдження отримують альтернативні біопалива. Інтенсивні роботи з переобладнання дизелів на біопаливо проводяться як в країнах з обмеженим енергетичним потенціалом, так і в країнах з великими запасами нафтової сировини, а також в високо розвинутих країнах, які мають фінансову можливість купівлі нафтових енергоносіїв.

Хімічний склад рослинних олій різноманітний: існує різниця не тільки між оліями різних рослин, але і між оліями однієї тієї ж рослини, причиною цього можуть бути – технологія вирощування, збирання та переробки.

Оскільки олії мають близьку до дизпалива самозаймистість і теплоту згоряння, то вони створюють йому хорошу альтернативу. Із багатьох відомих видів олій найбільш придатною для виробництва пального в Україні є ріпакова [8,9].

Існує декілька технологій використання біопалива для ДВЗ, виробленого з насіння ріпаку.

- Необроблена холодно-пресована олія. Аналіз опублікованих досліджень показує, що під час роботи дизельних двигунів на рослинних оліях з безпосереднім їх впорскуванням, в системі паливоподачі і на стінках камери згоряння утворюються смоло-лакові відкладення. Це призводить до збільшення витрати олії і прискореного зносу деталей циліндропоршневої групи. Щоб усунути даний недолік необхідно, щоб робочий процес відбувався при більш високих температурах.

Додаткове ускладнення зумовлюється надто високою в'язкістю ріпакової олії, яка приблизно у 15 разів перевищує відповідний показник дизельного палива. Щоб її використовувати необхідно певним чином модифікувати систему паливоподачі двигуна. Порівняно невисока температура застигання олії (мінус 2°С) викликає потребу в системі додаткового підігріву.

- Ріпакова олія холодного пресування з присадками. Шляхом додавання присадок до холодно-пресованої, фільтрованої з насіння ріпаку олії одержують паливо, яке придатне для використання у двигунах різних поколінь без конструктивних змін. В'язкість даного палива значно вища, ніж в'язкість дизельного пального, а його цетанове число при цьому, в свою чергу, вище ніж у необробленої олії.
- Ріпакова олія холодного пресування в суміші з дизельним паливом. Через надмірну густину і незадовільні фізико-хімічні властивості виникає проблема у приведенні даних показників до таких, що відповідають вимогам ДСТУ для палива, що використовується в дизельних двигунах. В даному випадку пропонується змішувати ріпакову олію з дизельним паливом. За таких умов можна дещо зменшити її незадовільні експлуатаційні властивості. На даний час співвідношення суміші ріпакової олії та дизельного палива рекомендується змінювати в широких межах від 0,75:0,25 до 0,25:0,75.
- Ріпаково-метиловий ефір (РМЕ). Важливою ознакою даного пального є те, що при його використанні паливна апаратура не потребує змін в конструкції. Однією із перешкод широкого впровадження РМЕ, як альтернативного пального для дизельних двигунів, є його нижча, порівняно з дизельним, якість за основними фізико-хімічними показниками.

Дослідження свідчать, що динамічна в'язкість РМЕ, порівняно з дизельним пальним, збільшується майже вдвічі, що призводить до зменшення кута розкриття струмини пального та збільшення далекобійності.

Внаслідок цього до 79% пального потрапляє на стінки камери згоряння, що зменшує частку об'ємного сумішоутворення і негативно впливає на процес згоряння. Фізико-хімічні показники залежать також і від якості ріпакової олії, тобто сортів та процесу переробки насіння ріпаку. Вищенаведені негативні показники можна зменшити, якщо

дане паливо виготовляти за строго визначеною технологією виробництва.

Біопаливо за дією на навколишнє середовище та здоров'я людини має великі переваги в порівняні з нафтовим дизельним паливом при зберіганні позитивного енергетичного балансу, а технічні показники відповідають стандарту на дизельне паливо Євро-5.

Список літератури.

1. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК».* 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

2. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК».* 2014. Вип.196, ч.1. С. 239–245.

3. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК.* 2015. Вип.212, ч.1. С. 275–283.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: наукове фахове видання*. Харків, 2019. Вип.199. С. 267-275.

5. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Використання нанотехнологій при безрозбірному сервісі автотракторної техніки. *Праці ТДАТУ.* 2011. Вип.11. Т.2. С. 97–102.

6. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. *Вісник ХНТУСГ імені П. Василенка*. 2009. Вип.89. С. 106–111.

7. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей ІІ Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання».* НУБіП. 2015. С. 54-55.

8. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

9. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

УДК 636.085.52

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ КОРМОВ

Кольга Д.Ф., к.т.н.,
Костюкевич С.А., к. с.-х. н.,
Назаров Ф.И.,
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Постановка проблемы. Установлено, что хозяйства указывают потери питательных веществ при силосовании кормов в приделах от 5 до 15%. Если проанализировать данные лабораторий по определению качества кормов, то видно, что общие потери питательных веществ достигают в среднем от 30 до 40 %. Согласно исследований немецкого ученого Циммера, потери питательных веществ при силосовании разделяют на 2 группы: неизбежные и устранимые [1, 2].

Неизбежные потери при силосовании кормов, к ним можно отнести потери от остаточного дыхания растений, брожение, вытекание соков, провяливание и др. представлены в таблице 1 [1].

Основные материалы исследования. После скашивания травы в ней еще работают растительные ферменты, и растения продолжают дышать. Эти потери заносим в таблицу 1.

Таблица 1

Неизбежные потери при силосовании

Процесс	Размер потерь, %	Причинные факторы
Остаточное дыхание	1–2	Растительные ферменты
Брожение	2–4	Микроорганизмы
Вытекание соков	5–7	Содержание влаги
Провяливание	2,5	Погода, техника, организация, культура работ

Как видим из данных таблиц, эти потери не велики, потери от брожения происходят вследствие работы микроорганизмов. Если уборка происходит в оптимальные сроки, потери обменной энергии могут быть равны нулю, тогда потери сухого вещества могут составлять от 0 до 30%. Вытекание соков и провяливание являются взаимоисключающими и суммарно неизбежными. Либо мы теряем питательные вещества со стоком жидкости из траншей, либо мы имеем

потери при подвяливании травы в поле, в последнем случае они меньше.

Устранимые потери определяются по технологическим операциям и зависят от человеческого фактора и приведены в таблице 2.

Таблица 2

Устранимые потери при силосовании кормов

Процесс	Размер потерь, %	Причинные факторы
Вторичное брожение	0–5	Кормовая культура для силосования, условие в силосохранилище, содержание сухого вещества.
Аэробное разложение после выгрузки	0–16	Способ выгрузки (без заезда или с заездом на траншею), климатические условия (сухая погода или осадки), достигаемая плотность.
Аэробное разложение при хранении	0–10	Продолжительность заполнения, плотность, тип силосохранилища, герметизация.

Анализируя данные таблиц можно сделать вывод, что неизбежные потери питательных веществ при силосовании составляют от 5 до 13% и могут быть сведены до 7%. Однако, устранимые потери питательных веществ при силосовании могут достигать до 40%.

Потери при заготовке силоса и в процессе хранения корма представлены на рисунке 1.

Анализ графика показывает, что снижение потерь питательных веществ при силосовании возможно за счет подвяливание зеленой массы. Только за счет этого приема корм получается с высоким содержанием сахаров, причем растворимых, образующихся за счет гидролиза полисахаридов. На сохранность сахаров влияет процесс брожения в провялиной массе вследствие того, что брожение останавливается раньше.

Заготовка кормов с влажностью до 65 % исключает появление масляной кислоты, поскольку маслянокислые бактерии не развиваются в данных условиях.

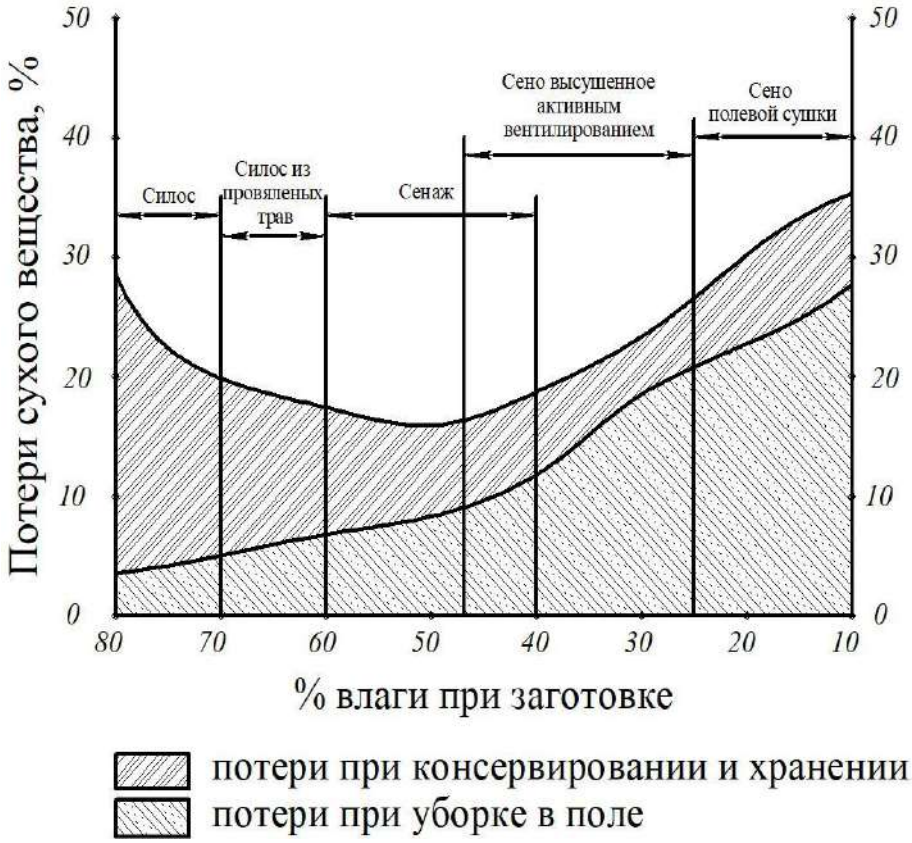


Рис. 1. Потери сухого вещества кормов из трав в процессе заготовки и хранения

При благоприятных условиях силосования подвяленой массы потери питательных веществ возможно сократить до 10–12 %. Но необходимо учитывать время нахождения зеленой массы в полевых условиях: если скошенная трава остается в поле больше 36 часов, то потери питательных веществ значительно увеличиваются.

Выводы. Таким образом, установлено, что силосование кормов при высокой влажности травяной массы (80–86%) способствует значительным потерям питательных веществ и появлению маслянокислого брожения, которое синтезируют масляную кислоту, снижает качество корма, его поедаемость животными, а также уменьшает содержание протеина во время хранения.

Список литературы

1. Ганущенко О.Ф., Бурмистров А.М. Эффективность заготовки различных травянистых кормов. *Белорусское сельское хозяйство*. 2002. № 9. С 45-47.

2. Попков Н.А., Ходаренок Е.П. Заготовка бобового силоса с применением биологического консерванта. *Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. РУП «Научно практический центр НАН Беларуси по животноводству»*. Жодино, 2007. Т.42. С. 349 – 351.

УДК 631.363:636.085

ПРИМЕНЕНИЕ КАВИТАЦИИ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Романович А.А., к.т.н.
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Постановка проблемы. Повышение продуктивности животных, снижение затрат на единицу продукции немыслимо без эффективного использования кормов. С целью стабилизации полноценного кормления животных в мировой практике все больше внимания уделяется концентрированным кормам. Однако переваримость зерна составляет 60–65 %, что явно недостаточно. Для увеличения усвояемости применяют различные способы обработки зернофуража. В настоящее время наиболее эффективными являются влаготепловые способы, среди них заслуживает особого внимания гидродинамический способ обработки зернофуража с использованием кавитации, так как он является наименее энергоемким [1].

Основные материалы исследования. В процессе обработки зернового материала в гидродиспергаторе обрабатываемая среда подвергается механическому и гидродинамическому (кавитационному) воздействиям. Явление кавитации возникает в жидкости при понижении в ней давления до предела, при котором происходят разрывы потока. Наступление кавитации характеризуется появлением мельчайших парогазовых пузырьков, которые при соответствующем развитии кавитации образуют в потоке кавитационные пульсирующие каверны – факелы кавитации.

Пузырьки захлопываются во время полупериодов сжатия, создавая кратковременные импульсы давления, с образованием точечных температур, способных разрушать даже весьма прочные материалы. Если кавитационные пузырьки замыкаются вблизи от твердого тела, то многократно повторяющиеся удары приводят к разрушению поверхности рядом находящегося твердого тела.

Импульсы давления, возникающие в кавитационных пузырьках, обусловливают также мгновенные разрывы микроорганизмов и простейших, находящихся на твердых предметах и в водной среде. Вода, получившая порцию энергии в виде серии возмущений давления, начинает постепенно нагреваться. Таким образом, можно утверждать, что при гидродинамической обработке зерна одновременно происходят три процесса: измельчение, смешивание и нагрев водно-зерновой массы.

Для переработки зерна в легкоусвояемую пастообразную массу был изготовлен экспериментальный гидродиспергатор, состоящий из емкости вместимостью 200 л, центробежного насоса

производительностью 25 м^3/ч, трубопроводов и кавитатора, выполненного в виде конического патрубка.

Конический патрубок предназначен для увеличения давления жидкости до порогового значения, после которого, попадая в область атмосферного давления (в емкость аппарата), парогазовые пузырьки начинают захлопываться, разрушая при этом зерновые компоненты смеси.

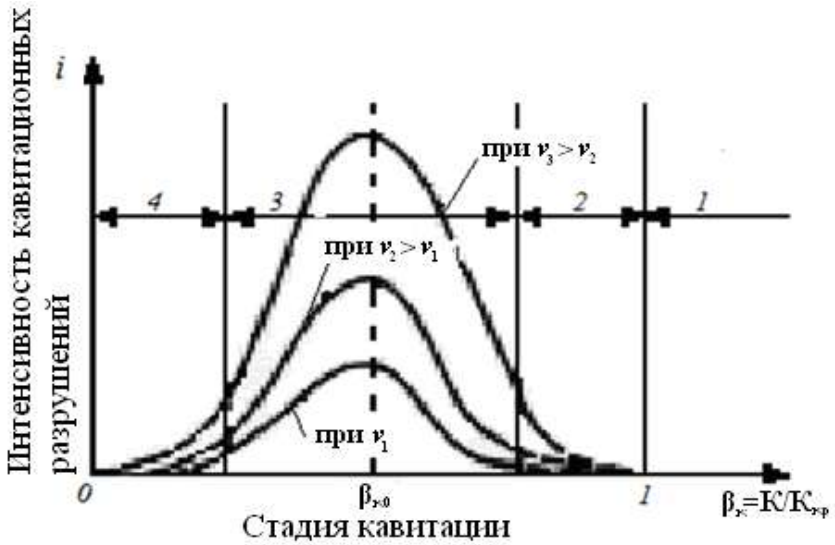
Параметром, характеризующим процесс, является степень развития (стадия) кавитации, которая характеризуется отношением

$$\beta_к = \frac{K}{K_{кр}}, \qquad (1)$$

где K– коэффициент кавитации в данных условиях работы;

$K_{кр}$– то же в условиях начала возникновения кавитации.

В зависимости от степени развития процесса различают начальную стадию кавитации, развившуюся кавитацию и суперкавитацию (рис. 1).



1 – бескавитационный режим; 2 – начальная стадия;
3 – развившаяся кавитация; 4 – суперкавитация

Рис. 1. Схематический график зависимости интенсивности кавитационных разрушений i от стадии кавитации $\beta = K/K_{кр}$

Соответствующие им значения β для плохообтекаемых тел лежат в следующих границах: начальная стадия – $0,7<\beta_к<1$,развившаяся – $0,15<\beta_к<0,7$, суперкавитация – $\beta_к>0,15$.

Кавитационные разрушения, их интенсивность зависят от формы и стадии кавитации, очертаний обтекаемого тела, содержания в воде воздуха, скорости потока, вида материала кавитируемого тела. При некотором значении $\beta_к = \beta_{к0}$ в стадии развившейся кавитации

возникают максимальные кавитационные разрушения. В начальной же стадии и в стадии суперкавитации разрушения существенно меньше или вообще могут отсутствовать, особенно при непродолжительных кавитационных воздействиях [2].

Коэффициент кавитации в данных условиях работы гидродиспергатора будет равен:

$$K = \frac{\frac{p_2 + p_а}{2} - p_{кр}}{\rho_п \left(\frac{v_{нас} \cos\alpha + v_{нас}}{2} \right)^2} = \frac{p_2 + p_а - 2p_{кр}}{2\rho_п v_{нас}^2 \left(\frac{\cos\alpha + 1}{2} \right)^2}. \quad (2)$$

где p_2 – давление в рабочей емкости гидродиспергатора, кПа;

$p_а$– атмосферное давление, кПа;

$p_{кр}$ – критическое давление, кПа;

$\rho_п$– плотность водно-зерновой смеси, кг/м^3;

$v_{нас}$– скорость потока, создаваемая насосом, м/с;

α – угол наклона боковой поверхности ускоряющего патрубка, град.

Значение параметра кавитации, соответствующее условиям возникновения кавитации, принято называть критическим и обозначать $K_{кр}$. Значение $K_{кр}$. будет различным в зависимости от видов неровностей, встречаемых потоком. В данном случае будет иметь место сужение трубопровода. Для неровностей такого вида (пространственных выступов) рекомендуется принимать $K_{кр}$=2sinα [3].

Выводы. В результате теоретических исследований получены аналитические зависимости для определения параметров кавитатора для гидродинамической обработки консервированного зернофуража, учитывающие физико-механические свойства сырья и конструктивные параметры установки.

Список литературы

1. Шестаков С.Д. Основы теории процессов и аппаратов кавитационнной дезинтеграции: дис. … д-р техн. наук: 05.20.01. М. , 2001. 128 с.

2. Справочник по гидросопротивлениям / Е.И. Идельчик. М.: Наука, 1992. 354 с.

3. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. М.: Машиностроение, 1971. 672 с.

УДК 631.223.2.018

ОЦЕНКА РОБОТИЗАЦИИ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА

Кузьмина Т.Н., ст. науч. сотр.
ФГБНУ «Росинформагротех»
tnk60@mail.ru

Постановка проблемы. Удаление навоза из стойл (станков) – наиболее трудоемкая операция на животноводческих фермах, которая оказывает влияние на обеспечение требуемого микроклимата, санитарное состояние ферм, сохранение здоровья животных и обслуживающего персонала [1]. Способы уборки навоза влияют на объем получаемой на ферме навозной массы, её физико-механические характеристики и эффективность использования в растениеводстве как органического удобрения, обеспечение охраны окружающей среды от загрязнений, суммарные затраты, связанные с его обработкой, хранением, транспортированием и внесением в почву [2].

Основные методы исследований. Методологическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых по данной проблеме. В процессе исследования использовались общие методы исследования – анализ и синтез. Информационную базу исследования составили информационно-аналитические материалы отраслевых отечественных научно-исследовательских институтов и зарубежных университетов.

Результаты исследований. Экологизация сельскохозяйственного производства, которая в последнее время стала приоритетным направлением его развития, требует снижения или исключения вредного воздействия на окружающую среду. Оценивая с этих позиций существующие способы уборки навоза из животноводческих помещений, следует признать, что механический способ удаления навоза помимо обеспечения высокого качества уборки не приводит к увеличению объема получаемой на ферме навозной массы и, следовательно, способствует снижению вредного воздействия на окружающую
среду [2].

Механический способ уборки навоза реализуется с помощью мобильных и стационарных устройств.

В России доля навоза, убираемого из помещений мобильными агрегатами, в общем объеме навоза не превышает 2,5…3,0%. Этот навоз не содержит ограничений по количеству и длине отдельных включений подстилки и позволяет получать высококачественный подстилочный навоз. За рубежом данная технология применяется

достаточно широко, в том числе при содержании животных на глубокой подстилке [3].

Стационарные технические средства (скребковые транспортеры, скреперные установки, шнеки и др.) обеспечивают качественную уборку как бесподстилочного навоза, так и с подстилкой в виде опилок, торфа, измельченной соломы, и применяются на всех типах ферм. При этом количество вносимой подстилки должно обеспечивать влажность навоза в пределах 85…92% и составлять 2…3 кг/сутки на одну условную голову. Процесс уборки навоза стационарными техническими средствами отличается высокими затратами труда на внесение подстилки и уборку навоза из стойл – до 29 чел.-ч/гол. в год [3].

Конструкция существующих механических стационарных средств уборки навоза (скребковые и штанговые транспортеры, скреперные установки и т.п.) обеспечивает удаление накопившегося в подпольном пространстве навоза, но не решает проблемы очистки навозных проходов в коровнике. Удаление навоза из навозных проходов коровника относится к тем видам работ, которыми часто пренебрегают из-за отсутствия у персонала достаточного рабочего времени.

Решение данной проблемы предлагается за счет применения роботов для очистки навозных проходов. В настоящее время за рубежом ряд производителей выпускают роботы для уборки навоза (табл. 1) [4].

Таблица 1

Роботы для уборки навоза зарубежных производителей

Марка робота	Наименование производителя	Интернет-адрес
SRone	GEAGroup	www.gea.com/global/de
RS-420/450	DeLaval AG	www.delaval.ch
Tech-200	Joz-Tech	www.joz.nl
Discovery	Lely	www.lely.com
PriBot	Prinzing Maschinenbau	www.prinzing.eu

Эти машины имеют компактную конструкцию и оснащены электроприводом с энергоснабжением от аккумуляторных батарей, программируемой системой управления и рабочим органом, в качестве которого чаще всего используется фронтальный поперечный скрепер (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

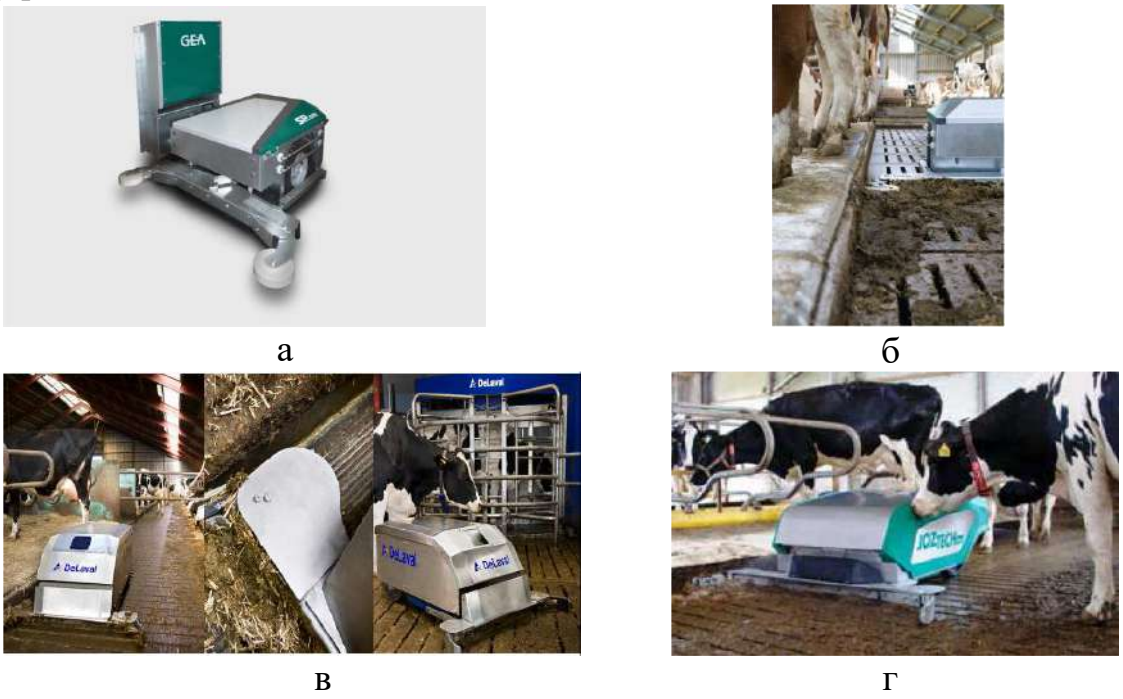
Технические характеристики роботов для удаления навоза из навозных проходов [2, 4, 5, 6, 7]

Параметры	RS 420	SRone	Lely Discovery
Производительность, $м^2$/ч (ширина скрепера, мм):			
данные производителя	396 (1200) 528 (1600)	-	536 (860)
результаты испытаний	375 (1200) 520 (1600)	-	690 (860)
отклонения	+5, 57%, +1, 48%	-	-22, 21%
Система ориентации в животноводческом помещении	Транспондер/ напольный сенсор	Сенсор (датчик) карт, вдоль направляющей шины	Горизонтальное направляющее колесо, кодирующее устройство, гироскоп, ультразвук
Максимальная продолжительность работы (движения) /время зарядки	18 ч/6 ч	18 ч/6 ч	4 ч (без промежуточной зарядки)/6 ч
Скорость, м/мин:			
холостого хода	4,0	3,0…5,0	10,8
при уборке	5,5		
Ширина скрепера, мм	1000…1900	1400/1700/2000	860
Габаритные размеры, мм	1430 х 703 х 640	1050 х 850 х 560	1285 х 860 х 575
Масса, кг	460	500	303

Информации об эффективности применения данных роботов нет, поэтому представляют интерес результаты исследований, проведенных учеными Технического университета (г. Мюнхен, Германия) в отношении оценки их преимуществ.

Для эффективной работы робота требуется проведение дополнительных операций, а именно: программирование и перепрограммирование новых маршрутов движения, очистка его оборудования и технический уход за ним, а также устранение неисправностей. Процесс еженедельной очистки оборудования робота занимает 2…5 минут (1,73…4,33 чел.-ч на один робот в год). Общие

работы по техническому уходу (за роботом) производятся через каждые 1…2 месяца, на что отводится 20 минут (2,0…4,0 чел.-ч на один робот в год). На программирование и перепрограммирование новых маршрутов (участков) в зависимости от опыта и размеров животноводческого помещения затрачивается от одного до нескольких часов. При оптимальном программировании редко возникают сбои и неисправности, которые бы требовали вмешательства самого фермера [4].



а б

в г

Рис. 1. Навозоуборочные роботы:
а, б – модель SRone компании «GEA Farm Technologies» (Германия); в – модель RS250 фирмы «DeLaval» (Швеция); г – модель JOZ-Tech фирмы «JOZ» (Нидерланды)[8]

Установлено, что 4…7% от годовых затрат труда приходятся на уход за боксами, внесение подстилки и удаление навоза при ручном или механизированном способе выполнения. Использование робота для удаления навоза сокращает временные затраты, которые требуются для очистки навозных проходов вручную или с помощью устройства, управляемого оператором. При этом продолжительность работы робота будет зависеть от длины прохода, количества криволинейных участков, ширины скрепера.

Как правило, робот чаще (от 3 до 10 раз) очищает проходы, чем оператор. Ученые Технического университета (г. Мюнхен, Германия) на основе своих исследований пришли к выводу, что наряду с экономией рабочего времени операторов на очистку навозных проходов, ее регулярность положительно сказывается на здоровье копыт животных, поскольку при использовании роботов эти зоны в большей степени поддерживаются в сухом и чистом состоянии. Чистое

состояние навозных проходов способствует чистоте боксов для отдыха коров, что, в свою очередь, способствует экономии рабочего времени, затрачиваемого в других отделениях коровника, например, в отделении дойки, поскольку затраты времени на очистку вымени коров перед их дойкой в значительной степени зависят от чистоты в боксах для отдыха. В итоге выявлено, что улучшение гигиенического состояния навозных проходов уменьшает возникновение заболеваний копыт животных, существенно влияющих на рентабельность производства.

Выводы. На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что несмотря на дополнительные затраты времени на подготовку роботов к работе (перепрограммирование, очистка и т.п.), их применение обеспечивает создание гигиенических условий, которые положительно влияют на здоровье животных и позволяют снизить затраты труда.

Список использованных источников

1. Федоренко В.Ф. Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 224 с.

2. Мишуров Н.М., Соловьева Н.Ф., Цой Ю.А. Роботизированные системы в сельскохозяйственном производстве: науч. аналит. обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 136 с.

3. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т., Спотару Ю.Ю. Развитие автоматизированных систем управления процессами уборки и подготовки навоза к использованию. *Вестник ВНИИМЖ*. М., 2014. №3. С. 139-144.

4. Haupt-und Nebennutzen von Entmistungsrobotern // *Schweizer Landtechnik,* 2016. №5. С. 26-27.

5. Роботизированный скрепер для удаления навоза SRone [Электронный ресурс]. URL: http://www.gea.com/ru/productgroups/farm-equipment/free-stall-alley-cleaner-systems/index.jsp?m=937 (дата обращения 24.03.2017).

6. SRone. Strong – agile – tireless for perfect barn hygiene: проспект компании «GEA Farm Technologies» [Электронный ресурс]. URL: http://www.gea.com/ru/productgroups/farm-equipment/free-stall-alley-cleaner-systems/index.jsp?m=937 (дата обращения: 24.03.2017).

7. Скрепер-робот RS250 компании «ДеЛаваль» [Электронный ресурс]. URL: http://www.delaval.ru/-/ProductInformation1/Manure/Products/Cleaning/Robot-alley-cleaning/DeLaval-robot-scraper-RS250/ (дата обращения: 04.04.2017).

8. Роботы для уборки навоза JOZ-Tech [Электронный ресурс]. URL: https://joz.nl/ru/slurry-robots (дата обращения: 04.04.2017).

УДК 631.3–192:662.63

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БІОПАЛИВА З НАФТОВИМ ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ

Латоша В.В., магістр
Науковий керівник: Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Біодизельне паливо може вироблятися на великих заводах і на маленьких господарських біодизельних установках за різноманітними технологіями з різних видів жирів. Проте, незалежно від цього виробник палива повинен гарантувати споживачу високу якість біодизелю, що забезпечить безвідмовну та ефективну роботу двигунів визначеної конструкції. В іншому випадку біодизель не зможе конкурувати на ринку з традиційним дизельним паливом, не враховуючи чисельні екологічні переваги. Тому саме стандартизація – є передумовою для успішного введення та проникання біодизелю на паливний ринок. В Україні з червня 2007 року введено в дію галузевий стандарт Міністерства аграрної політики на біодизель, розроблений Національним аграрним університетом, СОУ 24.14-37-561:2007 «Ефіри метилові жирних кислот для дизельних двигунів. Вимоги та методи оцінювання». Виходячи з умов використання та зберігання до палив традиційно ставлять такі вимоги: високі енергетичні характеристики та термодинамічні властивості продуктів згоряння; прогонність; оптимальна випарованість; надійне запалення та горіння з оптимальною швидкістю у камерах згоряння двигуна; висока стабільність в умовах зберігання та використання; нетоксичність; широка сировинна база, невисока вартість та доступність для одержання у великих масштабах [1,2].

Якісний біодизель відповідає вказаним вище вимогам і це підтверджено роками дослідів та експлуатації у багатьох країнах світу. Для визначення контрольних показників якості перші розробники взяли за основу стандарт на традиційне дизельне паливо і доповнили його специфічними для ефірів жирних кислот параметрами, що характеризують їхній склад та чистоту. У ЄС при розробці стандарту для вивчення характеристик FAME (метилові ефіри вищих жирних кислот) у 2001 році була створена програма “BIOSTAB” [2]. За її результатами був підготовлений європейський стандарт EN 14214:2003 „Автомобільні палива. – Метилові ефіри жирних кислот (FAME) для дизельних двигунів. – Вимоги та методи контролю.”

Переваги використання біодизелю: відновлюваність; енергетична ефективність; заміна нафтових дизельних палив; можливість

використання у існуючих дизельних двигунах без або із мінімальною модернізацією; зменшення емісії парникових і токсичних вихлопних газів; не токсичність, швидке біологічне розкладання; виробляється із вітчизняної сільськогосподарської сировини.

Порівняльний аналіз якості вихлопних газів традиційного і дизельного палива показав істотну перевагу останнього з екологічної точки зору. Зокрема кількість димних часток знизилась більш як на 50 %. Емісійні характеристики екодизеля підтверджують, що це прекрасне не забруднююче паливо, особливо у відношенні зниження колоїдних вуглеводних часток. Емісія оксидів сірки і ароматичних складових близька до нуля. Баланс CO_2 дорівнює нулю. Екологічна привабливість цього палива очевидна [3,4].

Біодизель має деякі властивості кращі як в мінерального дизелю, саме: значне зменшення емісії окису і двоокису вуглецю в порівнянні з дизельним паливом; біодизель має кращі мастильні властивості ніж дизель, тому зменшує зношуваність двигуна і продовжує термін його служби; при згоранні біодизеля вихлопні гази є білими, а не чорними як при згоранні дизелю; температура загоряння біодизеля є вищою ніж в дизелю, тому він є безпечнішим; біодизель має вище цетанове число ніж дизель, тому якість згорання палива є кращою; біодизель має значно нижчий вміст сірки, тому не завдає такої шкоди навколишньому середовищу; при попаданні в ґрунт чи воду, біодизель не завдає шкоди, тому що переробляється мікроорганізмами на протязі 3-4-х тижнів; біодизель може використовуватись в чистому виді (В100), або змішаним в будь-яких пропорціях з дизелем (В5, В10, В50 та ін.).

Біодизель також має деякі недоліки, котрі необхідно знати при користуванні біодизелем: біодизель має температуру замерзання на кілька градусів вищу ніж дизель, тому, при низьких температурах необхідно додавати до біодизеля добавки, понижуючі температуру замерзання, або змішувати його з “зимовим” дизелем в пропорціях 50:50; біодизель агресивно діє на натуральні резини та деякі еластомери (тигон, полівініл, поліамід та нітрил). Для уникнення пошкоджень, необхідно замінити вироби з таких матеріалів на такі, що не піддаються дії біодизеля (вітон, поліуретан), або використовувати суміші біодизеля В5–В30. Європейські та американські виробники двигунів, починаючи з середини 1990-х не використовують в своїх виробах матеріалів, що піддаються дії біодизеля. Біодизель як хороший розчинник, може вимити весь бруд, котрий осів в баку та трубопроводах до його застосування. Необхідно в перші місяці користування біодизелем періодично контролювати стан паливних фільтрів. Використання чистого РМЕ призводить до підвищення тиску впорскування до 25 % і робочої температури системи живлення. З хімічної точки зору, біодизель слабкий розчинник. Не бажаним є контакт дизельного біопалива із латунню, бронзою, міддю, свинцем,

оловом та цинком. Метилові естери жирних кислот сумісні не із всіма полімерними матеріалами, так вони агресивні до резини, поліпропилену та полівінілу [5]. У біодизеля підвищена сприйнятливість до розвитку мікроорганізмів.У РМЕ недостатня стійкість до низьких температур (нижче 7…10^0 С).

Таким чином, біодизельне паливо представляє інтерес як реальна перспектива часткової заміни нафтового дизельного палива, без необхідності створення нових інфраструктур заправних станцій і кардинальної зміни двигунів внутрішнього згорання. Економічний ефект від використання цього палива може скласти значну суму, а також дозволить значно скоротити шкідливі викиди в атмосферу.

Однією із основних проблем стандартизації біодизельного палива є комплексне формування методів визначення його показників якості. В той час, як для фізичних показників якості можна застосовувати відомі методики, що довгий час використовуються в Україні на недорогому та розповсюдженому обладнанні, більшість хімічних показників потребують впровадження нових спеціальних методик.

Список літератури.

1. Журавель Д. П. Обґрунтування методу прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на біопаливі. *Праці ТДАТУ*: наукове фахове видання. ТДАТУ. Вип. 12. т. 3. Мелітополь, 2012. С. 109-119.

2. Журавель Д. П. Моделювання енергетичного балансу трибосистеми сільськогосподарської техніки в середовищі змащувальних матеріалів. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Запоріжжя, 2013. Вип. 1. С. 126-132.

3. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Знос матеріалів в середовищі біопалив. *Праці ТДАТУ*. Вип. 10, т.2. Мелітополь, 2010. С. 77-90.

4. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2012. Вип. 12, т.2. С. 28-33.

5. Журавель Д. П. Особливості використання олив біологічного походження для мобільної техніки. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти: зб. наук. праць* / УВ МААО. Запоріжжя, 2014. Вип. 2. С. 157-165.

УДК 636.082.474.5-021.465

О МЕТОДАХ СОХРАНЕНИЯ ИНКУБАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ЯИЦ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

Кузьмина Т.Н.[1], ст. науч. сотр.
Зотов А.А.[2], канд. с.-х. наук
Кузьмин В.Н.[1], д-р эк. наук
[1]ФГБНУ «Росинформагротех»,
[2]ФНЦ "ВНИТИП" РАН
inkub@vnitip.ru, Tnk60@mail.ru

Постановка проблемы. Весь технологический процесс инкубации подчиняется требованиям получения высококачественного молодняка с сохранением генетически заложенного в яйце потенциала продуктивности. Появление новых высокопродуктивных кроссов птицы, интенсификация ее выращивания, основанная на высоком уровне компьютеризации и автоматизации процессов, свидетельствует о необходимости новых подходов к обеспечению качества инкубационного яйца [1-3]. Существующие технологии хранения яиц кур-бройлеров современных кроссов требуют доработки в отношении обеспечения способности эмбриона сохранять жизнеспособность и влияния на воспроизводительные качества инкубационных яиц. Немаловажная роль в этом отводится применению различных методов сохранения инкубационных качеств яиц.

Материал и методика исследований. Исследования основаны на анализе результатов научно-исследовательских работ ученых-практиков в области инкубации яиц сельскохозяйственной птицы, размещенных в открытых информационных источниках.

Результаты исследований и обсуждение. При необходимости удлинения сроков хранения яиц применяют специальные приемы сохранения их инкубационных качеств, такие как предынкубационный прогрев яиц, хранение яиц в среде, обогащенной озоном и другими газами, поворачивание яиц и т.п.

Метод продления сроков хранения путём периодического прогрева был разработан сотрудником ВНИТИП М.В. Орловым в 1948 году и в настоящее время рекомендуется как прием, сохраняющий инкубационные качества яиц [4]. Опыты, проведенные в Санкт-Петербургском ГАУ и НИИ животноводства [5] в г. Лелистад (Нидерланды), также подтвердили эффективность тепловой обработки: выводимость в зависимости от времени прогрева возрастала на 9,2 и 11,8% по сравнению с контрольной группой [6].

В методических наставлениях ВНИТИП [7] предлагается проводить длительное хранение инкубационных яиц, в среде,

обогащенной озоном. При контролируемом озонировании воздуха обсеменённость скорлупы яиц микроорганизмами снижается в 2-7 раз, не наблюдается развитие плесени. При этом срок хранения инкубационных яиц может быть продлен до 10-15 дней [8] Таким образом, при обработке яиц озоном достигается 92-98% - й эффект дезинфекции, повышается вывод молодняка и его сохранность на 0,8-2,0%. В другом источнике [9] сообщается о том, что выводимость в результате обработки озоном повышается на 10%

В прошлом столетии за рубежом проводились исследования по определению приемов, максимально сдерживающих процесс биологического старения яиц, путем оптимизации условий их хранения (табл. 1) [10].

Таблица 1

Результаты исследований хранения яиц в различных газовых средах

Авторы	Год	Результат
Becker W.A. и др.	1968	Установлено, что снижение pH белка до 7,6 перед закладкой на инкубацию не улучшало выводимость, а даже снижало.
Walsh T.J. и др.	1995	Хранение яиц в CO_2 в течение 7 суток снижало выводимость, а в течение 14 - повышало. При недельном хранении в CO_2 качество белка не снизилось в достаточной мере. При более длительном хранении наличие CO_2 положительно влияет на качество белка.
Смит А. и др.	1931	Для поддержания pH белка на уровне свежеснесенного яйца необходимо хранить яйца в атмосфере, содержащей 2-3% CO_2 при 0^oC и 3-4,5% CO_2 при комнатной температуре.
Романов А.	1959	Повышение pH белка связано со снижением его качества и повышает раннюю эмбриональную смертность.
Брейк Д. и др.	1993	Повышение ранней эмбриональной смертности может быть связано с отсутствием периода хранения яиц. Белок свежих яиц является препятствием для диффузии газов, что приводит к гибели эмбрионов.

Состав газовой среды при хранении яиц является не менее важным, чем другие параметры (температура, влажность, скорость движения воздуха), но по этому вопросу в литературе существует много противоречивой информации. Кроме этого, отсутствует детальное описание количественных и качественных изменений, которые происходят в яйце при хранении в воздухе с различным газовым составом [10].

Для повышения вывода цыплят и снижения их постэмбриональной смертности проводятся исследования влияния других физических факторов, таких как ультрафиолетовое облучение, аэроионизация, магнитные поля, гамма-лучи, лазерное облучение и т.д. Предложен ряд способов обработки яиц перед инкубацией, в частности жидкостью (омагниченной водой, диоксином, БАВ); парами растворов

химических веществ (меди, цинка, магния, кобальта); физическим полем с различной длиной волны (малые дозы гамма-облучения, обработка когерентными лучами, радио- и лазерное облучение, воздействие электрическим полем промышленной частоты и электромагнитным полем УВЧ- и СВЧ-диапазонов).

Для оценки стимуляции развития биологических объектов под воздействием магнитных полей постоянной напряжённости учёные Омского государственного технического университета совместно со специалистами ЭПХ Сибирского НИИ птицеводства в течение ряда лет проводили исследования [11]. До инкубации яйца кур мясного кросса «Сибиряк» определённое время находились в магнитном поле. Контролем служили партии необработанных яиц. Напряжённость магнитного поля меняли в пределах 50–250 кА/м, число импульсов — от 1 до 6, длительность импульсов — от 0,01 до 1 с, интервал между соседними импульсами выдерживали в пределах 0,5–1,0 секунды. Воздействие на инкубационные яйца магнитного поля уже на первом этапе исследований показало положительные изменения (табл. 2)

Таблица 2

Результаты воздействия магнитного поля на инкубационные яйца

Этапы	Уменьшилось	Увеличилось
1 этап		
Отход в виде кровяных телец	на 0,3-0,6%	-
Число замерших эмбрионов	на 0,9-1,4%	-
Задохлики	на уровне контроля	-
Выводимость	-	на 1,5-2,1 %
2 этап		
Отход в виде кровяных телец	на 0,4–1,4%	-
Число замерших эмбрионов	на 1,4–2,5%	-
Задохлики	на 1,5–1,8 %	-
Выводимость	-	на 3,2–5,4 %

Последующее развитие молодняка и продуктивные качества кур кросса "Сибиряк" подтвердило положительное влияние обработки инкубационных яиц магнитным полем (табл. 3).

Результаты проведённых исследований позволяют сделать следующие выводы: установленный оптимальный режим воздействия постоянного магнитного поля на инкубационные яйца перед закладкой повышает их выводимость на 4,5%; воздействие постоянного магнитного поля определённых параметров на яйца перед инкубацией не оказывает негативного влияния на продуктивные качества кур.

Таблица 3

Результаты инкубации яиц после действия на них магнитного поля [12]

Показатели	Группа		+/-
	контрольная	опытная	
Выводимость яиц, %	86,3	90,6	+4,3
Живая масса молодняка в 6 недель, г	1080	1134	+ 54
Сохранность с учетом выбраковки, %:			
молодняка до 16 недель	88,0	87,6	-0,4
взрослой птицы	99,2	98,3	-0,9
Яйценоскость кур за период 180-280 дней, шт.	69,6	68,7	-0,9
Масса яиц, г:			
32 недель	58,6	59,6	+1,0
36 недель	62,1	62,8	+0,7
Выход инкубационных яиц от кур в 32 недели, %	85,5	87,4	+1,9
Оплодотворенность яиц в 36 недель, %	96,7	98,9	+2,2

На базе Великолукской государственной сельскохозяйственной академии были выполнены исследования по воздействию температурных режимов и биологически активных веществ (БАВ) на эмбриональное развитие кур. Объектом исследования послужили яйца кросса «Хайсекс коричневый». Эксперимент позволил сделать выводы о том, что различные температурные режимы инкубации и применение БАВ положительно влияют на эмбриональный рост, сокращают смертность эмбрионов, увеличивают вывод цыплят: максимальный вывод превосходил контроль на 1,7%. Также отмечено уменьшение числа слабых цыплят и повышение сохранности в течение 10 исследуемых суток после инкубации. Полученные данные при разработке режимов инкубации свидетельствуют о том, что необходимо учитывать стимулирующее влияние температуры и БАВ на эмбриональное развитие кур.

Положительное влияние НКИ (низкоинтенсивное когерентное излучение, синоним НИЛИ – низкоинтенсивное лазерное излучение) на биологические процессы было установлено в результате исследований, проводимых в СССР и за рубежом [12, 13].

Учеными тамбовского государственного университета были проведены исследования, целью которых было изучение влияния разных режимов и времени экспозиции НКИ на успешность выводимости гусят и цыплят. Работа выполнялась на базе ООО «Племенной птицеводческий завод «Арженка» (Тамбовская область, г. Рассказово). Материалом для исследования послужили яйца гусей

крупной степной породы типа «Тамбовский степной» и кур яичного кросса «Хайсекс коричневый».

Результаты исследования показали [16], что воздействие на гусиные яйца НКИ при мощности 0,3 Вт/м^2 и времени экспозиции в 60 и 240с увеличивает выводимость птенцов на 13,2 и 6,8 %, соответственно, по сравнению с контрольной группой. Изменение плотности мощности потока излучения с 0,3 до 1,8 Вт/м^2 не показало значимой разности в количестве вылупившихся гусят. Гораздо большее влияние на успешность инкубации оказывало время экспозиции воздействия НКИ. Облучение гусиных яиц низкокогерентным лазерным светом на 5-е сутки инкубации при любом времени экспозиции приводило к уменьшению выводимости птенцов. Анализ вылупившихся гусят показал, что между массой птенцов в контроле и при экспозиции 240 с достоверных различий не обнаружено. Воздействие на куриные яйца НКИ при мощности потока 0,3 Вт/м^2 и времени экспозиции в 30 и 120 с увеличило выводимость птенцов на 5,7 и 7,6 %, соответственно, по сравнению с контрольной группой. Сравнение успешности инкубации гусей и кур при плотности мощности потока 0,3 Вт/м^2 не показало значимых различий при любом времени экспозиции.

Проведенные исследования, показали, что использование лазерных технологий в птицеводческих хозяйствах может способствовать увеличению продуктивности производства, сократить падеж и заболеваемость птиц. В значительной степени может снизиться применение химических добавок и медицинских препаратов, которые ослабляют иммунитет птиц.

Выводы. Несмотря на разработку различных методов сохранения инкубационных качеств яиц на основе влияния различных биологических, физических, химических факторов широкое распространение ни один их них не получил. Такая ситуация является следствием не только слабой теоретической базы и конкурентной борьбой на рынке агротехнологий, но и отсутствием сведений о сравнительных испытаниях предлагаемых методов повышения качества инкубационных яиц. Разрабатываемая подпрограмма «Создание отечественного конкурентоспособного мясного кросса кур бройлерного типа», в которой планируется проведение фундаментальных, поисковых и (или) прикладных научных исследований и экспериментальных разработок в соответствии с комплексным планом научных исследований (КПНИ) включает блок "Технологии инкубации яиц". По нашему мнению, в нем необходимо предусмотреть исследования методов физического, биологического, химического и др. воздействий на выводимость яиц бройлеров, провести сравнительные испытания и создать условия для внедрения их на производстве.

Список использованных источников

1. Маринченко Т.Е., Кузьмина Т.Н., Горячева А.В Перспективы мясного птицеводства России. В сб.: науки. *Сборник II Национальной (всероссийской) конференции.* 2019. С. 323-326.

2. Маринченко Т.Е., Кузьмина Т.Н. Перспективы модернизации и интенсификации бройлерного птицеводства России. В сб.: *Наука, производство, бизнес: современное состояние и пути инновационного развития аграрного сектора на примере Агрохолдинга "Байсерке-Агро". Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного деятеля Республики Казахстан Досмухамбетова Темирхана Мынайдаровича. Национальная инженерная академия РК*. Алматы, 2019. С. 106-111.

3. Гусев В.А., Зазыкина Л.А., Скляр А.В., Кузьмина Т.Н. Организация и технические обеспечение производства мясных кроссов кур// *Техника и оборудование для села*. 2018. № 4. С. 28-33.

4. Кузьмина Т.Н., Зотов А.А. Инновационные технологии инкубации яиц птицы с автоматическим контролем критических параметров: науч. аналит. обзор. М. ФГБНУ "Росинформагротех", 2019. 92 с.

5. Царенко П.П., Васильева Л.Т. Биологическое обоснование режимов хранения яиц// *Птицеводство*. 2016. №11. с. 29-34.

6. Лоуренс С. Снижение потерь при инкубации // Сельскохозяйственный вестник. 2002. №3. С.15-16.

7. Технология инкубации яиц сельскохозяйственной птицы: метод. наставл. Сергиев Посад, 2014. 84с.

8. Дезинфекция инкубационных и пищевых яиц озоном. [Электронный документ]URL: https://pandia.ru/text/80/660/98515.php.

9. Ваньев Е.В., Кожухов В.А. Применение ультрафиолетовой и озонной технологий в птицеводстве. *Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века*. 2017. № 9. С. 114-121.

10 Способ оптимизации хранения яиц перед инкубацией и не только. URL: http://pticevodstvo.blogspot.com/2014/06/hranenie-jaic-pered-inkubaciej.html?m=1.

11. Добренко А., Хвосторезов П. Предынкубационная обработка яиц кур в постоянном магнитном поле. *Птицеводство*. 2011. №3.С.2-3.

12. Klein E., Fine S. The biological aspects of laser radiation // *Am. Chem. Soc.: Abstracts of the 14 the Meeting.* Detroit, 1965. P. 5-9.

13. Ларюшин А.И., Илларионов В.Е. Низкоинтенсивные лазеры в медико-биологической практике. Казань, 1997.

14. Скрылева Л.Ф., Микляева М.А., Анисимов А.Г., Дегтярева Р.А., Микляева А.С., Родимцев А.С. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на успешность инкубации яиц сельскохозяйственных птиц. *Вестник ТГУ*, т.19, вып.5, 2014. С. 1466-1469.

УДК 621.311

СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ – ШЛЯХ ДО СТВОРЕННЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕКОНОМІКИ

Бурцева С.О., магістр
Нуковий керівник Постол Ю.О., доцент, к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Одним з компонентів побудови «зеленої» економіки та підготовки інституціональних передумов стійкого розвитку суспільства є створення та функціонування ієрархічної системи енергетичного менеджменту (СЕнМ) [1-3].

Задачі, методи та рушійні сили кожної сходинки ієрархії можуть мати багато спільного між собою, але також являються специфічними тільки для даної сфери діяльності. Актуальними є питання побудови системи енергетичного менеджменту, які створюються на основі міжнародного стандарту ISO 50001 на промислово – виробничих об'єктах [4].

Основні матеріали дослідження. Енергоменеджмент існує тільки там, де здійснюється процес енерговикористання – видобутку, виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання енергії, тобто дія з різними видами і формами енергії. Необхідно визначитися з об'єктом діяльності, де функціонує енергоменеджмент, його рамки і границі. Під об'єктом діяльності розуміють такий об'єкт, де здійснюється, принаймні, один, декілька або усі процеси енерговикористання та цей об'єкт розглядається як поле дій для енергоменеджменту.

Важливим етапом існування енергоменеджменту є формування та формалізація його цілей – метоутворення. Досягнення встановлених цілей з позиції енергоменеджменту в значній мірі залежить від ефективності енергетичних ресурсів, енергетичного обладнання, енергетичних мереж и роботи персоналу, який зайнятий у сфері енерговикористання.

Основна мета енергоменеджменту – досягнення високої енерго-ефективності господарювання при найкращому використанні людського і ресурсного потенціалу об'єктивної діяльності та мінімальному негативному впливі його на оточуюче середовище. Для досягнення цієї мети необхідна чітка стратегія, тактика, а також конкретна програма дій [5,6].

Місія енергоменеджменту – це один з найголовніших факторів існування об'єкту діяльності, яка полягає у задоволенні потреб об'єкту діяльності в енергетичних ресурсах, їх ефективного використання та

уявлення відповідних послуг для забезпечення основної місії об'єкту діяльності при мінімальному негативному впливу на оточуюче середовище, що відповідає принципам «зеленої» економіки.

Стратегія енергоменеджменту – це довгострокове направлення дій суб'єктів енергоменеджменту, зайнятих у сфері обслуговування процесів енерговикористання об'єкту діяльності.

Стратегія пропонує розробку політики, концепції, які містять методи і міри для здійснення енергоменеджменту, які розробляються за допомогою:

- оцінки і аналізу зовнішнього середовища об'єкту діяльності;
- діагностичного аналізу внутрішнього середовища об'єкту діяльності;
- розробки і аналізу стратегічних альтернатив;
- вибору найкращого варіанту стратегії;
- оцінки стратегії відносно головної цілі організації;
- реалізації стратегії у вигляді програм та бізнес – планів.

Тактика енергоменеджменту – це система мір для реалізації стратегії енергоменеджменту у визначені проміжки часу господарювання об'єкту діяльності. Її призначення – це оперативне керування по досягненню цілей енергоменеджменту в ті або інші періоди життєвого циклу об'єкту діяльності у рамках сумісної концепції «зеленої» економіки.

Процесний аспект енергоменеджменту полягає в тому, що спеціально підготовлені люди обстежують об'єкт діяльності, встановлюють цілі та задачі, забезпечують досягнення останніх за допомогою планування, впровадження і контроля через ефективне керування енергоресурсами та людьми.

Функціональний аспект енергоменеджменту передбачає виконання наступних функцій в процесі керування енерговикористанням: метоутворення, планування, організацію, координування, облік, контроль, аналіз, навчання.

Енергетичний менеджмент є методологічною наукою з практичним інструментом та має таке визначення:

- здійснення процесу утворення енерговикористанням, а саме – метоутворення, планування, організація, координування, облік і контроль для оптимального використання усіх видів та форм енергії та ресурсів при доцільному забезпеченні потреб людини;
- керівництво персоналом, який займається керуванням енерговикористання для досягнення більш високого рівня енергоефективності, базуючись на матеріальних фінансових ресурсах об'єкту енерговикористання.

Незалежно від об'єкту при створенні системи енергетичного менеджменту, передбачаються наступні складові (див. рисунок):

- менеджмент енергетичних даних;

- менеджмент енергопостачання (процеси, документи та дії, пов'язані з енергопостачальними компаніями);
- менеджмент енергетичних проектів, які націлені на підвищення енергоефективності.

Рис. 1. Інтеграція системи енергоменеджменту у загальну структуру менеджменту організації

Аналіз існуючих систем енергоменеджменту показує, що у розвинених країнах світу накопичений суттєвий досвід у створенні та впровадженні систем енергетичного менеджменту на промислових підприємствах і в муніципалітетах. Були створені Національні, Європейські та Міжнародні стандарти ISO 50001, які ефективно впроваджуються у всьому світі [7, 8].

Опит впровадження СЕнМ в Україні розпочався з прийняття першого в СНГ Закону про енергозбереження України у 1994 році. Створення Державного комітету з енергозбереження та регіональних центрів енергоменеджменту.

Результати та висновки. Досвід міжнародних донорських організацій з реалізації проектів і практичного впровадження СЕнМ у промисловість і муніципалітети представлені успішними результатами даних проектів (ЕС, США, Японії, Німеччини, ЮНІДО). В Україні є підприємства промисловості та муніципального сектору, які пройшли процедуру впровадження систем енергоменеджменту та мають Міжнародні сертифікати відповідності стандарту ISO 50001.

Робота у цьому напрямку ведеться постійно, та кількість підприємств які мають сертифікати міжнародного зразка зростають з

кожним роком. Надалі розробляються плани по подальшій діяльності в області створення серії Стандартів ISO 5000х.

Список літератури.

1. Праховник А.В. Щодо формування систем енергетичного менеджменту. *Українські технології.* Львів, 2009. С. 390-400.

2. Кукис В. С., Романов В. А., Постол Ю. А. Двигатели Стирлинга вчера, сегодня, завтра. *Ползуновский альманах*. 2009. № 3, т. 1. С. 93–98.

3. Праховник А.В., Штогрик Е.А. Введення в енергетичний менеджмент. К : НТУУ «КПІ», 2010. 272 с.

4. Іншеков Е.Н. Внедрение систем энергоменеджмента. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2014. №8, С.90-93.

5. Постол Ю.О., Мамонтов Р.В. Міжнародні стандарти у сфері енергетичного менеджменту та енергоаудиту. *Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів: матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції молодих учених, магістрантів та студентів за підсумками наукових досліджень 2018 року.* Мелітополь, ТДАТУ, 2019. Вип. VI. С.11-14.

6. Кесарийский А.Г., Постол Ю.А., Сатокин В.В. Исследование деформирования резьбового соединения головки и блока цилиндров поршневого двигателя. *Двигатели внутреннего сгорания*. 2010. № 1. С. 51 – 53.

7. Постол Ю.О., Закревський Д. Реалізація політики з енергозбереження. *Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів: матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції молодих учених, магістрантів та студентів за підсумками наукових досліджень 2018 року*. Мелітополь, ТДАТУ, 2019. Вип. VI. С.17-20.

8. Постол Ю.О., Власенков О.А. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності. *Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів: матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції молодих учених, магістрантів та студентів за підсумками наукових досліджень 2018 року*. Мелітополь, ТДАТУ, 2019. Вип. VI. С.6-9.

УДК 662.756.3

РЕЗУЛЬТАТИ ОБРОБКИ БІОПАЛЬНОГО НВЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ХВИЛЯМИ

Риженко О.І., студент,
Струков В.С. студент,
Кушлик Р.В., к.т.н., доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Збільшення цін на нафтопродукти через зменшення запасів нафти в нафтових родовищах впливає на здороження світлих нафтопродуктів і як наслідок здороження виробництва сільгосппродукції. Через зростання попиту на нафту у світі буде безперервно зростати її вартість і дефіцит, який до 2025 р. досягне 16 млн. барелів [1]. Це обумовлює необхідність в пошуку заміни продуктам переробки нафти, або змішуванню нафтопродуктів з іншими інгредієнтами, наприклад рослинного походження.

Проведений аналіз різних видів альтернативних палив показав, що для України найбільш перспективним є застосування сумішевого пального, яке складається із метилового ефіру ріпакової олії (МЕРО) і дизельного пального (ДП) [2–4].

Згідно державних стандартів України можливе додавання об'ємної частки метилових/етилових естерів жирних кислот (МЕЖК) в дизельне пальне складає не більше 7%. Як показує практика, при зростанні МЕРО у ДП більше 7%, в'язкість біопального значно підвищується. Унаслідок цього відбувається коксування паливної апаратури, зниження потужності дизельного двигуна і зростання витрат ним пального [5, 6].

З огляду на це, розроблення пристроїв, які б забезпечували зменшення в'язкості біопального, до складу якого входить більше 7% МЕРО є актуальним напрямом наукових досліджень.

Основні матеріали дослідження.

Для дослідження були вибрані наступні види дослідних палив:

- товарне мінеральне дизельне паливо Л-0,2-62;
- ріпако - метиловий ефір;
- дизельне сумішеве пальне, яке складається із суміші мінерального дизельного пального і МЕРО в процентному відношенні 90% ДП+10% МЕРО, 80% ДП+20% МЕРО, 70% ДП+30% МЕРО, 60% ДП+40% МЕРО, 50% ДП+50% МЕРО не оброблених і оброблених НВЧ електромагнітними хвилями на частоті 2,45 ГГц.

Загальний вигляд експериментальної лабораторної установка для обробки сумішей мінерального дизельного пального і МЕРО представлено на рис. 1.

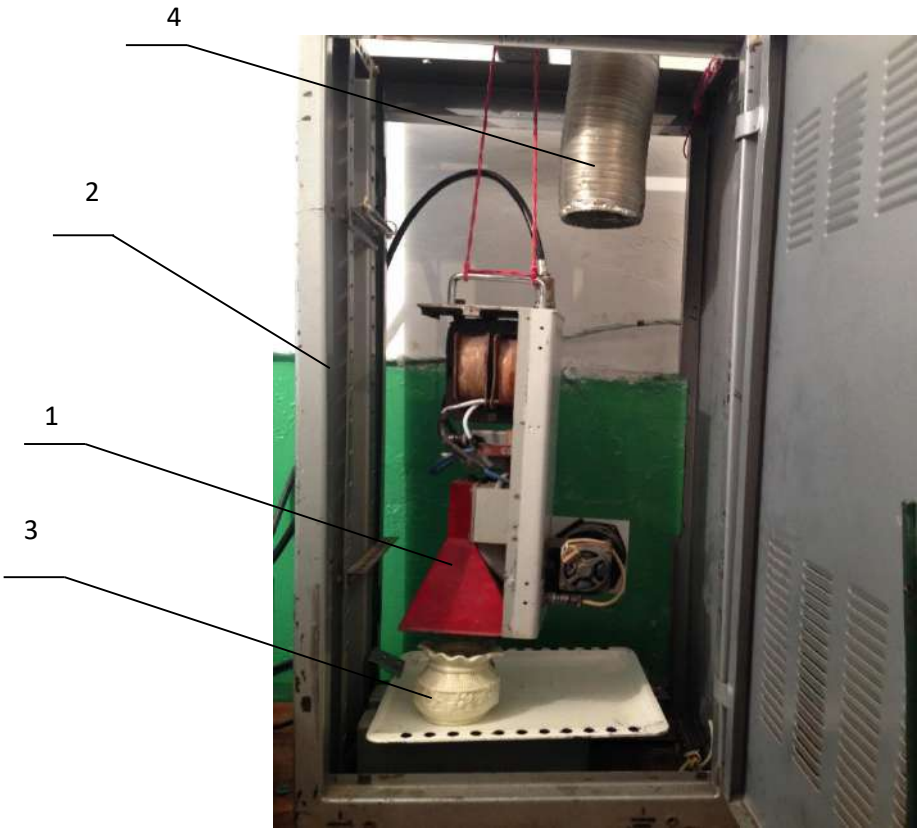


Рис. 1 Загальний вигляд експериментальної лабораторної установки для обробки сумішей мінерального дизельного пального і МЕРО НВЧ електромагнітними хвилями: 1– НВЧ модуль, 2 – захисний кожух, 3 – ємність для обробки сумішей дизельного пального і МЕРО, 4 – витяжка

Методика НВЧ обробки сумішевого біопального заключалась в наступному: в ємність 3 заливається одна із приготовлених проб біопального, включається витяжка 4, з дистанційного пульта керування подається напруга на НВЧ модуль 1, який знаходиться в захисному кожусі 2, включається секундомір для підрахунку тривалості обробки, яка складає 5, 10, 15 хвилин, після одного із зазначеного часу натискують кнопку «стоп», при цьому обробка контрольної проби закінчується. Вимірюється температура нагрівання проби. Оброблена проба охолоджується до температури 20°С і проводяться вимірювання в'язкості і густини біопального.

На рис. 2 представлено отримані дані по температурі нагрівання сумішей дизельного пального і МЕРО в залежності від часу обробки НВЧ електромагнітним полем при потужності обробки 900 Вт.

Аналіз даних рис. 2 свідчить, що чим більша частка МЕРО в пробах дизельного пального і часу нагрівання сумішок, тим більшою стає їх

температура. Наприклад, при обробці сумішей ДП і МЕРО протягом 5 хв. температура зразків знаходилась в діапазоні 82−98 ºС, 10 хв. – 121−149 ºС і 15 хв. – 152−172 ºС.

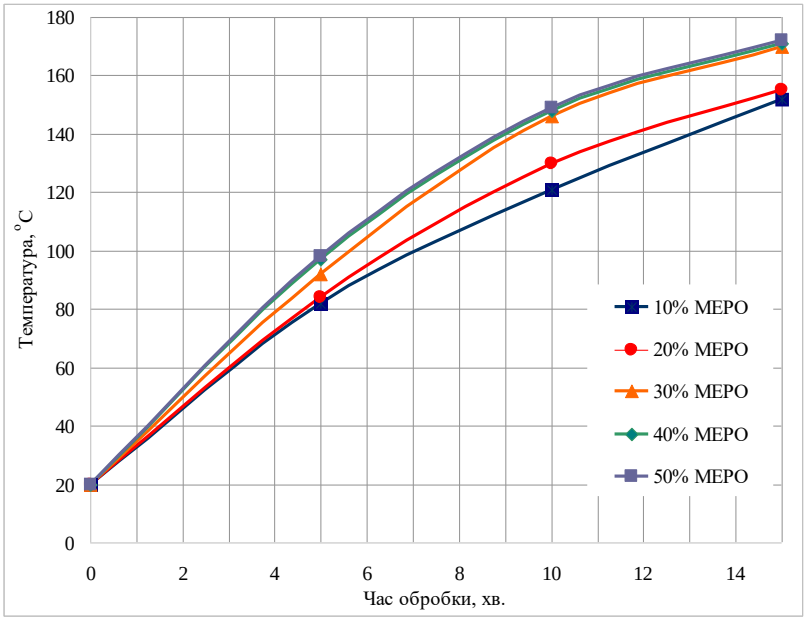


Рис. 2 Залежності температури суміші ДП і МЕРО від часу обробки

Результати визначення в'язкості сумішевого біопального, обробленого НВЧ електромагнітними хвилями протягом 5 хвилин у відповідних пропорціях від часу спостерігання, представлені на рис. 3.

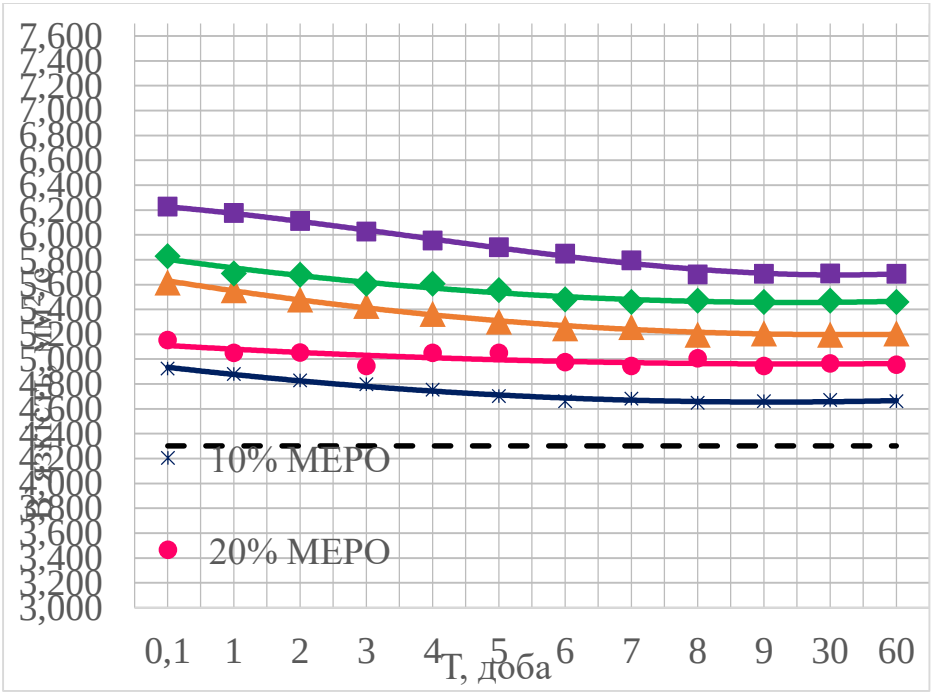


Рис. 3 Залежності в'язкості сумішевого біопального від часу спостерігання після обробки НВЧ електромагнітними хвилями протягом 5 хвилин

Слід звернути увагу на те, що після обробки суміші 1 (10%

МЕРО) протягом 5 хвилин в'язкість пального зменшилась на 5,2% по відношенню до необробленого зразка. У суміші 2 (20% МЕРО) цей показник зменшився на 4,9%, у суміші 3 (30% МЕРО) – на 6,8%, у суміші 4 (40% МЕРО) – на 14,6% і у суміші 5 (50% МЕРО) – на 18,8%.

На рис. 4 представлено залежності встановленої (кінцевої) в'язкості від концентрації МЕРО в сумішевому біопальному, обробленого НВЧ електромагнітними хвилями протягом 5, 10 і 15 хвилин.

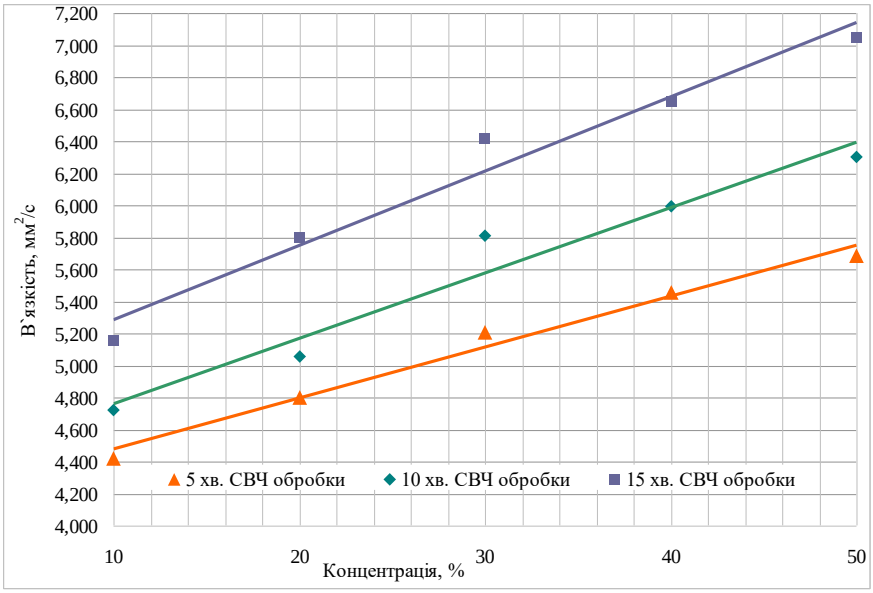


Рис. 4 Залежності кінцевої в'язкості біопального від концентрації МЕРО

На рис. 5 представлено залежності густини біопального від концентрації МЕРО в дизельному пальному до обробки і після оборки НВЧ електромагнітними хвилями на протязі 5, 10 і 15 хвилин через 0,1 добу спостерігання.

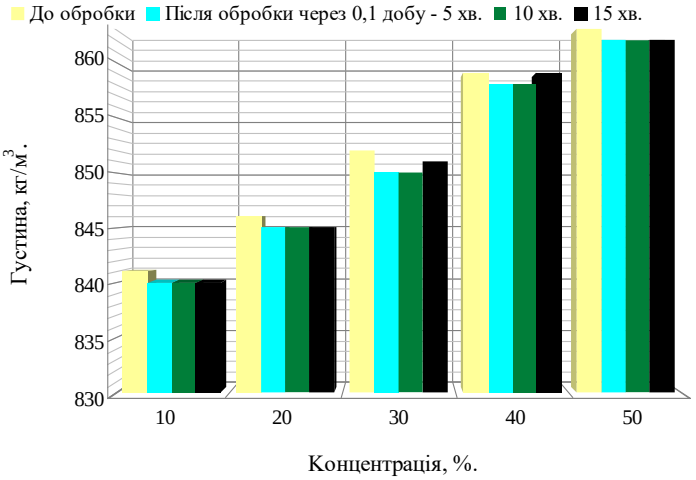


Рис. 5 Залежність густини біопального від концентрації МЕРО в дизельному пальному до обробки і після оборки НВЧ електромагнітними хвилями на протязі 5, 10 і 15 хвилин через 0,1 добу.

Як можна бачити з рис. 4 досліджувані залежності мають лінійний характер. Причому, збільшення часу обробки сумішевого пального впливає на зміну кінцевої в'язкості.

Аналіз даних досліджень показує, що після обробки біопального густина всіх сумішей знизилась в середньому від 1 кг/м^3 до 2 кг/м^3. Проте на протязі 7 діб спостерігання густина всіх оброблених проб зрівнялась з густиною сумішей до обробки НВЧ електромагнітними хвилями.

Висновки. Аналізуючи дані результати, необхідно відзначити, що по відношенню до необроблених зразків в'язкість оброблених зразків НВЧ електромагнітними хвилями знизилась. Проте, вона не стала меншою, ніж ж у дизельного пального – тобто 4,301 мм^2/с.

Список літератури.

1. Митина С.Г. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития. Научный аналитический обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2007. С. 204.

2. Передерій Н.О. Ріпак – стратегічна культура для біоенергетики України. *Науковий вісник Національного аграрного університету.* 2008. №131.– С. 300-304.

3. Куць, Т.В. Виробництво та переробка олійних культур в Україні. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів та природокористування України*. 2009. Вип. 141. С. 196–203.

4. Семенов В.Г. Производство и применение биодизельного топлива в Украине. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2007. №5. С.7-8.

5. Громаков, А.В. Оптимальный состав смесевого топлива для тракторных двигателей. *Механизация и электрификация сельского хозяйства.* 2011. №8. С. 24-25.

6. Нагорнов С.А., Фокин Р.В., Малахов К.С., Моторные исследования работы дизеля на смесевом топливе. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение»*. 2009. № 4. С. 122.

УДК 631.22.019

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННИКОВ В СВИНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Кузьмина Т.Н.[1], ст. науч. сотр.
Кузьмин В.Н.[1], д-р эк. наук
[1]ФГБНУ «Росинформагротех»
Tnk60@mail.ru

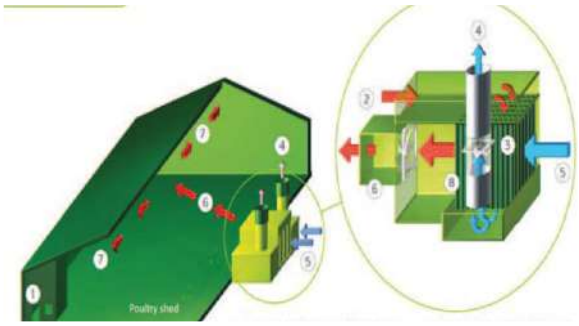
Постановка проблемы. Наибольший удельный вес в затратах электроэнергии и топлива при производстве свинины занимают технологические процессы теплоснабжения и обеспечения микроклимата (соответственно 40…65% и 60…90%) [1, 2]. В условиях постоянно растущих цен на энергоносители поиск путей энергосбережения является первоочередной задачей, решение которой позволит обеспечить максимальную продуктивность животных при минимальных затратах топливно-энергетических ресурсов. Их рациональное использование может быть достигнуто как за счет повышения эффективности использования энергии, так и сокращения ее общего расхода.

Энергоаудит работы систем создания и поддержания микроклимата показывает, что 70…85% потерь энергии обусловлены вентиляцией [3], поэтому усилия разработчиков направлены на создание оборудования для использования теплоты удаляемого из помещения воздуха.

Основные методы исследований. Методологическую основу исследования составили труды отечественных ученых по данной проблеме. В процессе исследования использовались общие методы исследования – анализ и синтез. Информационную базу исследования составили информационно материалы отраслевых отечественных и зарубежных научных центров и инжиниринговых компаний.

Результаты исследований. Анализ информационных материалов показывает, что над данной проблемой работают многие компании. Подтверждением тому является оборудование, представляемое на сельскохозяйственных выставках как в России, так и за рубежом – теплообменники «воздух-воздух» (рис. 1).

В теплообменниках «воздух-воздух» утилизация тепла удаляемого воздуха производится за счет конвективного теплообмена. Они предназначены для использования в системах принудительной вентиляции отрицательного давления. Подогрев приточного воздуха производится в кассетном теплообменнике.



А

Б

Рис. 1. Принципиальная схема монтажа и устройства теплообменника «воздух-воздух»: А – типа Air 2 компании «ITB Companies», Нидерланды (1 – система управления; 2 – теплый воздух, удаляемый из помещения; 3 – кассетный теплообменник (обменный блок); 4 – удаляемый из помещения воздух, отдавший тепло; 5 – холодный воздух, поступающий в помещение извне; 6 – подогретый свежий поток воздуха; 7 – направление воздушного потока в помещении; 8 – вентилятор); Б – типа TL фирмы «НАКА» (Германия)

Применение теплообменников позволяет полностью отказаться от отопительного оборудования или сократить его использование до минимума. По расчетам специалистов компании «НАКА» (Германия), зимой при внешней температуре -20°С и +20°С в свинарнике теплообменник способен подогреть поступающий в помещение воздух до 0°С. Высокий коэффициент теплоотдачи (до 52%) позволяет значительно сократить затраты на обогрев свинарника во время отопительного сезона. Например, в секторе доращивания поросят на 1000 голов при вентиляционных теплозатратах 28912 Вт можно вернуть приблизительно 15000 Вт (табл. 1).

Таблица 1

Рекуперация тепла в секторе доращивания поросят (в расчете на 1000 голов) [4]

Масса поросенка, кг	10
Произведено тепла, Вт/гол.	33
Воздухообмен в зимний период, $м^3$/год/гол.	3,6
Потери тепла (вентиляция, вытяжка), Вт	-28912
Потери тепла (трансмиссия), Вт	-11075
Тепловой баланс, Вт	-6987
Произведено тепла за счет теплообменника, Вт	15034
Тепловой баланс с учетом теплообменника, Вт	8047

Эффективность применения теплообменников в отопительных системах свиноводческих предприятий подтверждается и испытаниями, проводимыми в Prairie Swine Центре (Канада), в ходе которых сравнивались системы отопления с теплообменниками и без них. Оценка производилась по уровню потребления энергии и

продуктивности животных в течение нескольких сезонов в помещениях вместимостью 120 голов.

Испытания проводились в течение двух периодов: с января по март 2011 года (испытание 1) и с декабря 2011 года по февраль 2012 года (испытание 2).

Результаты испытаний показали, что в системе отопления с теплообменником требуется меньшее количество энергии для отопления, но при этом высок уровень потребления энергии для вентиляции. Применение теплообменника привело к уменьшению общего расхода энергии на 52% (испытание 1) и 57% (испытание 2) по сравнению с контрольным помещением - с тепловой пушкой (за первый и второй периоды испытаний соответственно). Потребление и конверсия корма оказались незначительно меньше в помещениях, где использовался теплообменник (табл. 2) [5].

Таблица 2

Продуктивность животных и эффективность потребления корма за период испытаний систем отопления

Система отопления	Среднесуточный привес, г/день	Потребление корма, кг/день/голову	Конверсия корма
Испытание 1			
Без теплообменника	980	2,52	2,57
С теплообменником	970	2,44	2,52
Испытание 2			
Без теплообменника	990	2,55	2,58
С теплообменником	970	2,37	2,44

В Европе накоплен значительный опыт использования теплообменников на свиноводческих фермах. Так, на свиноводческой ферме Янфрида Люке из Мелле (Нижняя Саксония, Германия) установка трех теплообменников в цехах опороса, доращивания и откорма позволила снизить потребление жидкого топлива с 20 тыс. до 8 тыс. литров в год. На ферме Клеменса Хакера из Ласструпа (Нижняя Саксония, Германия) экономия в денежном эквиваленте составила более 5 тыс. евро (в зависимости от цены на газ). В помещении на 1350 голов для доращивания поросят благодаря установке теплообменника мощностью 100 кВт дополнительное отопление не используется с начала апреля. При затратах на установку теплообменников в пределах 12…13евро/скотоместо срок окупаемости теплообменников, по мнению экспертов, составит 3…4 года [6].

Также отмечается заметное улучшение качества воздуха в свинарниках зимой в помещениях с теплообменниками. Они позволяют не уменьшать воздухообмен для того, чтобы сэкономить на отоплении. В летний период теплообменники сглаживают перепады дневной и ночной температур, повышая комфортность содержания

животных. Благодаря стабильной продуктивности и здоровью свиней удается экономить не менее 0,5 евро на каждой голове на откорме.

Опыта применения теплообменников на российских свиноводческих предприятиях нет. В связи с этим представляет интерес предлагаемая инжиниринговой компанией «Агропроектинвест» система рекуперации тепла вентиляционного воздуха. Испытания этой системы были проведены на базе свинокомплекса «Томский» в секции доращивания. Все контрольные замеры проводились в период с 10 по 25 марта 2011 г. [7].

За контрольный период потребление газа в опытной секции было в 5 раз ниже, чем в контрольной. Такая разница в потреблении топлива обусловлена временем года, в которое проводился эксперимент. В секции с рекуператорами теплогенераторы практически не включались, в то время как в контрольной секции требовалась дополнительная подача тепла. По результатам проведенных испытаний на действующем свинокомплексе рекуперация тепла обеспечивает 70…80% экономии топлива и окупается за 1,5…2 отопительных сезона.

Выводы. Практический опыт применения теплообменников в условиях свиноводческих ферм показал, что общий расход энергии на отопление уменьшается до 57% по сравнению с использованием тепловой пушки, а газа – до 70-80%. Таким образом, положительные результаты исследований и практического опыта применения теплообменников свидетельствуют о перспективности данного направления экономии энергоресурсов.

Список использованных источников

1. Агеев А.М. Пути повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в свиноводстве: автореф. дисс… канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2004. 183с.

2. Мишуров Н.П., Кузьмина Т.Н. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в жифотноводческих помещениях. М. ФГНУ «Росинформагротех». 2004

3. Системы рекуперации тепла в животноводческих помещениях [Электронный ресурс]. URL:http://www.stallklima.de (дата обращения 9.07.14).

4. Повернення тепла [Электронный ресурс] // [The Ukrainian Farmer, листопад 2011 року]. URL: http://topklima.de/joomla/images/storie (дата обращения 3.07.14).

5. Dominguez L., B. Predicala. Evaluation of heat exchanger, ground source heat pump, and conventional heating systems // PSC Annual Research Report, 2011, pp. 18-20.

6. У. Бройнинг. Согреть и охладить // *Новое сельское хозяйство.* 2014. №2. С. 84-87.

7. Рекуперация тепла [Электронный ресурс]. URL:http://agroproj.ru/articles/article11.html (дата обращения 10.07.14).

УДК 631.3–192:662.63

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВ БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Бублик А.Д., магістр
Науковий керівник: Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Проблеми освоювання альтернативних відновлювальних джерел енергії вже давно приділяють увагу всі високорозвинені держави світу. Така необхідність диктується як вичерпанням не відновлювальних енергетичних ресурсів, так і великою кількістю екологічних проблем, які виникають перш за все за рахунок використання традиційних енергетичних джерел [1,2].

Розглянемо декілька видів установок для виробництва біопалива:

1. Установка циклічної дії із застосуванням лужного каталізатора тривалості реакції досягає 8 годин. Такий тривалий час реакції не дає можливості створення установок великої продуктивності і вимагає великих продуктивних площ.

2.Установка безперервного виробництва біодизеля в потоці (рис. 1), яка позбавлена перерахованих раніше недоліків.

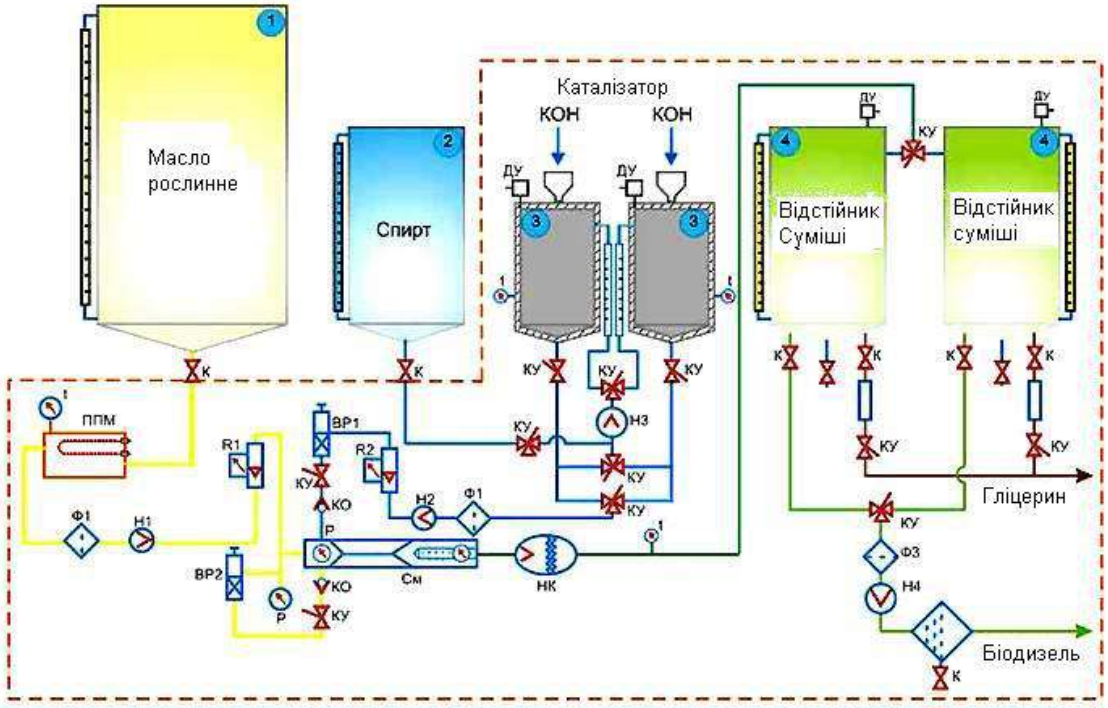


Рис. 1. Принципова схема міні-заводу по безперервному виробництву біодизеля в потоці

Технологічний процес виробництва біодизеля відбувається таким чином [3-5]:

Рослинна олія з місткості 1 через сітчастий фільтр Ф1, проточний підігрівач ППМ насосом Н1 подається в гідродинамічний змішувач СГД. Витрата масла контролюється ротаметром Р1. У вакуумну порожнину гідродинамічного змішувача через регулюючий вентиль ВР і ротаметр Р2 з місткості 3 поступає заздалегідь приготований розчин каталізатора в спирті (КОН в метанолі). Перемішування розчину в місткостях виробляється насосом Н2. Вироблення приготованого розчину з місткостей 3 виробляється по черзі. У гідродинамічному змішувачі відбувається перший ступінь реакції переетерифікації рослинної олії метаном.

Закінчення реакції відбувається в насосі-кавітаторі НК. Потім з насосу-кавітатора суміш потрапляє в колони-відстійники 4, де відбуваєтеся її розподіл на біодизель і водно-гліцеринову суміш. Готове паливо насосом Н3 через фільтр-відокремлювача води ФВО поступає на відвантаження.

В порівнянні з існуючими технологіями цей комплекс дозволяє економити енергоресурси, завдяки великій швидкості реакції і безперервності процесу на відносно не великих площах встановлювати високопродуктивне устаткування.

Використання олії у виробництві пального для дизелів можливе трьома основними методами, які мають свої позитивні й негативні сторони.

Перший метод – переетерифікація олії, тобто одержання метилефіру, високоякісного дизельного пального. Це технологія потребує відповідного хімічного обладнання. На будівництво підприємств і розробку обладнання (або його купівлю за кордоном) потрібен час і значні кошти.

Другий метод — використання олії як пального для дизелів без переробки (не враховуючи необхідне очищення — наприклад, фільтрування). У цьому випадку необхідно розробити нові дизелі, освоїти їх виробництво або реконструювати дизелі, що були в експлуатації. Тобто, знову потрібен час і великі кошти.

Третій метод — використання сумішей нафтового дизельного пального з ріпаковою олією у відповідних допустимих співвідношеннях або сумішей ріпакової олії з іншим вуглеводневим пальним.

Раніше РМЕ використовували як пальне для двигунів. За розробками останніх років рекомендується здійснити ще кілька технологічних операцій.

У ході додаткових заходів (очищення, дистиляції і кондиціювання) РМЕ звільняють від надлишків метанолу, залишків каталізаторів, додають речовини, які підвищують якісні показники

пального, його можливості працювати взимку тощо. Одержане в кінцевому підсумку пальне не тільки екологічно чисте, але конкурентноспроможне і надійне в роботі.

Використовуючи сучасний комплект обладнання дозволить виробляти 300–450 т продукту на рік, при умові розташування його неподалік від місця вирощування ріпаку.

Розрахунки показали, що відпускна ціна 1 кг біодизельного палива становитиме 0,21 дол. США. Водночас слід підкреслити, що, окрім основної продукції – біопалива, дана технологічна лінія вироблятиме шрот та гліцерин. Ці продукти також можна реалізувати на ринку та отримувати прибуток. Отже, з 3050 кг насіння ріпаку вологістю 7-8 % можна одержати: біодизельне паливо – 1т; шрот (із вмістом олії 12 – 14 %) – 1,950т; гліцерин, 50% – 0,2 т.

Повний технологічний процес отримання біодизельного палива включає умовно наступні етапи:

– вирощування та збирання врожаю;

– приймання та зберігання сировини в операційних резервуарах необхідної місткості;

– переробку сировини (пресування насіння на лінії вижимки, фільтрування (очистки) і нейтралізацію олії, її зберігання та подачу до ділянки етерифікації;

– виробництво біодизельного палива з олії на лінії етерифікації,

– зберігання готової продукції та її відправку споживачам.

Список літератури.

1. Журавель Д. П. Особливості використання олив біологічного походження для мобільної техніки. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти: зб. наук. праць / УВ МААО*. Запоріжжя, 2014. Вип. 2. С. 157-165.

2. Журавель Д. П. Обґрунтування методу прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на біопаливі. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання. ТДАТУ.* Вип. 12. т. 3. Мелітополь, 2012. С. 109-119.

3. Журавель Д. П. Моделювання енергетичного балансу трибосистеми сільськогосподарської техніки в середовищі змащувальних матеріалів. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти.* Запоріжжя, 2013. Вип. 1. С. 126-132.

4. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Знос матеріалів в середовищі біопалив. *Праці ТДАТУ.* Вип. 10, т.2. Мелітополь, 2010. С. 77-90.

5. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2012. Вип. 12, т.2. С. 28-33.

УДК 631.171.075.3

УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Попов Б.Ю.,
Науковий керівник: Скляр Р.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Необхідність удосконалення управління сільськогосподарським виробництвом обумовлена кількісними і якісними змінами, що відбуваються у зовнішньому та внутрішньому середовищі функціонування підприємств АПК. Перш за все, економічний відтворювальний процес в сільському господарстві тісно переплітається з природно-кліматичними та біологічними процесами. Ряд авторів, підкреслюючи їх вплив на сільськогосподарське виробництво, відзначають, що в аграрній сфері економічні аспекти відтворення найтіснішим чином пов'язані з природно-біологічними законами розвитку живих організмів, що проявляється в існуванні складних біотехнологічних процесів і наявності особливих вимог не тільки до виробництва, але і до транспортування, зберігання і збуту продукції. У багатьох роботах науковців відзначається істотний і непередбачуваний вплив погодно-кліматичних умов на характер і результати аграрного виробництва. Виробництво продукції рослинництва і тваринництва здійснюється в різноманітних і непостійних погодних умовах, які можуть значно відрізнятися в один і той же відрізок часу, але в різні роки. Така залежність заснована на проявах «стихійності» і вносить нестійкість в розвиток сільськогосподарської організації [1-3].

В цілому, всі автори сходяться на думці, що обсяг одержуваного додаткового продукту в аграрному виробництві в меншій мірі залежить від ефективності виконання виробничо-технологічних процесів з огляду на більшої значимості таких факторів як погодні умови, параметри якості ґрунту, фітосанітарна обстановка і так далі. Найважливіше місце в ряді особливостей сільського господарства займає земля, як основний засіб виробництва. У літературі підкреслюється, що земля - це невичерпне елемент відтворювального процесу, який безпосередньо залучений в систему економічних відносин [4-6].

З плином часу підвищується адаптивність технологічних систем до інновацій – широке поширення, в тому числі і в сільськогосподарському виробництві, отримують автоматизовані і роботизовані технологічні системи. Використовуються нові технології

контролю якості продукції, включаючи операційний контроль. Підвищується відповідальність працівників і вимоги до рівня їх кваліфікації. Істотним фактором функціонування технологічних систем став виробничий і корпоративний менеджмент, що забезпечує випуск конкурентоспроможної продукції та економічну ефективність виробництва. Широко застосовуються спеціальні технології логістики, оптимізації витрат і фінансування. Підвищується роль виробничої культури і соціального забезпечення працівників. Таким чином, сучасні технологічні системи можуть виступати в ролі «несучої конструкції» для формування системи процесного управління.

Специфікою диверсифікованого сільськогосподарського підприємства, яка впливає на цю ієрархічність, є наявність в його виробничій структурі ще й галузевих технологічних систем. На рівні великого сільськогосподарського підприємства, як правило, виділяється три галузеві технологічні системи. Галузеві технологічні системи взаємопов'язані між собою матеріальними потоками, які для одних технологічних процесів являють собою продукти (напівфабрикати), а для інших служать сировиною.

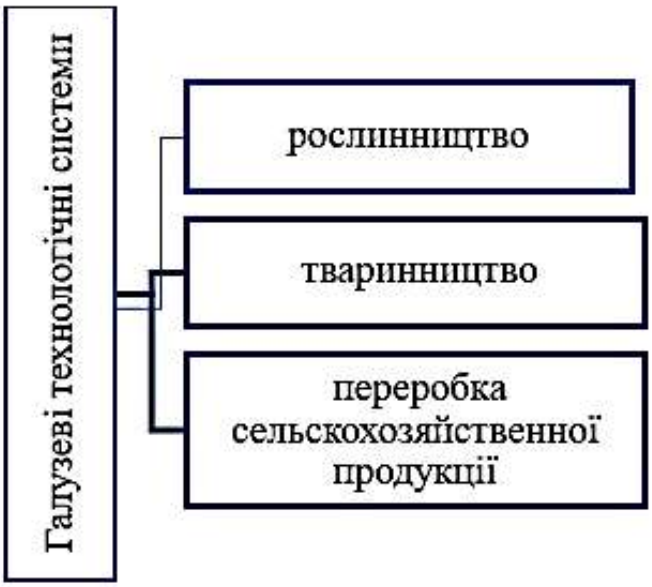


Рис. 1. Технологічні системи

Певні види кормів (наприклад, зелений корм) направляються в тваринництво безпосередньо з рослинництва, минаючи стадію переробки.

Отримані в процесі переробки корму (комбікорм, силос, сінаж, кісткове борошно, соєве молоко і т.п.) також направляються в тваринництво. З тваринництва в рослинництво надходять добрива [6]. Послідовно взаємодіючі між собою, галузеві технологічні системи формують два виробничо-технологічних переділу. При цьому під виробничо-технологічним переділом розуміється завершений

результат галузевої технологічної системи, отриманий у вигляді готової продукції, яка може бути реалізована чи використана в якості напівфабрикату іншою галузевою технологічною системою. В умовах диверсифікації виробництва відбувається прогресуюче ускладнення розглянутих систем.

З метою визначення основних контурів процесного управління сільськогосподарським підприємством, доцільно, кожну галузеву технологічну систему розглянути через призму однорідних технологічних процесів, зберігши при цьому ознаки видової класифікації процесів на паралельні і послідовні. У тваринництві виділяють такі однорідні технологічні процеси, що застосовуються до різних видів тварин, як «утримання основного стада» і «вирощування молодняку». В рослинництві – три послідовних однорідних технологічних процеси: вирощування сільськогосподарських культур; збір врожаю; переробка продукції, що використовується при виробництві різних видів сільськогосподарської продукції. Одним з важливих чинників виділення трьох однорідних технологічних процесів в рослинництві є різна ступінь ймовірності отримання очікуваних результатів – тобто виробництво продукції в планованих параметрах обсягу і якості. Відповідно, розрізняється і ступінь ризику неотримання продукції. Під впливом природно-кліматичних та інших факторів найменша ймовірність отримання результату і найбільш високий ступінь ризику втрати продукції властива технологічним процесом вирощування сільськогосподарських культур.

На етапі збирання врожаю відзначається велика ймовірність отримання результатів і менший ступінь ризику. Процес переробки продукції відрізняється найбільшою ймовірністю отримання товарної продукції, при збереженні певних ризиків. Слід зазначити, що виділені однорідні технологічні процеси в рослинництві задають виробничий контур процесного управління, без урахування логістичних, допоміжних процесів і процесів управління, який, разом з тим, є «фундаментом» всіх наступних побудов моделі процесного управління і мережі процесів для аграрного виробництва. Взаємопов'язані і послідовні процеси, збудовані відповідно до ланцюжка створення доданої цінності, дозволяють на відміну від інших моделей акцентувати увагу, в тому числі на управлінні вартістю продукції (виробничими витратами), що вкрай важливо для аграрного виробництва. Наскрізні ланцюжка доданої цінності будуються по продуктовому ознакою і пронизують всю діяльність сільськогосподарського підприємства від постачальників до покупців, що важливо з точки зору концентрації уваги на управлінні найбільш значущими для господарства номенклатурними позиціями, обіговими коштами і економічною ефективністю виробництва. Для великих сільськогосподарських підприємств, що мають складну організаційну

структуру і систему взаємозв'язків між внутрішніми підрозділами, повинна бути виділений ланцюжок видів послідовної діяльності, що мають стратегічне значення для агрохолдингів з точки зору додаткових цінностей, що формуються. В цілому управління галузями АПК має бути націлене на ефективне використання всіх факторів виробництва, при постійному вдосконаленні діяльності в рамках зміни технологій виробництва, дбайливе витрачання наявних ресурсів. Процеси вдосконалення в складі групи управління визначають тенденції і напрямки розвитку основних процесів в залежності від аналізу і прогнозованих напрямків діяльності організації.

Безпосередньо процес оптимізації включає в себе пошук інформації для виявлення, з одного боку, існуючих «вузьких місць», а з іншого - пошук «потенційних можливостей» для удосконалення процесного управління з метою збільшення вартості бізнесу. Подібну систему управління можна описати словами шведського експерта в області процесного управління Клаєс Берліна, як «процес оптимізації процесів при створенні цінностей для споживачів як внутрішніми, так і зовнішніми клієнтами».

Отже, до найважливіших завдань вдосконалення виробничо-господарських процесів в сільськогосподарському виробництві слід віднести:

• створення системи адаптивних процесів, націлених на швидкі зміни відповідно до змін у зовнішньому середовищі;

• впровадження нових ресурсозберігаючих технологій, які зачіпають основні аспекти діяльності підприємства.

Список літератури.

1. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р.В. Скляр та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

2. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник. Мелітополь: Колор Принт, 2012. 720 с.

3. Скляр Р.В., Скляр О.Г. Аналіз енергетичної ефективності метантенка. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2015. Вип. 15. Т.2. С. 316-322.

4. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 380 с.

5. Скляр Р.В., Скляр О.Г. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С.210-217.

6. Скляр Р.В., Скляр О.Г. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.

УДК 004.891.2

ПРОЕКТУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

Лубко Д.В. [1], к.т.н.
Зінов'єва О.Г. [1], ст. викл.
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
e-mail: di75ma@gmail.com

В керуванні сільськогосподарським та тваринницьким виробництвом, а також при прийнятті рішень в цих сферах, велике значення знаходять експертні системи. Експертна система – це інтелектуальна комп'ютерна програма, в якій використовуються знання та процедури логічного виводу для розв'язання досить важких, різнопланових завдань та задач. Дані системи дозволяють отримувати розв'язок задач завдяки спеціальним базам знань, в яких містяться відомості тієї області, до якій належить задача. Бази знань складаються на основі знань спеціалістів. Таким чином, при роботі з експертними системами користувач може отримати відповідь на питання, яке його цікавить без допомого спеціаліста [1-5].

В даній роботі розглядається процес проектування та розробки експертної системи з технології вирощування овець. Розроблена експертна система призначена для видачі рекомендацій по технології вирощування, викорму та утриманню овець в конкретних умовах.

Дана експертна система розроблена за допомогою мови програмування C# в середовищі Visual Studio 2012.

Опишемо поетапно та покроково методологію проектування даної спеціалізованої експертної системи.

1 етап. *Аналіз предметної області проектування.*

Виконуємо докладний розгляд предметної області проектування, а саме: визначаємо проблематику теми; актуальність теми; виконуємо аналіз останніх досліджень з теми інших вчених-дослідників; розглядаємо проблеми проектування.

2 етап. *Аналіз ресурсів та цілей при проектуванні системи.*

Виконуємо аналіз ресурсів при проектуванні системи, а саме: визначаємо спроможність фінансування та її джерело; визначаємо керівника теми та людей-виконавців; ставимо цілі, задачі та терміни виконання завдання.

3 етап. *Виконання проектування технічного завдання системи.*

Отримання технічного завдання від заказника (господарства, підприємства) експертної системи.

4 етап. *Визначення основних вхідних критеріїв (факторів) при проектуванні системи.*

Згідно літератури та вимог до вирощування овець визначаються основні критерії (фактори) для даної технології за технічним завданням господарства (дивись п. 3).

5 етап. *Опис предметної області проектування.*

Предметна область експертної системи описується діаграмою прецедентів (рис. 1).

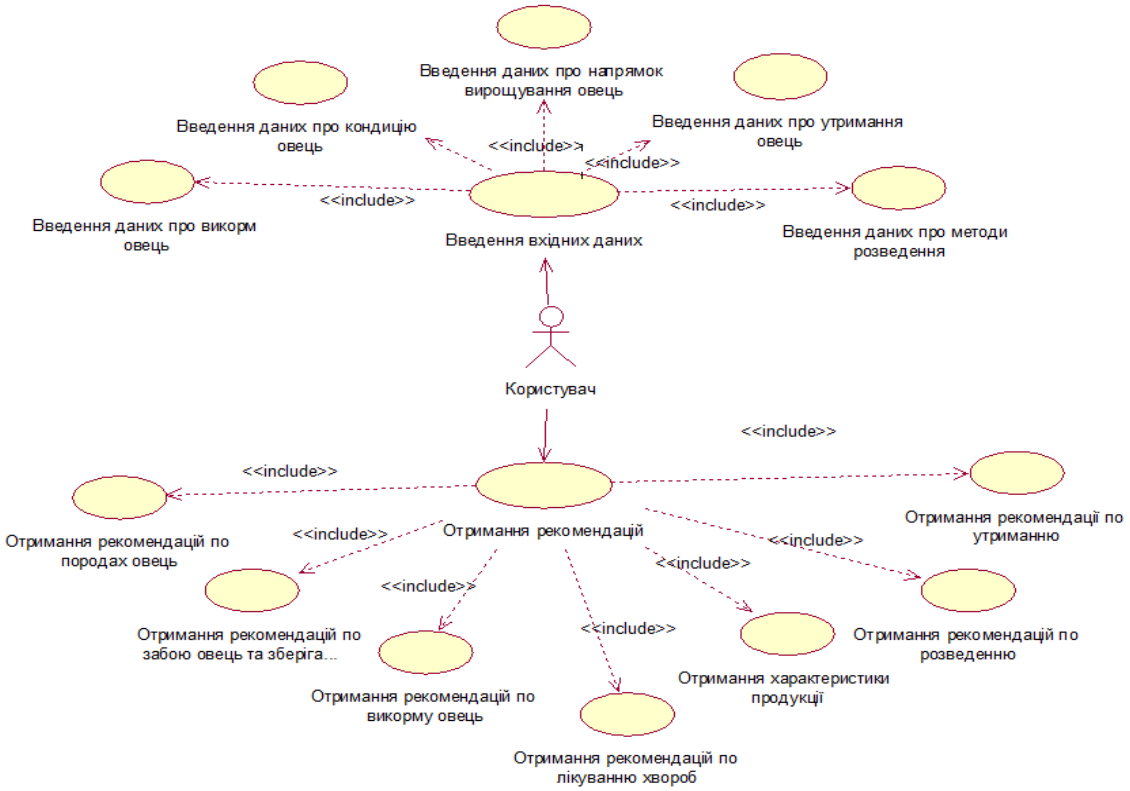


Рис. 1. Діаграма варіантів використання (прецендентів)

Діаграми варіантів використання застосовуються для моделювання уявлення системи з точки зору варіантів використання [6,7].

На рисунку 1 представлена діаграма варіантів використання розроблюваної експертної системи, що дозволяє уявити очікувану поведінку системи. На даній діаграмі представлений актор – будь-яка сутність, яка взаємодіє з системою зовні, а також всі можливі дії, що реєструються у експертній системі.

В нашому випадку актором є користувач – спеціаліст, який отримує рекомендації в конкретній предметній області.

Для даної експертної системи варіантами використання є:

- «Введення вхідних даних», який включає в себе введення даних про утримання овець, кондицію, напрямок вирощування, викорм овець та методи розведення для конкретного фермерського господарства;

- «Отримання рекомендацій», який включає в себе отримання рекомендацій по утриманню, лікуванню овець, рекомендації по розведенню, по забою та зберіганню продукції, по характеристиці продукції та рекомендовані породи овець.

6 етап. *Проектування функціональної моделі IDEF0 системи.*

Процес проектування інформаційної системи (розробленої ЕС) може бути представлений діаграмою функціонального моделювання IDEF0 (рис. 2).

Рис. 2. Контекстна діаграма IDEF0

Функціональна модель IDEF0 представляє собою структурне зображення функцій процесу проектування інформаційної системи.

Вхідною інформацією для системи є технічне завдання на розробку експертної системи. В якості керуючої інформації в системі пропонується використовувати нормативно-технічні документи (галузеві стандарти, положення, акти).

Результатом процесу проектування є сама експертна система для тваринництва на прикладі технології вирощування овець. Механізмом для здійснення функцій проектування виступають спеціалісти та програмні продукти.

На діаграмі другого рівня (рис. 3) представлена декомпозиція контекстної діаграми, що включає функціональні блоки, в яких відображена методична база, на основі якої виконуються задачі проектування експертної системи.

7 етап. *Виконання декомпозиції діаграми IDEF0.*

IDEF0 - це методологія графічного опису систем і процесів діяльності організації як безлічі взаємозалежних функцій. Вона дозволяє досліджувати функції організації, не пов'язуючи їх з об'єктами, що забезпечують їх реалізацію. У стандарті IDEF0 за допомогою входу показують об'єкти - інформаційні та матеріальні

потоки, які перетворюються в бізнес-процесі. За допомогою управління показуються об'єкти - матеріальні та інформаційні потоки, які перетворюються на процесі, по потрібні для його виконання. Використовуючи механізми IDEF0 можна відображати інструменти та ресурси, за допомогою яких бізнес-процес реалізується (наприклад, технічні засоби, люди, інформаційні системи і т.д.). Вихід бізнес-процесу, описаного в стандарті IDEF0, повністю відповідає за змістом виходу процесу, описаного за допомогою DFD-схеми.

Декомпозиція контекстної діаграми необхідна для того, щоб встановити основні етапи проектування експертної системи. До них відносяться:

- проектування архітектури та схеми роботи системи;
- проектування бази даних системи;
- проектування інтерфейсу системи;
- перевірка працездатності, тестування та супровід системи.

8 етап. *Визначення найбільш вагових вхідних факторів системи.*

Для кожного з вхідних критеріїв (факторів) визначаються найбільш вагомі фактори, які впливають на процес вирощування овець.

9 етап. *Визначення основних продукційних правил системи.*

Визначаються основні продукційні правила, за якими буде проводитися програмування системи, а саме модулю логічної обробки знань, для даної технології. Це і є вхідними параметрами (факторами) при проектуванні експертної системи.

Продукційні правила для даної ЕС наступні:

Правило №1: якщо використовувати термінологію агротехнології - „Содержание овец” у господарстві, то вказати яке саме - „пастбищно-стойловое” або „стойлово-пастбищное”.

Правило №2: якщо використовувати термінологію агротехнології - „Кондиция овец” у господарстві, то вказати яку саме - „высшая кондиция”, „средняя кондиция” або „нижесредняя кондиция”.

Правило №3: якщо використовувати термінологію агротехнології - „Направление выращивания” у господарстві, то вказати яке саме - „мясное”, „молочное”, „мясо-молочное” або „получение шерсти”.

Правило №4: якщо використовувати термінологію агротехнології - „Кормление овец” у господарстві, то вказати яке саме - „ярок мясо-шерстных овец”, „баранчиков мясо-шерстных овец” або „подсосных маток в лактацию”.

Правило №5: якщо використовувати термінологію агротехнології - „Методы разведения” у господарстві, то вказати які саме – „чистопородное” або „скрещивание”.

10 етап. *Визначення основних вихідних даних системи.*

Визначаються основні вихідні дані системи, тобто що саме буде бачити користувач на виході після роботи системи: які рекомендації, поради, довідки, тощо.

Вихідними правилами (факторами або рекомендаціями) для даної експертної системи, яка розробляється, будуть наступні:

Рекомендація №1: „Рекомендации по содержанию овец”;

Рекомендація №2: „Рекомендации по лечению болезней овец”;

Рекомендація №3: „Рекомендации по кормлению овец”;

Рекомендація №4: „Убой овец и хранение продукции”;

Рекомендація №5: „Рекомендуемые породы овец”;

Рекомендація №6: „Рекомендации по разведению овец”;

Рекомендація №7: „Характеристика продукции”.

11 етап. *Проектування інтерфейсу системи.*

Виконується проектування інтерфейсу користувача згідно поставленого технічного завдання на розробку системи. Визначається місце розташування основних елементів меню, кнопок, вікон, тощо.

12 етап. *Врахування додаткових вимог до системи.*

Додатково (за необхідністю або за вимогою заказника) на формі експертної системи проектуються додаткові кнопки або вікна для більш зручного її використання. Наприклад – кнопки очищення вікон, кнопка зберігання рекомендацій у окремий текстовий файл, кнопка виходу з ЕС, тощо.

13 етап. *Проектування самої системи (етап кодування).*

Програміст системи виконує розробку системи на мові програмування C# за допомоги середовища Visual Studio 2012.

Для даної системи у відповідності зі всіма попередніми етапами проектування було спроектовано та розроблено експертну систему для тваринництва на прикладі вирощування овець.

Вся головна форма (WindowsFormsApplication1) розробленого проекту складається з декількох базових блоків, а саме:

1) блок вхідних параметрів (зліва);

2) керуючі кнопки (знизу справа);

3) блок вихідних факторів (справа).

14 етап. *Тестування системи.*

Виконується тестування зробленої системи експертом, користувачами та заказником. У разі потреби виконується доведення та редагування інтерфейсу або коду до виконання всіх вимог.

Проведена верифікація даної експертної системи показала повну відповідність результатів всіх поточних етапів розробки ЕС умовам, сформованим на початку кожного етапу. А саме виконання цілям, термінам та завданню з розробки проекту (ЕС), які були визначені на початку роботи. ЕС має логічну структуру та оптимальне розташування елементів керування. Тестування розробленого програмного забезпечення показало, що створена система працює швидко та якісно

15 етап. *Завершення проектування системи та надання заказнику.*

Завершення проектування та прийняття готової розробленої системи заказником від програміста та її виправлення у роботу та користування.

16 етап. *Супроводження системи (за вимогою).*

У разі потреби заказник може запропонувати провести супроводження розробленої системи експерту або програмісту (або обом зразу) для того щоб в подальшому проводити періодичне редагування системи у разі потреби. Зазвичай ця процедура оплачується окремо від всіх інших вищенаведених кроків.

Висновки. Розроблена експертна система призначена для використання тваринників, зоотехніків та інших зацікавлених осіб. Її використання надає можливість проводити якісне та повноцінне вирощування овець у господарствах країни без витрачання часу на пошук потрібної інформації. Також використання даної системи дозволить приватним фермерським господарствам підвищити їх економічні показники та дозволить значно збільшити їх прибутки.

Список використаних джерел.

1. Лубко Д.В. Шаров С.В. Розробка інтелектуальної інформаційної системи для птахівництва. *Системи обробки інформації: Збірник наукових праць. Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.* Вип. 4 (150). Харьків. 2017. С. 170-174.

2. Лубко Д.В. Проектування довідкової інтелектуальної експертної системи. для вівчарства у приватних господарствах країни. Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology. 2017. Vol.5, №3. pp. 1 – 18.

3. Лубко Д.В., Зінов'єва О.Г., Шаров С.В. Проектування та розробка експертної системи діагностування несправностей транспортних засобів. *Системи обробки інформації. Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуб*а. 2019. № 1(156). С. 15-21.

4. *Шевхужев А.Ф.* Теоретическое и практическое обоснование использования конституционально-продуктивных типов овец советской мясошерстной породы для совершенствования кроссбредного овцеводства Карачаево-Черкесской Республики. М.: Аргус, 2014.

5. *Мороз Тамара.* Овцы. Разведение. Содержание. Уход. К.: Литагент «АСТ», 2012, 250 с.

6. *Ханников Олександр.* Разведение и выращивание овец. К.: Мельников И.В., 2013.

7. *Кашкаров Андрей.* Содержание и разведение овец. К.: Аквариум-Принт, 2016.

УДК 004.896

ПРОЕКТУВАННЯ І ПРОГРАМУВАННЯ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПУ

Каравай Д.Ю., студент,
Науковий керівник: Колодій О.С.,к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

За останній час автоматизація промисловості набирає розповсюдженість. Завдяки автоматизації технологічних процесів вдається звільнити робочий персонал від безпосередньої участі у виробничих процесах, а використовувати останніх лише на перевірки розмірів готової продукції на обслуговуванні автоматичного обладнання.

Завдяки а також високій концентрації основних операцій значно поліпшуються умови праці і економічні показники виробництва.

Автоматизація виробничих процесів зв'язана з випусканням ряду автоматичних пристроїв. В масовому виробництві ці пристрої спеціалізовані. В серійному виробництві доводиться користуватися універсальними автоматичними пристроями, що потребують переналагодження, що викликає більшу витрату невиробничого часу.

Тому в останні роки більша увага надається "гнучкості" автоматичного обладнання, досягненої шляхом широкого використання принципів агрегатування і програмного управління, що веде за собою поступове ускладнення конструкції.

Числове програмне управління (ЧПУ) стало універсальним засобом управління станками. Його застосовують для всіх груп і типів станків.

Застосування ЧПУ не тільки змінило характер організації виробництва в цехах, але й корінним чином вплинуло на конструкцію самих верстатів [1-3].

Найважливішим резервом зростання продуктивності праці в машинобудуванні є зниження трудомісткості механічної обробки деталей на металорізальних верстатах. Основний шлях використання цього резерву - автоматизація процесів механічної обробки деталей з урахуванням застосування металорізальних верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ), і навіть автоматичних ліній та автоматизованих ділянок на базі цих верстатів.

Автоматизація великосерійного та масового виробництва забезпечується застосуванням верстатів-автоматів і автоматичних ліній. Для дрібносерійного і серійного виробництв, що охоплюють приблизно 75-80% продукції машинобудування, необхідні засоби

автоматизації, що поєднують в собі продуктивність і точність верстатів-автоматів з гнучкістю універсального обладнання.

Такими засобами автоматизації є верстати з ЧПУ. Верстат з ЧПУ являє собою автомат з гнучким зв'язком, роботою якого керує спеціальний електронний пристрій. Програма обробки деталі записується в числовий формі на программоносії і реалізується за допомогою системи ЧПУ. При цьому точність завдання розмірів залежить не від властивостей программоносія, а лише від роздільної здатності системи ЧПУ. Верстат з ЧПУ не вимагає тривалої переналагодження при переході на обробку нової деталі. Для цього достатньо змінити програму, ріжучий інструмент і пристрій. Це дозволяє обробляти на верстаті широку номенклатуру деталей. Працюючи в автоматичному циклі, верстат з ЧПУ зберігає властивості універсального верстата з ручним управлінням.

Застосування верстатів з ЧПУ висуває нові вимоги до конструювання і до технології обробки деталей. Докорінно змінюється технологічна підготовка виробництва (ТПП): центр тяжкості її переноситься зі сфери виробництва в сферу інженерної праці, вона ускладнюється і збільшується за обсягом.

З'являються нові елементи технологічного процесу: траєкторія руху інструмента, корекція траєкторії, керуюча програма обробки, розмірна ув'язка положення деталі і інструменту в системі координат верстата, настройка інструменту поза верстатом з точністю і т. Д.

Кардинально змінюється характер і обсяг роботи технолога. ЧПУ обробкою різанням дозволяє формалізувати цей процес і застосовувати для проектування технологічних процесів ЕОМ та інші засоби автоматизації інженерного праці.

Впровадження в виробництво обробки на верстатах з ЧПУ - це велике організаційно-технічний захід. Йому повинен відповідати ретельно продуманий план всіх випливають з цього завдання робіт і в тому числі такої першочергової, як навчання необхідного складу працівників і підготовка фахівців в області проектування технологічних процесів механічної обробки на верстатах з ЧПУ.

Інженер - механік повинен вміти вирішувати питання, від яких залежить успішний застосування верстатів з ЧПУ в машинобудуванні. Для цього він повинен добре знати технологічні можливості верстатів з ЧПУ і їх технічне оснащення, техніко-економічне обґрунтування доцільності використання верстатів з ЧПУ, методи проектування технологічних процесів обробки деталей на цих верстатах, методи розробки управляючих програм (УП), порядок складання та оформлення технологічної документації.

На сучасному етапі розвитку машинобудування застосування верстатів з ЧПУ стало одним з головних напрямків науково-технічного прогресу в області механічної обробки різанням.

Металорізальні верстати з ЧПУ здатні виконати практично необмежену кількість різних узгоджених переміщень робочих органів з певною точністю і за певний час за наперед заданими командам. Все це створює нові технологічні можливості і розширює їх застосування, удосконалює виробництво на новій основі. Устаткування з ЧПУ - це техніка, якій належить майбутнє.

За вітчизняним і зарубіжним даними ефективність від впровадження верстатів з ЧПУ визначається наступними показниками:

1. Числом замінних універсальних верстатів (3 - 8).
2. Скороченням кількості робочих (на 25 - 30%).
3. Збільшенням частки машинного часу в структурі операції і зростанням продуктивності праці (до 70%).
4. Зниженням трудомісткості виготовлення деталей (на 25 - 80%).
5. Скороченням термінів підготовки виробництва (на 50 - 70%).
6. Скороченням загальної тривалості циклу виготовлення продукції (на 50 - 60%).
7. Економія вартості проектування і виготовлення оснастки (від 30 до 80%).
8. Зменшенням браку, підвищенням точності обробки (в 2 - 3 рази), забезпеченням взаємозамінних деталей.
9. Зменшення об'єму і часу на виконання розмічальних і слюсарно-доводочних робіт (в 4 - 8 разів).
10. Впровадженням з початку запуску технічно обґрунтованих розрахункових норм.

Особливе значення впровадження верстатів з ЧПУ набуває при організації гнучких виробничих систем (ГПС). Їх застосування в цьому випадку дозволяє забезпечити виконання двох важливих умов:

Список літератури.

1. Автоматичне управління процесами обробки металів різанням / Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. Мелітополь: ТОВ «Люкс», 2020. 136 с.

2. O. Sushko, S. Kiurchev, O.S. Kolodii and oth. Grains Dynamic Strength Determination and the Optimal Combination of Components of a Diamondiferous Layer of Grinding Wheels. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Trend and Innovations.* Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2019. P. 259-266.

3. O.V. Sushko, O.S. Kolodii, O.V. Penyov. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine*. Kyiv. 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

УДК 631.3–192:662.63

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ТРУБОПРОВОДІВ ВІД КОРОЗІЙНОГО ЗНОСУ

Заволокін Д.Ю., магістр
Науковий керівник: Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Корозією металів називають руйнування металів в результаті хімічної або електрохімічної взаємодії їх з корозійним середовищем. Обов'язковою умовою для виникнення корозії металів є наявність контакту між деталлю і корозійним середовищем. По характеру корозійних середовищ корозія металів поділяється на атмосферну, газову і корозію в електролітах [1,2].

Атмосферна корозія, це утворення рихлих плівок оксидів заліза з наступним виникненням джерел точкової корозії.

Газова корозія, це утворення на поверхні деталі щільного крихкого шару оксидів металлу.

Корозія в електролітах, це корозійні піттінги, розсіяні по всій поверхні деталі, місцева корозія поблизу з'єднаних листів і рамних конструкцій.

Корозійна втомлюваність, це поверхня корозійно - втомлюваного ламання покрита шаром продуктів корозії.

Корозійне розтріскування, це поява сітки тріщин по границях зерен з різким зниженням міцності матеріалу.

Корозія при терті (фретінг-корозія), це виникнення на контактних поверхнях, особливо по границі контакту, корозійних пошкоджень у вигляді окремих плям або полосок не великої глибини

По механізму протікання корозійного процесу розрізняють:

- хімічну корозію, тобто така взаємодія металу з корозійним середовищем, при якому окислення металу і відновлення компонентів, що окислюють протікають в одному акті і не супроводжуються протіканням електричного струму;

- електрохімічну корозію, тобто таку взаємодію метала з корозійним середовищем (розчином електроліту), при якому іонізація атомів металу і відновлення окислювальної компоненти корозійного середовища протікають не в одному акті, супроводжуються протіканням електричного струму і їх швидкості та залежать від електродного потенціалу (сюди ж відноситься корозія блукаючими струмами).

Підземні споруди схильні до електрохімічної корозії, як ґрунтової, так і корозії блукаючими струмами.

До основних чинників, що визначають інтенсивність підземної корозії, відносяться: структура, тип, склад, вологість ґрунтів, мінералізація ґрунтових вод; концентрація водневих іонів; повітропроникність; біогенність [1,3-5].

Джерелами блукаючих струмів, що викликають корозію трубопроводів, є електричні установки постійного струму, які використовують землю частково або повністю як струмопровід, а також струми витоку електроустановок постійного струму.

Основними джерелами блукаючих струмів є: електрифіковані залізниці постійного струму, трамвай, лінії електропередач постійного струму системи «дріт – земля» і промислові установки постійного струму. Частина струмів цих установок стікає в землю і потрапляє на підземні трубопроводи, а потім повертається в електричний ланцюг джерел блукаючого струму.

У місцях стікання струму з трубопроводу в землю утворюється «анодна зона» - ділянка корозійного руйнування.

Основною величиною, що характеризує швидкість корозії блукаючими струмами, є щільність струму, що стікає з підземної споруди. Основними чинниками, від яких залежить щільність струму витоку, є загальна величина блукаючих струмів, взаємне розташування підземної споруди і джерела блукаючого струму, подовжня провідність підземної споруди і стан його ізолюючого покриття.

Методи захисту підземних споруд від корозії можуть бути підрозділені на дві групи: методи пасивного захисту, що вміщують різні пристрої і заходи, призначені для ізоляції підземних споруд від безпосереднього контакту з ґрунтом і збільшення перехідного опору між ґрунтом і підземною спорудою, а також зменшення величини блукаючих струмів; методи активного захисту, що в основному зводяться до створення такого електричного режиму підземної споруди, при якій корозія підземних споруд повністю припиняється.

Основним заходом першої групи є збільшення перехідного опору між трубопроводом і землею, для чого на поверхні трубопроводів наносять ізолюючі покриття. Крім того, до методів пасивного захисту відносяться заходи, направлені на зменшення величини блукаючих струмів в землі і підземному трубопроводі. До другої групи відносяться методи електрохімічного захисту: катодна, протекторна і електродренажна.

В основі електрохімічного захисту лежить катодна поляризація трубопроводу до потенціалів, що забезпечують припинення корозійних процесів, тобто до величини захисного потенціалу.

Всі підземні сталеві трубопроводи, розташовані в ґрунтах з підвищеною, високою і дуже високою корозійною активністю, а

також в анодних і знакозмінних зонах блукаючих струмів, крім ізоляційних покриттів повинні бути захищені катодною поляризацією.

На існуючих стальних сталевих трубопроводах допускається здійснювати катодну поляризацію споруд таким чином, щоб середнє значення різниці потенціалів між трубою та мідно сульфатним електродом порівняння знаходилась у межах від 0,87 до 2,5 В.

У схему станції катодного захисту (СКЗ) входять джерело постійного струму, анодне заземлення, дренажні кабелі. Струм СКЗ поляризує споруду і створює захисний потенціал на ній. В результаті роботи СКЗ відбувається руйнування анодного заземлення, яке потрібно періодично відновлювати. Протектор виготовляється з металу з більш негативним електродним потенціалом, ніж метал підземної споруди. Встановлений в грунт і приведений в контакт з підземною спорудою протектор разом з ним утворює гальванічну пару, де протектор (гальванічний анод) руйнується і створює захисний потенціал на споруді.

Дія електродренажного захисту полягає у відведенні блукаючих струмів, що проникли в підземну металеву споруду, в мережу зворотних струмів електричного рейкового транспорту шляхом підключення підземної споруди через дренажний пристрій до елементів цієї мережі (негативною шиною тягової підстанції), стоковим пунктом або рейкою).

Приєднання підземної споруди до мінусової шини підстанції або стокового пункту створює негативний потенціал на підземних спорудах і запобігає виходу блукаючих струмів з металу в грунт.

Список літератури.

1. Журавель Д. П. Моделювання енергетичного балансу трибосистеми сільськогосподарської техніки в середовищі змащувальних матеріалів. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти.* Запоріжжя, 2013. Вип. 1. С. 126-132.

2. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Моделювання хіммотологічних і триботехнічних прцесів в спряженнях тертя. *Праці ТДАТА*. Вип. 7, т. 3. Мелітополь, 2007. С.30-38.

3. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Деформація та енергоємність поверхневого шару перлітної основи чавунів при абразивному зношуванні. *Праці ТДАТА.* Вип. 32. Мелітополь, 2005. С.76-80.

4. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Знос матеріалів в середовищі біопалив. *Праці ТДАТУ*. Вип. 10, т.2. Мелітополь, 2010. С. 77-90.

5. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2012. Вип. 12, т.2. С. 28-33.

СЕКЦІЯ 4. НОВАЦІЇ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК. 631.3.004:621.892

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В ПРОЦЕССЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Журавель Д.П., д.т.н.,
Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, г. Мелитополь, Украина

Постановка проблемы. В настоящее время в сльском хозяйсве Украины используется около полумиллиона тракторов и комбайнов, а суммарная мощность двигателяей составляет порядка десяти миллионов киловатт. Одновременно с ростом энергонасыщенности отраслей АПК значительно возрастает потребность в качественных нефтепродуктах. Рациональное использование топливо-смазочных материалов является непременным условием эффективного развития агропромышленного комплекса Украины.

Основные материалы исследования. В масле, находящемся в масляной системе двигателя, происходят непрерывные количественные и качественные изменения. Количественные изменения происходят за счет угара его в цилиндропоршневой группе двигателя. Качественные изменения известны под общим названием "Старение масла" и складываются из целого ряда физических и химических процессов, протекающих в масляной системе. В конечном счете, качественные изменения могут оказаться столь глубокими, что масло становится непригодным для дальнейшего обеспечения надежной смазки двигателя и подлежит замене на свежее. Из комплекса физических и химических процессов, составляющих старение масла при работе двигателя, в первую очередь могут быть выделены следующие: окисление, загрязнение и расход присадки. Следует отметить условность выделения из сложного процесса старения отдельных направлений, так как они на самом деле все тесно связанны между собой, и трудно, например, рассматривать процесс загрязнения масла в отрыве от процесса его окисления и срабатывания присадок [1].

Окисление углеводородной основы моторного масла вызывается его высоким нагревом в присутствии кислорода воздуха. Особенности конструкции и режим работы дизеля предполагают четыре основные зоны окисления масла. Первая зона - картерное пространство двигателя. Температура масла в зоне меняется от минус 50 °С (перед

пуском) до 150° С и выше, интенсивность окисления в этой зоне невелика. Во второй зоне - между юбкой поршня и гильзой - масло кроме контакта с высоконагретыми деталями подвергается воздействию газов, прорывающихся из камеры сгорания. Еще более интенсивную тепловую нагрузку и контакт с горячими газами имеет масло в третьей зоне - кольцевом поясе поршней. В особенно жестких условиях окисления и термического разложения находится масло в четвертой зоне - масло оставшееся на рабочей поверхности цилиндра при ходе поршня от верхней мертвой точки к нижней мертвой точке на контакте расширения. В этой зоне горячие газы прогревают поверхностный слой пленки до 300... 350°С на глубину 1...3 мкм [2].

Окисление масла ведет к появлению растворимых и нерастворимых веществ, способных образовывать лаковые отложения и нагар на деталях, шламы в картере, вызывать коррозию цветных металлов.

Ведущая роль в процессе изменения качественных показателей отводится окислению углеводородов, входящих в состав масел.

Известно, что окисление углеводородов - это последовательная цепная реакция с участием свободных радикалов [3-5].

Можно разделить процессы, происходящие при окислении масел, на 4 этапа [6]:

1. Возникновение кислот и возрастание кислотного числа.
2. Плотные сконденсированные продукты окисления выпадают в осадок и образуют отложения на поверхностях деталей (полимеризационные продукты окисления).
3. В результате уплотнения компонентов масел их вязкость увеличивается, этому способствует испарение легких углеводородных фракций.
4. Появление смол, в связи с чем происходит потемнение масел. По мере роста степени окисления снижается растворимость продуктов окисления и увеличивается их молярная масса.

Различные типы углеводородов дают различные по химическому составу и физическим свойствам конечные продукты окисления. Парафиновые и нафтеновые углеводороды при окислении образуют растворимые в масле соединения, ароматические нерастворимые отложения, смолисто - асфальтовые вещества.

При обычных температурах и атмосферном давлении минеральные масла в объеме почти не окисляются, при повышенных температурах окисление значительно ускоряется и при 100°С исчисляется сутками, а при 250°С – минутами [7].

Железо является сильным катализатором масла. Основное окисление происходит в тонком смазочном слое, где масло подвергается высоким давлениям и температурам и сильно сказывается каталитическое воздействие металла, интенсивное окисление

происходит, в частности, при смазывании погружением, т.к. при этом имеет место большая поверхность соприкосновения масла с воздухом.

Существенным фактором, ускоряющим и углубляющим процессы окисления, является дискретность фрикционного контакта (контактное окисление).

При трении имеют место локальные температурные вспышки, под влиянием которых в поверхностном слое протекают глубокие структурные превращения и диффузионные процессы. Соответственно в прилегающих микрообъемах масла происходит местное контактное окисление.

Различная противо-окислительная стабильность углеводородов, входящих в состав масел, отсутствие в масле взвешенных частиц продуктов окисления, снижающих контактный эффект в процессе трения, слабая эффективность маслоочистителей являются факторами, ускоряющими в начальной стадии применения свежего масла его окисление, срабатывание присадок, повышенный износ деталей.

Потеря эффективности присадок наступает в результате расхода щелочного компонента на нейтрализацию кислых соединений и адсорбции молекул присадок на поверхности деталей и взвешенных частиц органического и неорганического происхождения, образованных в процессе работы. Оценка изношенности присадки определяется по щелочности масла. В процессах окисления масла каталитическое воздействие оказывает вода. Она способствует увеличению количества различных нерастворимых продуктов окисления в масле, ухудшает диспергирующие и противоизносные свойства, вызывает выпадение присадок.

В качестве катализаторов, ускоряющих окисление углеводородов масла, выступают также перекисные соединения.

Для окисления масла характерны некоторые закономерности. Для теоретического случая, когда двигатель работает без фильтров с постоянной скоростью образования в масле примесей можно определить по формуле:

$$E = E_0 + \left(\frac{S}{g}\right) \cdot \ln\left(\frac{Q}{(Q - gt)}\right), \qquad (1)$$

где E - концентрация компонента за время работы двигателя, мг/л;
E_0 - его начальная концентрация, мг/л;
S - количество поступающего компонента, мг;
g - расход масла, л/ч;
Q - количество масла в системе, л;
t – время, ч.

Можно говорить о двух стадиях старения (окисления) масла: неустановившейся и стабилизированной.

Известно, что в смеси углеводородов наиболее легко окисляются парафиновые, затем нафтеновые. Наиболее устойчивыми являются ароматические углеводороды.

Так как продукты окисления обладают высокими противоизносными свойствами, их образование способствует снижению скорости изнашивания, а, следовательно, и окислению масла (обратная связь).

Кроме того, на трущихся поверхностях образуется адсорбционная пленка из продуктов окисления, снижающая каталитическое воздействие металла на реакцию окисления масла.

В результате выше указанных причин наступает стабилизация процесса старения, масла становятся стойкими к окислению.

В процессе работы в период стабилизации старения способность базовой части образовывать отложения снижается, т.к. наиболее реакционно-способные молекулы уже вступили в соответствующие соединения, а остальные молекулы - менее реакционно-способные. В этом отношении качество масла возрастает.

Однако присадки в значительной степени теряют эффективность, они расходуются на нейтрализацию кислых продуктов и на адсорбцию на поверхностях деталей взвешенных в масле частиц. В этом отношении качество масла ухудшается.

Вопрос о стабилизации качества масла и двух действующих взаимно противоположных факторов: срабатывание присадок и улучшение эксплуатационных свойств базовой части, можно выделить как главный в решении проблемы оптимизации сроков службы масла.

В малофорсированных двигателях ухудшение базовой части масла может оказаться достаточным для обеспечения необходимых эксплуатационных свойств, при низкой и нулевой концентрации присадок. В этом случае применение масла без замены может быть длительным и практически бессменным.

Действие этих факторов и степень их взаимного влияния не могут оцениваться количественно, установление рациональных сроков замены масла должно определяться в каждом конкретном случае путем проведения стендовых и эксплуатационных испытаний.

Итак, основная закономерность старения масла - стабилизация старения продуктов окисления масла, неорганических и органических частиц механических примесей в масле, содержание присадок. Все это результат динамического равновесия между поступлением и убылью компонентов, основанного на единой закономерности - стремление к минимуму энергозатрат.

Можно рассматривать работавшее в двигателях внутреннего сгорания масло, как коллоидный раствор, суспензию продуктов полимеризации углеводородов и неорганических частиц в масле.

Говоря о таких продуктах полимеризации, как смолистые вещества, следует указать на постоянный рост содержания кислорода в смолах, т.к. они являются антиокислителями, т.е. весь кислород, подающий извне, вступает в реакцию со смолами. В дальнейшем, когда молекулы настолько подвергаются окислительному уплотнению, что уже не могут находиться в смеси с углеводородами в виде истинного раствора, происходит образование коллоидного раствора или суспензии (взвеси). Мельчайшие частицы затем агрегатируют в крупные, образуя нерастворимый осадок. Смолистые вещества представляют собой сложные смеси сернистых, азотных и кислотных соединений.

Нерастворенные в масле асфальтены, карбены и карбоиды также могут выпадать в осадок.

Кроме того, работавшие масла содержат значительное количество частиц нерастворимых загрязнений и продуктов окисления, солюбиризированных мицеллами присадок или диспергированных в масле за счет образования на их поверхности адсорбционно-сольватной оболочки из молекул и мицелл поверхностно-активных веществ. Этим предотвращается коагуляция частиц между собой и их осаждение на деталях двигателя и смазочной системы.

Как известно, в процессе эксплуатации смазочных масел происходит накопление механических примесей различного рода. Различают сгораемую или органическую (продукты окисления масел) и несгораемую или неорганическую (продукты износа, пыль, зола и т.п.) части механических примесей. Установлено, что минимальное отношение органических компонентов к неорганическим соответствует 1:5.

Из-за накопления в масле растворимых и нерастворимых веществ, образующихся в результате окисления, срабатывание присадок, термоокислительной деструкции масла, а также веществ, попадающих извне: топлива, продуктов сгорания, воды, пыли, воздуха и продуктов износа деталей двигателя приводит к старению масла.

По существу, моторное масло является неотъемлемым элементом двигателя и, как следствие, определяет надежность его работы.

Воздействие масла на двигатель неоднозначно и весьма существенно. Смазочное масло должно обеспечивать при нормальных условиях работы жидкостное трение, а на переходных режимах - граничное и минимально возможные износы. При этом компоненты масла, взаимодействуя с деталями двигателя и образуя защитные пленки, предохраняют детали от коррозии, модифицируют поверхности трения, оказывают профилактическое действие в отношении отложений, нейтрализуют кислые продукты. В то же время результатом старения моторных масел являются такие вредные явления как износ, нагаро- и лакообразования, коррозия деталей, образование низкотемпературных отложений, пены. Полагают, что в

случае применения масел с эффективными присадками, положительное прямое воздействие значительно превалирует над отрицательным.

В свою очередь на условия работы и интенсивность старения масла влияют тип двигателя, его устройство, уровень форсирования, теплонапряженность, техническое состояние, конструктивные особенности и параметры смазочной системы, условия эксплуатации и качество используемого топлива.

Вывод. Таким образом в результате исследований установлено, что в последнее время большое внимание уделяется вопросу оценки продолжительности работы автотракторных масел. Ввиду большой разномарочности тракторов и многообразия применяемых в сельскохозяйственном производстве моторных масел возникает вопрос об оценке качества работавших масел независимо от их сорта, а также независимо от типа и размерности двигателя. На качество моторных масел при работе двигателя большое влияние оказывают многие факторы, которые не всегда можно учесть с достаточной полнотой.

Список литературы

1. Гавриш В.І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: монографія. Миколаїв: МДАУ, 2007. 283с.

2. Журавель Д.П. Моделювання процесів зміни кількісних і якісних показників моторних масел при їх використанні. *Праці ТДАТА*. Вип.2, т.14. Мелітополь, 2000. С. 37-40.

3. Журавель Д.П. Эффективность использования восстановленных моторных масел в тракторных двигателях. *Труды ТГАТА*. Вип.1, т.18. Мелитополь, 2001. С. 24-28.

4. Журавель Д.П. Исследование смазочной способности масел в сопряжениях автотракторных двигателей. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып. 2, т.1. Мелитополь, 1997. С. 46-48.

5. Журавель Д.П. Моделирование триботехнических процессов в сопряжениях автотракторных двигателей. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып. 1, т.6. Мелитополь, 1998. С. 38-43.

6. Журавель Д.П. Метод оценки состояния триботехнических свойств моторных масел. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып.1, т.13. Мелитополь, 1999. С. 65-67.

7. Топливо смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, и др. Тамбов.: Из-во Тамб. гос. техн. у-та, 2008. 304 с.

УДК 621.565

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ МОДУЛЬ РЕМОНТНИКА ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сапожников Ф.Д., к.т.н.,
Назаров Ф.И.,
Якубовский А.А.,
УО «БГАТУ», г. Минск, Республика Беларусь

Постановка проблемы. Агропромышленный комплекс республики располагает большим разнообразием высокотехнологичных молокоохладительных установок на молочно-товарных фермах. Для поддержания работоспособности холодильного оборудования его постоянно проверяют и в полном объеме проводят операции технического обслуживания. Изменение акцентов в изучении передовых технологий и технологических средств диагностики холодильных установок влечет за собой увеличение веса интегрированных знаний, основанных на обобщении теоретических исследований и опыта эксплуатации промышленного оборудования [1].

Важной особенностью, например, диагностики технического состояния холодильных установок является возможность сопоставления отдельных процессов между собой без нахождения всех параметров действительного цикла. Параметры режима работы характеризуют величины давлений и температур. Одной из проблем в работе ремонтно-обслуживающего персонала является то, что они не могут наблюдать процессов, происходящих внутри трубопроводов. Измерение давления требует проникновения внутрь холодильного контура, а измерение температуры характеризуется определенными значениями перепадов температур между средами в теплообменных аппаратах, температурами перегрева пара на всасывании в компрессор и нагнетания. При устранении неисправностей рекомендуется, прежде всего, обращать внимание на рабочие значения температур (а не давлений), поскольку они не зависят от вида используемого хладагента. Оценка технического состояния холодильной установки по температурному критерию упрощает процесс диагностики холодильного контура, заправленного новыми озонобезопасными видами хладагентов [2].

Целью работы является совершенствование методологии и технических средств диагностики в условиях параметрических и внешних отказов молокоохладительных установок при подготовке ремонтников.

Основные материалы исследования. Исследование различного типа неполадок в холодильных установках и сравнение режимов работы узлов одинакового функционального назначения производится на базе учебного модуля. Учебный модуль (рис. 1) сконструирован как обычное охлаждающее устройство. Он представляет собой систему, моделирующую более 50 возможных неполадок молокоохладительных установок, холодильных камер и воздухоохладителей. Источник питания модуля электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Модуль укомплектован двумя типами терморегулирующих вентилей: электронный и термостатический.

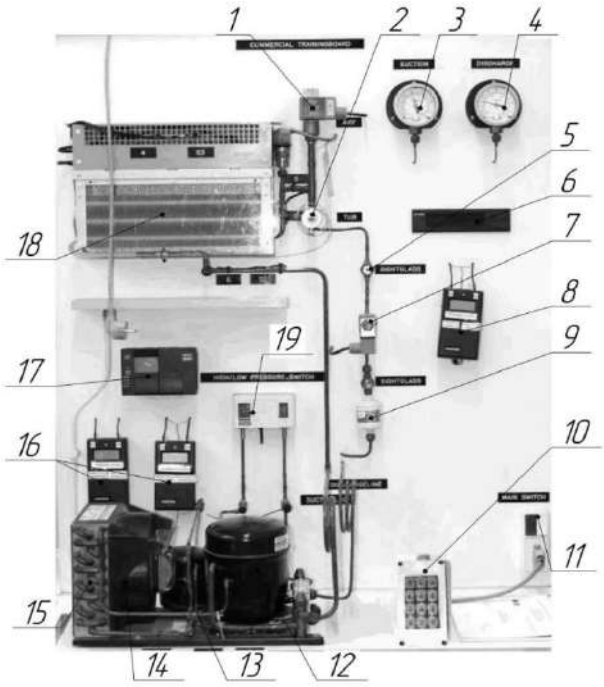


Рис. 1. Диагностический учебно-тренировочный модуль:
1 – электронный ТРВ; 2 – термостатический ТРВ; 3 – манометр давления всасывания; 4 – манометр давления нагнетания; 5 – смотровой глазок; 6 – монитор; 7 – электромагнитный вентиль; 8, 16 – электронные термометры; 9 – фильтр; 10 – пульт; 11 – кнопка включения стенда; 12 – компрессор; 13 – ресивер; 14 – вентилятор; 15 – конденсатор; 17 – блок управления; 18 – испаритель; 19 – реле давления

В состав модуля входят конденсатор, компрессор, испаритель, реле давления. Манометр низкого давления измеряет давление всасывания от 1 до 12 бар, а манометр высокого давления 5 – давление нагнетания от 1 до 25 бар. На передней стенка модуля также расположены фильтровый дегидратор, монитор, три цифровых термометра, и электронная система контроля АКС72А.

Датчики (рис. 2): *Д1, Д2* – измеряют температуру паров хладагента соответственно на выходе и входе в компрессор; *Д3, Д4* – температуру трубопровода на выходе из конденсатора и температуру охлаждающего

воздуха, выходящего из испарителя соответственно; *Д5, Д6* – температуру трубопроводов соответственно на входе и выходе из испарителя.

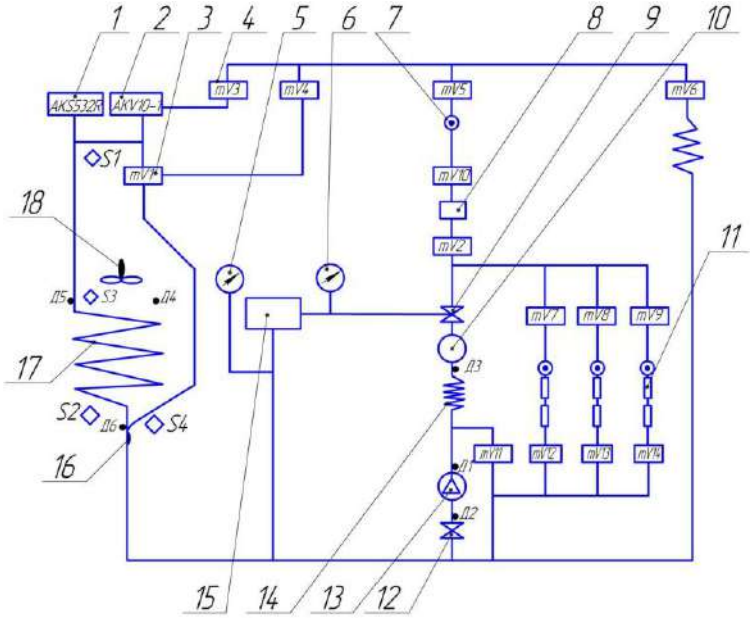


Рис. 2. Принципиальная схема модуля:
1 – электронный вентиль; 2 – терморегулирующий вентиль; 3, 4 – электромагнитный вентиль; 5 – манометр давления всасывания; 6 – манометр давления нагнетания; 7 – смотровой глазок; 8 – фильтр; 9 – вентиль нагнетательный; 10 – ресивер; 11 – расширитель; 12 – вентиль всасывающий; 13 – компрессор; 4 – конденсатор; 15 – реле давления; 16 – термобаллон; 17 – испаритель; 18 – вентилятор; Д1 – Д6 – датчики; S1 – S4 – сенсоры

Электронная система контроля АКС72А (рис. 1, поз. 17) настраивает и контролирует работу электронного – расширительного вентиля (рис. 4). Работа электронного вентиля контролируется 3-мя сенсорными датчиками. Сенсор (рис. 2) *S1* и *S2* – измеряют температуру соответственно перед испарителем (за выпускным вентилем) и после испарителя. Сенсор *S3* – измеряет температуру окружающего воздуха. Основной элемент электронной системы контроля является блок управления.

Электронно-расширительный вентиль AKV 10 (рис. 3) представляет собой расширительные клапаны с электрическим управлением для применения в холодильных установках. Они регулируют поступление жидкого хладагента в испарители. Для управления работой клапанов AKV используется контроллер АКС72А, подающие электрический сигнал на открытие/закрытие клапана. Впрыск контролируется перегревом хладагента.

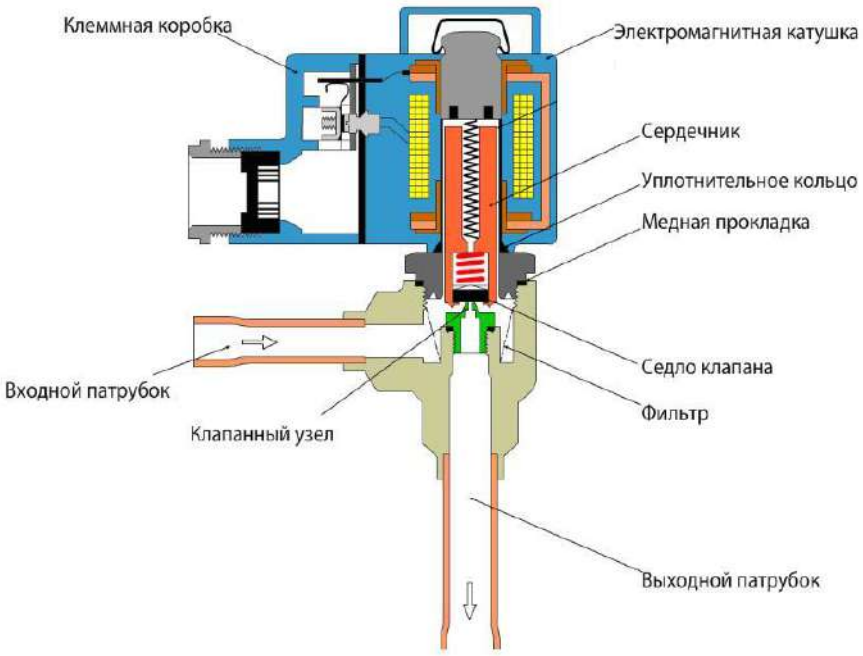


Рис. 3. Электронно-расширительный вентиль AKV 10

Возможные типы неисправностей вызываются кодами (табл. 1).

Таблица 1

Типы основных неисправностей

Код ввода	**Неисправности холодильной установки**	**Код выход**
30	Вентилятор в конденсаторе не работает	50
31	Вентилятор в радиаторе не работает	51
32	Засорился дегидратор	52
35	Заблокирован фильтр в выпускном вентиле	55
38	Переполнение	58
40	Малая утечка	60
41	Крупная утечка	61
47	Поломка реле	67

Неисправности определяются по температурным и параметрическим показателям. Схема установки датчиков на холодильной установке представлена на рисунке 4.

После модулирования неисправности учебный модуль приводится в исходное положение набором соответствующих кодов выхода на пульте 10 (рис. 1). Возможно, также моделирование нескольких неисправностей одновременно. Нехватка хладагента в испарителе, например, всегда вызывает рост перегрева, а нехватка хладагента в

конденсаторе – снижение переохлаждения. Если в холодильном контуре загрязнен испаритель, то это единственная неисправность, при которой одновременно с аномальным падением давления испарения реализуется нормальный или слегка пониженный перегрев.

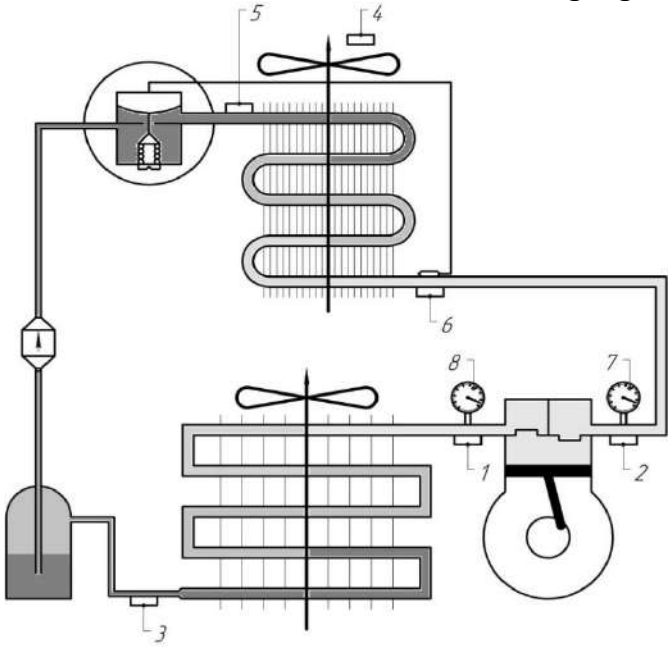


Рис. 4. Схема установки датчиков на холодильной установке

Датчики температуры: 1 –выход хладагента из компрессора; 2 – вход хладагента в компрессор; 3 –выход хладагента из конденсатора; 4 – воздух, выходящий из испарителя; 5 – вход хладагента в испаритель; 6 –выход хладагента из испарителя; 7 – манометр всасывания; 8 – манометр нагнетания

Если в холодильном контуре слабый компрессор, то это вызывает аномальный роста давления испарения при нормальном или даже несколько заниженном давлении конденсации и недостаточной хладопроизводительности. Хорошее переохлаждение означает либо чрезмерную заправку, либо наличие в хладагенте неконденсирующихся примесей. Если в холодильном контуре слабый конденсатор, то это единственная неисправность, при которой одновременно растет давление конденсации и ухудшается переохлаждение.

Выводы. Применение данной инновационной технологии способствует формированию базовых компетенций у специалистов по технической эксплуатации молокоохладительных установок.

Список литературы

1. Китун, А.В., Передня В.И., Романюк Н.Н. Машины и оборудование в животноводстве: учеб. пособие. Минск: БГАТУ, 2019. 504 с.

2. Технический сервис машин и оборудования в животноводстве: учебное пособие / В.П. Миклуш, [и др.]; под. ред. В. П. Миклуша. Минск: БГАТУ, 2013. 448 с.

УДК. 631.3.004:621.892

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА ИЗНАШИВАНИЕ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Журавель Д.П., д.т.н.,
Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, г. Мелитополь, Украина

Постановка проблемы. Износ деталей узлов и агрегатов приводит к ухудшению функциональных свойств мобильной техники, и уменьшению ее первоначальной стоимости [1].

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) является основной частью энергетического средства, от которого зависит безотказная работа сельскохозяйственной техники в целом. При неправильной эксплуатации в результате общего износа, средняя потеря мощности ДВС составляет 10-15%, или более 100 млн. кВт. В общей сложности за время эксплуатации ДВС, его ремонтируют не менее пяти раз, при этом ресурс работы отремонтированного двигателя в среднем составляет 30 % нового [2]. Проблемы уменьшения трения, коррозии и общего износа основных сопряжении автотракторных двигателей тесно связаны между собой.

Основные материалы исследования. Установлено, что примерно 62 % от общей энергии, получаемой двигателем внутреннего сгорания от сжигания топлива, расходуется на термические потери (отходящие газы, охлаждения цилиндров). На аэродинамические и гидродинамические потери – 6 %, от трения – 7 % и полезные затраты – 25 % [1].

На цилиндро-поршневую группу двигателя приходится – 67% механических потерь на трение, на вспомогательные агрегаты – 16 % и гидравлические потери, связанные с прокачкой масла – 17 % [1,2].

Исходя из вышесказанного можно заключить, что из рабочих поверхностей ДВС более всего подвержены износу стенки цилиндров и поршневые кольца. Менее изнашиваются подшипники, клапаны, направляющие клапанов, кольца, вкладыши и т.д. Износ стенок цилиндров и поршневые кольца, оказывают сильное влияние также на износ других деталей двигателя. Существует взаимосвязь износа отдельных частей и поверхностей двигателя.

Температура водяной рубашки, которая непосредственно влияет на температуру стенок цилиндра (50-60 °С и ниже) является главной причиной увеличения износа.

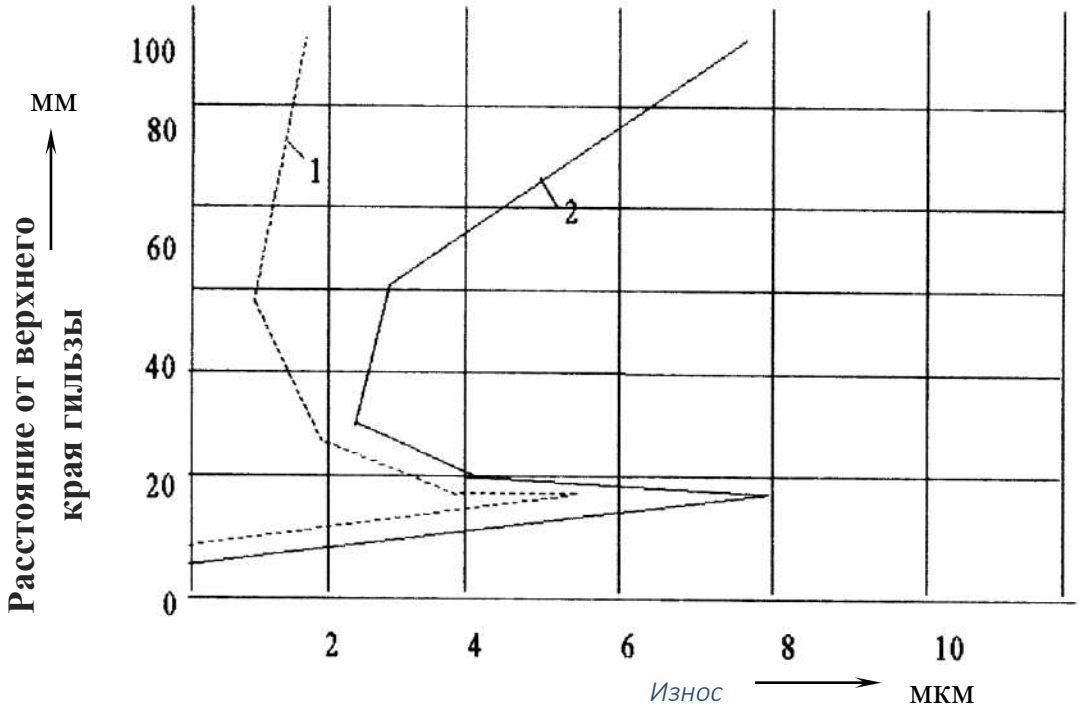
Результаты моторных испытаний, которые проводились на двигателе без контроля температуры системы охлаждения и на

двигателе с установленным термостатом, причем двигатель с термостатом показал износ, равный 1/3-1/4 величины износов, получаемых без термостата [1].

Установлено, что при попадании воды в масло, увеличивается до пяти раз вероятность задиров деталей цилиндро-поршневой группы, при исследовании работы двигателей ЯМЗ на форсированном нагрузочном и температурном режимах.

При работе ДВС на обводненном масле износ вкладышей подшипников коленчатого вала в полтора раза выше, чем при работе на обезвоженном масле [6].

Повышенный износ цилиндров наблюдается с увеличением конденсата воды в масле, в основном в нижней и средней частях цилиндров, наиболее обильно смазываемых маслом. Так при работе отсека двигателя Д-240, на низкотемпературном режиме принудительное введение воды вызвало увеличение износа цилиндров в нижней зоне в 4,7 раза (рис.1).



1 – без воды; 2 – с подачей воды в картер

Рис. 1. Эпюра износа гильзы цилиндра отсека двигателя Д-240Л при его работе с принудительным введением воды в масляный картер

Температура стенок ниже или около 66 °С благоприятствует коррозийному износу, так как при этой температуре происходит конденсация из отработанных газов влаги коррозирующих веществ.

По мере перемещения пленки масла в верхнюю зону вода

интенсивно испаряется, и поэтому ее влияние на износ средней и особенно верхней зоны цилиндра существенно меньше.

Проведенные исследования [1] показали, что при добавлении в масло с присадками до 3 % (масс.) воды их эксплуатационные показатели резко ухудшились, в то время как в масле без присадок (табл.1) такое ухудшение наблюдалось в значительно меньшей степени.

Таблица 1

Влияние обводнения моторных масел на их эксплуатационные свойства при проведении 100-часовых испытаний

Показатели	Масло М-10 без присадки		МаслоМ-10Г$_2$		Масло М-8В$_2$	
	без воды	с водой	без воды	с водой	без воды	с водой
1	2	3	4	5	6	7
Износ втулки цилиндра, мкм	2,70	3,00	1,78	3,00	1,02	1,09
Износ поршневых колец, г	0,385	0,4153	0,1697	0,5302	0,085	0,2014
Суммарный износ вкладышей, г	0,013	0,0524	0,0136	0,0236	0,029	0,1710
Нагаро- и лакообразование, баллы	3,5	3,6	1,6	2,3	2,3	2,6
Масса отложений на фильтре, г	85	235	25	180	65	315
Щелочность масла, мг КОН/г	-	-	8,1	5,1	2,2	1,0

В обезвоженном масле (табл. 2) указанные раннее кислоты не представляют большой опасности, но появление даже следов воды в масле увеличивает скорость коррозии под влиянием этих кислот более чем в 20 раз. Моторные масла содержат в своем составе воду, что приводит их микробиологическому заражению.

Вода стимулирует развитие и размножение большинства микроорганизмов, существующих в углеводородной среде. При обезвоживании масла рост и размножение микроорганизмов практически не происходит. В обводненном же масле происходит интенсивный рост микроорганизмов. и сопровождается образованием больших количеств продуктов их жизнедеятельности - пирогенных веществ. Это обстоятельство влияет на физико-химические и эксплуатационные свойства масел, ухудшая их, изменяя вязкость и уменьшая смазывающие способности.

Таблица 2

Влияние состава загрязнений в моторном масле на интенсивность его окисления

Состав загрязнений	Время окисления, ч		Кислотное число, мг КОН/г	
	без воды	с водой	без воды	с водой
Загрязнений нет	3500	3500	1,7	9,0
Железо	3500	400	6,5	81,0
Медь	3000	100	8,9	112,0

Износ трущихся деталей двигателя происходит за счет абразивного действия пыли, грязи и твёрдых частиц, которые попадают в него со всасываемым воздухом [1,3]. Если двигатель средней мощности всасывает от 1,5 до 9,0 л воздуха в 1 мин., пыль и грязь, попадающие в него, могут иметь значительный объём, если воздухоочиститель недостаточно эффективен или неисправен. С химическим составом пыли непосредственно связан её гранулометрический состав, а от него зависит способность пыли находиться в атмосфере во взвешенном состоянии. Частицы менее 5 мкм могут находиться в атмосфере достаточно долго, а для более крупных частиц время пребывания их во взвешенном состоянии уменьшается с увеличением размера и зависит от скорости и направления воздушных потоков.

Химический состав атмосферной пыли в некоторых областях Украины приведён в таблице 1,4 [7]. Кроме того, в пыли (табл.3) содержится также до 1% органических веществ

Таблица 3

Химический состав атмосферной пыли

Местность	Содержание, % (масс.)					
	SiO_2	Fe_2O_3	FeO	Al_2O_3	CaO	MqO
Херсонская обл.	68,0	-	-	14,0	4,0	2,0
Винницкая обл.	82,6	2,4	0,1	7,3	1,25	0,7
Запорожская обл.	69,2-70,9	1,8-2,3	0,1-0,6	8,8-9,4	2,5-5,4	1,7

Общепризнанно, что абразивный износ деталей зависит, прежде всего, от твердости и количества в масле продуктов неорганического происхождения.

Исследованиями [4,5] установлено, что если твердость минеральной частицы выше твердости контактирующего с ней металла, износ последнего интенсивен и мало зависит от границы

твердости металла и минеральной частицы.

Воздействие, оказываемое содержащимися в масле неорганическими загрязнениями на суммарный износ деталей поршневого двигателя, значительно превышает влияние загрязнений, попавших в двигатель другими путями. Износ гильз цилиндров и подшипников коленчатого вала происходит, очевидно, в результате суммарного воздействия загрязнений как неорганического, так и органического происхождения.

В таблице 4 приведены данные, подтверждающие влияние содержащихся в масле твердых неорганических загрязнений на износ деталей поршневого двигателя.

Таблица 4

Износ деталей поршневых двигателей при различных вариантах очистки воздуха

Детали	Износ деталей при эксплуатации двигателей, мм		
	без фильтра и без воздухоочисти-тельного фильтра	с воздухоочистителем	
		без масляно-очиститель-ного фильтра	с полно-поточным масляным фильтром
Гильзы	0,298	0,070	0,005
Поршни	0,097	0,025	0,018
Подшипники коренные	0,850	0,160	0,004
Шейки вала коренные	0,071	0,054	не обнаружено
Шейки вала шатунные	0,130	0,097	не обнаружено

Экспериментальные данные [1] показывают, что максимальный износ зеркала цилиндров и поршневых колец в поршневых двигателях ДВС наблюдается при частицах размером 15-30 мкм, а при увеличении размера частиц износ этих деталей несколько снижается. Износ подшипников и шеек коленчатого вала вызывается частицами, размер которых соизмерим с минимальной толщиной масляной пленки между этими деталями.

Для тракторных двигателей отечественного производства толщина масляной плёнки в смазываемых узлах коленчатого вала, составляет примерно 10 мкм [2-5].

Непосредственные измерения толщины слоя масла в коренных подшипниках коленчатого вала работающего двигателя показали, что она колеблется от 8 до 15 мкм [4]. Имеются данные, что в зависимости от условий работы двигателя толщина масляной плёнки составляет 15-75% от среднего зазора в подшипниках нового двигателя.

Выводы. При заправке в систему смазки поршневых ДВС масла, следует учитывать степень его очистки, так как размерный диапазон частиц существенно влияет на интенсивность изнашивания трибосопряжений.

Недостаточность требуемой толщины масляной плёнки приводит к так называемому «масляному голоданию», а это способствует эрозийному износу.

Условия «масляного голодания» относятся к поршню и зоне поршневых колец в момент холодного запуска двигателя. В момент запуска и первые минуты после запуска, когда двигатель работает при низких скоростях и температурах, свежее масло не успевает создать плёнку на стенках цилиндра, единственным смазывающим материалом является масло, частично оставшееся на стенках цилиндра и кольцах от предыдущей работы.

Список литературы

1. Гавриш В.І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: монографія. Миколаїв: МДАУ, 2007. 283 с.

2. Журавель Д.П. Моделювання процесів зміни кількісних і якісних показників моторних масел при їх використанні. *Праці ТДАТА*. Вип.2, т.14. Мелітополь, 2000. С. 37-40.

3. Журавель Д.П. Эффективность использования восстановленных моторных масел в тракторных двигателях. *Труды ТГАТА*. Вип.1, т.18. Мелитополь, 2001. С. 24-28.

4. Журавель Д.П. Исследование смазочной способности масел в сопряжениях автотракторных двигателей. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып. 2, т.1. Мелитополь, 1997. С. 46-48.

5. Журавель Д.П. Моделирование триботехнических процессов в сопряжениях автотракторных двигателей. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып. 1, т.6. Мелитополь, 1998. С. 38-43.

6. Журавель Д.П. Метод оценки состояния триботехнических свойств моторных масел. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып.1, т.13. Мелитополь, 1999. С. 65-67.

7. Топливо смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов и др. Тамбов.: Из-во Тамб. гос. техн. у-та, 2008. 304 с.

УДК 631.36.341.1

ВИМОГИ ДО МАТРИЦІ ДЛЯ ПРЕСА-ГРАНУЛЯТОРА

Комар А.С.,
Болтянська Н.І., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Наразі в агропромисловому комплексі застосовуються технології пресового гранулювання попередньо подрібнених матеріалів у прес-грануляторах. Фахівцями обґрунтована можливість гранулювання більше 5000 різних видів сировини. У сфері АПК у прес-грануляторах здійснюють переробку агросировини на виробництві гранульованих комбікормів та їхніх окремих компонентів, на виробництві паливних гранул із відходів АПК (наприклад, із соломи, лушпиння), а також із метою отримання гранульованих проміжних продуктів для підвищення ефективності подальшого технологічного процесу (наприклад, гранулювання макухи на олійно-екстракційних заводах) [1-3].

Найбільш відповідальною деталлю гранулятора і такою, що інтенсивно зношується є матриця. Існує велика кількість їх різновидів. Якісно виготовлена матриця повинна поєднувати в собі високу опірність стирання, поломок і корозії, забезпечувати високу пропускну здатність для досягнення оптимальної продуктивності. Діаметр плоских матриць становить 100-1250 мм, товщина – 20-100 мм. Діаметр круглої матриці досягає 1000 мм. Оскільки вартість матриць висока, на підприємствах приділяють велику увагу їх збереженню і правильній експлуатації. Матриці виготовляють з різних матеріалів. Головні вимоги до матеріалів – висока зносостійкість і пружність. Гарною зносостійкістю володіють матриці з нержавіючої сталі. Як правило, використовують сталь 40Х або HARDOX 500 і 20CRMN. Використовується сталь повинна бути зносостійкою і мати загартування 45-60 од. за шкалою твердості Роквелла [4-8].

За технологією виготовлення розрізняють зміцнені матриці з нержавіючої сталі, які можуть бути з вакуумною плавкою або з наскрізним загартуванням, а також навуглерожені матриці з легованої сталі. Отримання гранул правильної форми за допомогою безперервного пропуску сировини через перфоровані матриці в грануляторах досягається завдяки тиску вальців і тертя сировини об металеві стінки отворів матриць. Чим довше ці отвори, тим триваліший вплив тертя і тим міцніші виходять гранули. Між діаметром гранул і довжиною отворів матриці (довжина пресування)

існує співвідношення, при якому виходить встановлена міцність гранул. Чим більше діаметр гранул, тим товще має бути матриця. Живий перетин отворів у матриці має великий вплив на продуктивність гранулятора – чим він менше, тим менше продуктивність. Часто в отворах матриці робиться зенкування, щоб полегшити вхід продукту в отвори [9,10].

Товщина матриці повинна бути в 10 разів більше діаметру отворів. При виготовленні матриць товщиною менше 50,8 мм застосовують цековку отворів, яка полягає в тому, що свердлом розсвердлюють верхні кромки отворів. Іноді роблять фаски на отворах. Так, матриці товщиною 50,8 мм можуть мати отвори розміром 4,8х38,1 мм з конусним поглибленням 12,7 мм. При цьому ефективна довжина утворення гранул становить 38,1 мм. Отвори для пресування гранул діаметром від 2,4 до 4,8 мм мають малу раззенковку у впуску. Отвори для гранул діаметром 9,5 мм і вище не тільки раззенковують, але і обробляють на конус до половини, а в деяких випадках і більше. По виду каналів розрізняють матриці з прямими каналами, з раззенковкою на виході, з конусним виходом, з покроковим конічним виходом, з ключовим входом, з ключовим отвором. При недостатній товщині матриці гранула, що виходить з її отвору відразу ж руйнується. Розколювання деяких гранул по колу свідчить про те, що продукт недостатньо стискається або недостатній час витримується в матриці під тиском. Продуктивність гранулятора залежить від діаметру отворів матриці, їх кількості, площі матриці, а також якості шліфування внутрішньої поверхні отворів.

Поряд з матрицями на процес пресування великий вплив роблять і ролики. Їх виготовляють із спеціальної загартованої сталі. На поверхні роликів є рифлення для зменшення ковзання і для захоплення гранулюємого матеріалу. Коли поверхня роликів зношується від тертя, що виникає при зіткненні з сировиною і матрицею, ролики проточують, знову нарізають рифлі або замінюють. Зазвичай замінюють матрицю і ролики одним комплектом. Як і у ланцюгових пилкових гарнітурах (пари ланцюг – ведуча зірочка), зношені ролики не ставлять до нової матриці, і навпаки, так як поверхня зношених роликів зіпсує поверхню нової матриці. Матриця разом з роликами складає єдиний вузол, таким чином вони працюють спільно і вимагають правильної установки. Зазор між роликами і матрицею визначає ступінь стиснення. При нормальному розташуванні роликів від поверхні матриці виходять гранули необхідної міцності. Якщо зазор між роликами і матрицею збільшений, відбувається попереднє стиснення шару гранулюємої сировини, що підвищує тиск в отворах матриці, і гранули виходять підвищеної твердості. У таких випадках матриці можуть повністю забиватися продуктом, і тоді робота гранулятора зупиняється.

Виробництво пелет поділяється на два етапи: перший – утворення попередньо стиснутого шару сировини; другий – продавлювання сировини в отвори матриці та стиснення його завдяки тертю в отворах. Якщо ролики торкаються поверхні матриці, то тоді попереднього стиснення сировини не відбудеться, і з матриці будуть виходити м'які гранули або зовсім неспресований продукт.

Більш товстий шар попередньо стиснутої сировини сприяє утворенню «мастила» між металом ролика і матриці, що зменшує знос матриці і валків. Занадто малий зазор між роликами і матрицею дає тонкий твердий шар продукту, не забезпечує необхідного захисту від зносу. У товстому шарі сировини поглинаються тангенціальні сили, що з'являються в результаті руху ролика по матриці і прагнуть загнути гострі кінці її отворів, забиваючи або пошкоджуючи поверхню шматочками металу. Товстий шар сировини, що попереджає передчасний знос і поломку матриці, слід застосовувати для забезпечення безаварійної роботи гранулятора.

Оскільки тертя в отворах матриці є важливим фактором отримання необхідного тиску і твердості гранул, нова матриця з шорсткими отворами, навіть при ретельній її обробці на заводі або при короткочасному припрацюванні, дає дуже тверді гранули, а гранулятор показує низьку продуктивність. Надлишковий тиск, створюваний підвищеним тертям в отворах нової матриці, можна компенсувати зазором між матрицею і роликами.

При виборі матриці гранулятора насамперед треба орієнтуватися на вигляд запланованих до виробництва пелет. Проте фізико-механічні властивості сировини, що безпосередньо впливають на гранулювання і багато в чому на характеристики одержуваних гранул, сильно варіюються залежно від виду сировини. Наприклад, час витримування в матриці, що залежить від довжини каналу, впливає на якість гранул. Витрати на енергію становлять значну частину собівартості гранул, тому матриці грануляторів часто характеризують таким показником, як $см^2$/кВт. В середньому на виробництво 1 т пелет витрачається 120-180 кВт/год, з них 60-80 кВт/год – на процес гранулювання.

Великий вплив на енергоємність процесу гранулювання, а також знос підшипників гранулятора має ефективність системи мащення. Нещодавно на українському ринку з'явилися гранулятори фірми CPM, на яких встановлені ролики з масляним мащенням, на відміну від звичайних – з консистентним мащенням. Система масляного мащення роликів (ММР) має ряд переваг, що значно подовжують термін їх служби. В системі ММР масло циркулює по замкненому контуру, забезпечуючи безперервне мащення роликів. Потік масла, що йде до кожного ролика, дозволяє безперервно контролювати температуру підшипників. Крім цього, закрита система запобігає потраплянню в

ролики абразивів, так як відфільтрований потік масла видаляє частинки, що призводять до зносу підшипників, а також значно скорочує витрата масла. Система ММР дозволяє знизити робочу температуру підшипників роликів на 35 ºС (з 135 ºС до 100 ºС) і збільшити термін їх служби на 7500 годин.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.* 2009. Вип.89. С. 106-111.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: наукове фахове видання*. Харків, 2019. Вип.199. С. 267-275.

3. Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції». ТДАТУ.* 2019. С. 36-39.

4. Болтянський О.В. Використання різних критеріїв при визначенні кількості запасних частин. *Праці ТДАТА*. Вип. 36. 2006. С. 3-7.

5. Болтянська Н.І., Комар А.С. Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання. *Тези V Міжн. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва»*. Умань, 2019. С. 18-20.

6. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29

7. Комар А.С., Болтянська Н.І. Розробка конструкції преса-гранулятора для переробки пташиного посліду. *Зб. наукових-праць Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні питання розвитку аграрної науки в Україні».* Ніжин, 2019. С. 84-91.

8. Болтянська Н.І., Комар А.С. Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів. *Науковий вісник ТДАТУ.* 2018. Вип.8. Т.2. С. 44-56.

9. Комар А.С., Болтянська Н.І. Напрями удосконалення робочого процесу вальцово-матричних прес-грануляторів. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: мат. Міжн. наук.-практ. форуму*. ТДАТУ. 2019. Ч. 1. С. 33-36.

10. Болтянська Н.І., Комар А.С. Визначення умови економічної доцільності підвищення надійності прес-гранулятора. *Вісник ХНУСГ, «Проблеми надійності машин».* 2019. Вип. 205. С. 398-405.

УДК 620.22

ПІДВИЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ

Сушко О.В., к.т.н.,
Крамарчук Б.С., бакалавр,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Зносостійкі матеріали – це конкретні матеріали, які відрізняються підвищеною зносостійкістю в конкретних експлуатаційних умовах. Окремі матеріали можуть бути вельми зносостійкими в одних умовах, але зовсім нестійкими в інших. У результаті спрацьовування деталей знижується потужність двигунів, збільшуються витрати пального, погіршуються тягові якості, затуплюються начіпні знаряддя. Знос є причиною виникнення відхилень від нормальних умов роботи, таких як виникнення ударів, вібрацій та ін., які можуть привести до руйнування. Тому дослідження питань способів підвищення конструкційної зносостійкості є вельми актуальним. Теорію тертя та зношування досліджували такі вчені як М. В. Ломоносов, Ш. Кулон, Л. Ейлер, О. Рейнольдс та інші. Значний вклад в створення теорії тертя та зношування внесли В. Д. Кузнєцов, І. В. Крагельський, Б. І. Костецький, В.Н. Ткачев, В.Є. Канарчук, В. Харді та ін. [1-3].

У багатьох випадках з підвищенням твердості матеріалу збільшується його зносостійкість. Це правило більш однозначно діє в умовах абразивного зношування; в парах тертя матеріал з меншою твердістю може мати більшу зносостійкість (наприклад, пластмаси, бабіти та ін.). Елементи вузлів тертя виготовляють зі сталей, чавунів, сплавів, композитних та неметалічних матеріалів. У багатьох випадках матеріали також наносять у вигляді покриттів, плівок, накладок [4]. Крім того, для деталей використовують методи поверхневого та об'ємного зміцнювання, а також різні види хіміко-термічної обробки (ХТО).

Природа зношування деталей двигунів включає три концепції [5]:

1. Корозійна концепція – електрохімічна (*а*) та хімічна (*б*):

а) при згорянні пального утворюються сполуки, які при взаємодії з вологою утворюють агресивні кислоти, що впливають на гільзи циліндрів через електрохімічну корозію;

б) при високих температурах агресивні сполуки, що утворюються при роботі (CO_2, O_2, SO_2, SO_3), викликають хімічну корозію, до якої схильні клапани, верхні частини циліндрів, ділянки поршнів.

2. Втомленісна концепція – при знакозмінних навантаженнях (гільзи циліндрів) спостерігається виникнення втомленісних тріщин та їх розвинення, чому сприяють адсорбційні та корозійні процеси.

3. Абразивна концепція – абразиви, які попадають у двигун, сприяють виникненню концентраторів напруження, які під впливом активних середовищ будуть сприяти руйнуванню поверхневого шару; при цьому границя втомленості σ_{-1} знижується на 60-70 %.

Підвищення довговічності ДВЗ може здійснюватись за рахунок таких факторів [6] :

1) застосування матеріалів з високою циклічною міцністю;

2) застосування матеріалів з високою демпфуючою здібністю;

3) урахування електронної будови матеріалів при виборі пар тертя;

4) застосування технологічних засобів підвищення зносостійкості (σ_w) та границі втомленості (σ_{-1}) за рахунок азотування, хромування, наплавлення та ін.

Слід зазначити, що високоміцні чавуни типу ВЧ мають більшу зносостійкість, ніж сірі звичайні типу СЧ, однак, перші мають меншу демпфуючу здібність. Механізм гасіння коливань (поглинання та розсіювання) має деформаційний характер. на границі розподілу матриця-графіт має місце мікропластична деформація металевої основи, яка є джерелом розсіювання енергії. Таким чином, більш міцні матеріали при нестабільних режимах роботи мають знижену зносостійкість у зв'язку з пониженою демпфуючою здібністю. Тому перспективним є застосування біметалевих матеріалів типу ВЧ – СЧ для гільз, в яких поєднуються висока демпфуюча здатність з високою границею втомленості.

Вибір пар тертя з урахуванням електронної будови металів. За концепцією академіка В.Є. Канарчука в процесі тертя завдяки значному питомому тиску число локалізованих електронів може зростати, а колективізованих – зменшуватись. Обмін електронами в парі тертя (ефект дисгрегації) сприяє тому, що для ковалентного зв'язку може збільшуватись і перебільшувати долю металевого зв'язку. Цей процес може приводити до утворення вторинних структур типу сполук *FeB, FeAl* та ін. [7].

В залежності від донорсько-акцепторних властивостей матеріалів пари, на поверхнях тертя проходять складні процеси електронної взаємодії та утворення складних конфігурацій (d^5, d^{10}). Оптимальною гетерогенною структурою є така, яка швидко та зворотно змінюється при зміні режиму тертя системи тіло – контртіло – мастило. Наприклад, при стрибкоподібній зміні параметрів h, v, Θ змінюється структура сталі: з аустеніту або мартенситу виділяються (або розчиняються) карбіди; при цьому може виникнути явище над пластичності та, як наслідок цього, збільшується зносостійкість [4, 8].

При підбиранні пар тертя слід сполучати метали неперехідні (*B, Cu, K, Ca, Na, Zn, Al*) та перехідні (*Cr, Mn, Fe, Ni, V, Ti*), які можуть утворювати сполуки з ковалентними зв'язками типу *FeB, FeAl*. Виникнення електронного «змащування» забезпечується при умові того,

що поверхні тертя мають достатню кількість елементів-донорів, які можуть утворювати сполуки вищенаведеного типу.

Оскільки доля нелокалізованих електронів у сплавах на основі заліза незначна (до 24 %) [9], то вони мають акцепторні здібності та легко вступають у взаємодію зі сплавами, які мають донорські здібності (наприклад, у парах алюмінієвий сплав *АК-4* – чавун). Аналогічна картина спостерігається при терті підшипникових сплавів, які мають значні донорські здібності.

Таким чином, мінімальне зношування при терті може бути наслідком передачі нелокалізованих електронів від одного елемента до іншого та утворення шару «електронного мастила», який розділяє поверхні тертя та забезпечує мінімальне зношування пар тертя та їх кращу адаптацію до зовнішніх умов.

Список літератури.

1. Тененбаум М.М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин при абразивном изнашивании. М.: Машиностроение, 1986. 271 с.

2. Ткачев В.Н. Методы повышения долговечности деталей машин. М.: Машиностроение, 1971. 272 с.

3. Канарчук В.Є., Шевченко В.І. Зносостійкі матеріали: Навчальний посібник. К.: НТУ, 2001. 100 с.

4. Сушко О.В., Голяк О.Л. Визначення витрат на усунення наслідків відмов вузлів і деталей двигунів у процесі експлуатації. *Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowich i maszyn roboczych samojezdnych:* матеріали XVIII між нар. конференції: RZESZOW, 26-29 wrzesien, 2007. P. 293-296.

5. Сушко О.В. Компоненти змащувальних масел та вплив фракційного складу на їх фізико-хімічні і триботехнічні показники. *Праці ТДАТУ*. 2008. Вип. 8, т. 9, С.145 – 153.

6. Сушко О.В. Корозійно-механічне зношування циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння. *Праці ТДАТУ.* 2009 Вип. 9, т. 4. С.47-50.

7. Сушко О.В. Поліпшення механічних характеристик традиційних сталей. *Праці ТДАТУ.* 2010. Вип. 9, т. 4. С. 77-81.

8. Посвятенко Е.К., Сушко О.В., Д.П. Журавель. До прогнозування ресурсу мобільної техніки. *Збірник тез доповідей LXVIV наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених структурних підрозділів НТУ*. К.: НТУ, 2013. 9 с.

9. Тарасенко В.В., Сушко О.В. Аналіз існуючих теорій руйнування крихких матеріалів. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16, Т.2. С.132-139.

УДК 621.81-192:614

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ МАШИН

Болтянська Н.І.,к.т.н.,
Мельников В.Я., бакалавр,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Сучасний розвиток техніки характеризується її ускладненням, інтенсифікацією режимів роботи (підвищенням робочих швидкостей, тисків, температур та ін.), об'єднанням окремих машин і апаратів в єдині технологічні лінії, автоматизацією і т.д. Все це підвищує ймовірність виникнення різних збоїв в роботі техніки, її відмов, тобто погіршує стабільність, безперебійність її роботи, або підвищує вимоги до зазначеної стабільності роботи, безвідмовності техніки [1].

Недостатня надійність техніки перш за все веде до великих витрат на її ремонт. Відмови з тяжкими наслідками (аварії) часто призводять до повної втрати техніки і навіть до людських жертв. Навіть невелике підвищення надійності якогось широко використовуваного виду обладнання (наприклад, електродвигунів, насосів та ін.) може дати значний економічний ефект в масштабах галузі і країни в цілому [2,3].

Забезпечення надійності технологічного обладнання є головним фактором підготовленості техніки і обслуговуючого персоналу до виконання заявлених виробничих програм, що відповідають вимогам як високої продуктивності промислового обладнання, так і збільшення рівня багатономенклатурного виробництва виробів на основі організації ефективної системи технічного обслуговування і ремонту. Дана постановка характеризує: 1) стратегічну спрямованість розвитку сучасних технологій машинобудівного виробництва; 2) методи і способи досягнення високої якості виробів, забезпечення надійності і працездатності обладнання [4].

Надійність відноситься до числа основних показників якості машини, вона проявляється в часі і відображає зміни, що відбуваються в процесі використання машини, протягом усього життєвого циклу - від створення до утилізації. Надійність – це властивість машини зберігати необхідні показники якості протягом всього періоду її експлуатації. Досягнення високого рівня надійності вимагає проведення супутнього діагностування та прогнозування технічного стану обладнання.

Технологічне обладнання автоматизованого виробництва являє собою систему машин автоматичної дії. У машинобудуванні до систем машин автоматичної дії перш за все відносяться верстати-автомати, верстати з числовим програмним управлінням, автоматичні лінії,

гнучкі виробничі системи, обробні центри, виробничі системи, що перекомпонуються та реконфігуруються [4-6]. Розглядаючи технологічне обладнання як систему машин, в свою чергу, слід мати на увазі, що машина є система механізмів і вузлів, що виконує механічні рухи і різні операційні функції в процесі безпосереднього перетворення енергії, матеріалів, інформації для здійснення технологічних операцій і виготовлення виробів. При безперервному виконанні рухів механізмів і вузлів функціонування машини носить переривчастий, дискретний характер. Відбувається чергування періодів безперервної роботи і періодів, пов'язаних з простоями машини з різних причин. З одного боку, при забезпеченні високого рівня надійності необхідно витримати задані режими функціонування, з іншого – максимально скоротити тривалість і число простоїв машини в процесі її експлуатації протягом робочих змін. Отже, події, що відносяться до безпосереднього виконання процесів функціонування машини (П1, П2,...ПN), будуть представляти ланцюг станів з послідовним чергуванням простоїв і відновленням працездатності машини (рис. 1).

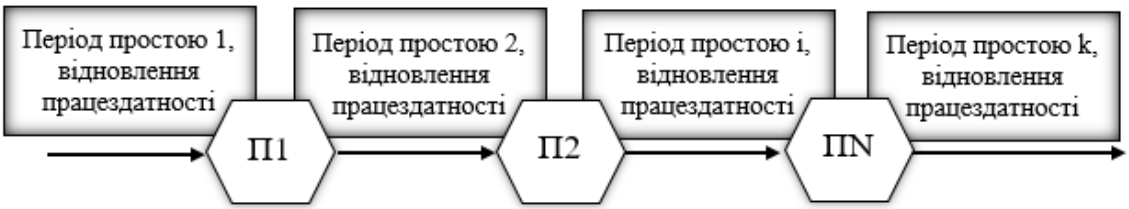


Рис. 1. Схема послідовності чергування періодів функціонування машини і періодів простоїв з необхідністю відновлення працездатності та забезпечення надійності

Між подіями безперервної роботи, тобто напрацюванням до виникнення відмови, потрібне оперативне втручання, коли виник простий і для підтримання машини в працездатному стані необхідно виконувати важливі завдання забезпечення надійності машини і підтримувати працездатність машини з скороченням часу простоїв і числа. Наслідком втрати працездатності є відмови вузлів, механізмів, що призводить до простоїв машини. Простої характеризують ненадійність машини з появою відмов її функціонування. Відмова функціонування розглядається як позациклова втрата і як подія, що полягає в порушенні працездатності машини. При цьому відмова машини має об'єктивні причини виникнення, але носить випадковий характер, і ймовірність її появи може бути описана різними законами ймовірнісного розподілу параметрів надійності в процесі експлуатації.

Втрата працездатності під час функціонування є природна властивість реальної системи машин. Різні види енергії, які виробляє сама машина і які впливають на машину ззовні, висловлюють оборотні і необоротні процеси зміни її стану, що призводять до погіршення початкових значень техніко-експлуатаційних параметрів машини.

До числа основних напрямків підвищення надійності системи машин слід віднести наступні три напрямки. 1. Підвищення опору системи машин зовнішнім діючим умовам експлуатації. Це має досягатися за рахунок розробки методів створення високоміцних, жорстких, зносостійких конструкцій вузлів і механізмів, а також застосування конструкційних матеріалів високої міцності, зносостійкості, антикорозійного стійкості та ін. 2. Ізоляція машин від шкідливих коливальних процесів і впливів за рахунок установки машини на фундамент для віброізоляції, створення спеціальних температурних умов і вологості. 3.Застосування методів саморегулювання, коли машина здатна автоматично відновлювати втрачені функції і реагувати на зовнішні впливи. Для цього напряму існують необмежені можливості вирішення проблем підвищення надійності, працездатності і довговічності машини.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: наукове фахове видання*. Харків, 2019. Вип.199. С. 267-275.

2. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»*. ТДАТУ. 2019. С. 36-39.

3. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko.* Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

4. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

5. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK.* Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

6. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes".* Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

7. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. *Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition*. Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.

УДК. 631.3.004:621.892

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОПАЛЬНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Д.П. Журавель, д.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. З кожним роком використовувати традиційні паливно-мастильні матеріали (ПММ) для сільськогосподарської техніки стає все дорожче. Підвищення цін на ПММ викликане, головним чином, зменшенням нафти в надрах Землі. За прогнозами науковців, за існуючих темпів видобутку нафти її запасів достатньо буде всього на 30-40 років. Цей факт, безперечно, впливає на ціну ПММ й спонукає до пошуку альтернативних його видів.

Основні матеріали дослідження. Застосування біопально-мастильних матеріалів (БПММ) є ефективним способом вирішити цілий комплекс економічних і екологічних проблем, “оздоровити” і вивести сільське господарство на принципово новий рівень розвитку, а також зменшити залежність від країн, крупних постачальників енергоресурсів. БПММ представляють інтерес як реальна перспектива часткової заміни нафтових ПММ, без необхідності створення нових інфраструктур заправних станцій і кардинальної зміни функціональних систем сільськогосподарської техніки(СГТ). Економічний ефект від використання цих ПММ може скласти значну суму. А також дозволить значно скоротити шкідливі викиди в атмосферу [1-3].

Проте широке використання БПММ не можливе без проведення експериментальних досліджень по вивченню впливу його на надійність та працездатність елементів, агрегатів деталей функціональних систем. Одним із проблемних питань, пов’язаних з використанням БПММ є забезпечення надійності як функціональних систем СГТ так і експлуатаційних показників машино-тракторних агрегатів (МТА). Триботехнічний і хіммотологічний аналіз процесів, які виникають в трибоспряженнях вузлів і агрегатів пояснює причину прискореного зношування поверхонь конструкційних матеріалів при використанні БПММ. Наявність вільних жирних кислот в сирій рослинній оливі і присутність метанолу в біодизелі призводить до виділення водню і його поступовий перехід в поверхневий шар металу, що призводить до водневого зношування.

В результаті аналізу факторів, що впливають на виникнення відмов, і розробки математичних моделей, запропоновано такі

основоположні принципи підвищення надійності агрегатів мобільної техніки: виявлення "слабкої ланки" і доведення його надійності до нормованого рівня (принцип рівної ймовірності напрацювання до відмов елементів системи); управління прогресом функції a (t) зміни параметрів (принцип мінімуму градієнта параметра); обґрунтованого призначення границь допусків параметрів (принцип оптимуму номіналів і допусків параметрів) та ін. Розробка методу прогнозування надійності за статистичними характеристиками законів розподілу параметрів елементів функціональних систем, що забезпечує реалізацію принципу виявлення "слабкої ланки" [4,5].

Основні методологічні принципи підвищення надійності сільськогосподарської техніки наведені на рис.1.

Рис. 1. Основні методологічні принципи підвищення надійності сільськогосподарської техніки

Реалізація зазначених принципів зумовила розробку нових методів прогнозування, різних за своїм характером прояву відмов розрахунку конструктивних і функціональних відмов, а також принципово нових технологій і технічних рішень, спрямованих на вдосконалення функціональних систем сільськогосподарської техніки і умов їх технічної експлуатації.

На працездатність функціональних систем впливає багато різноманітних факторів, які заздалегідь передбачити і врахувати не можливо. Усі приведені фактори є причиною одного наслідку – поява в певний проміжок часу відмови або несправності, частота і трудомісткість усунення яких і характеризує надійність вузлів і агрегатів СГТ [6].

Можливі несправності функціональних систем СГТ розділяють на несправності, які характеризуються неприпустимі кількісні зміни будь-

якого параметру вузла або агрегату, і інші, які оцінюються зміною структурних взаємозв'язків в системі.

В процесі експлуатації СГТ із-за зношування її деталей і порушення герметичності змінюються параметри, які характеризують працездатність вузла або агрегату в цілому.

Втрата працездатності вузлів і агрегатів може відбуватися по причині виходу любого параметру за межі допустимої величини, або внаслідок порушення їх функціональних властивостей.

Поступові відмови виникають в результаті протікання того чи іншого процесу старіння, який погіршує початкові параметри елементів функціональної системи.

Основною ознакою поступової відмови є те, що ймовірність його виникнення P(t) протягом заданого періоду часу від t_1 до t_2, залежить від тривалості попередньої роботи елементу t_1. Чим довше використовувався елемент, тим вища ймовірність виникнення відмови, тобто $P_2(\Delta t) > P_1(\Delta t)$, якщо $t_2 > t_1$. До цього виду належить більшість відмов, вони пов'язані зі зношуванням, корозією, втомою, повзучістю і іншими процесами старіння матеріалів, з яких створені елементи. Прикладами таких відмов можуть служити теплові тріщини, що виникли в деталі внаслідок припинення подачі оливи; поломки деталі через неправильні методи експлуатації машини або виникнення перевантажень; деформація або поломка деталей, які потрапили в непередбачені умови роботи. Відмова при цьому відбувається, як правило, раптово, без попередніх симптомів руйнування і не залежить від ступеня зношеності. Ймовірність його виникнення однакова як для нових деталей, так і для зношених.

Розподіл на поступові і раптові відмови визначається природою їх виникнення. Для поступової відмови процес втрати працездатності починається відразу при експлуатації елементів системи. Для раптової відмови час його виникнення є випадковою величиною. Швидкість процесу виникнення протікає досить швидко.

Може бути, і третій вид відмов, який включає особливості двох попередніх і називається складною відмовою. Тут час початку виникнення відмови – випадкова величина, яка не залежить від стану деталі, а швидкість процесу втрати її працездатності залежить від фізики процесу старіння. Наприклад, зовнішні ударні впливи на машину від сторонніх предметів (рідкісна випадкова подія) можуть бути джерелом виникнення втомної тріщини через первинне пошкодження поверхні деталі. Функціональні відмови вузлів і агрегатів складають 60% від загального числа відмов, параметричні – 40% [6-8].

При фіксованій структурі і заданих типах елементів СГТ, як систем, існує деяка верхня межа підвищення параметричної надійності

P (t) max, досягнення якої бажано, але в ряді випадків можлива ситуація, коли не виконується умова:

$$P(t)\ max \geq Pт, \qquad (1)$$

де P (t) max - параметрична надійність функціональних систем протягом заданого часу $t_т$ при оптимальних значеннях номіналів параметрів її елементів; Рт - нормоване значення параметричної надійності складових функціональних систем протягом часу тт.

Фактори,які впливають на надійність функціональних систем мобільної техніки наведені на рис.2.

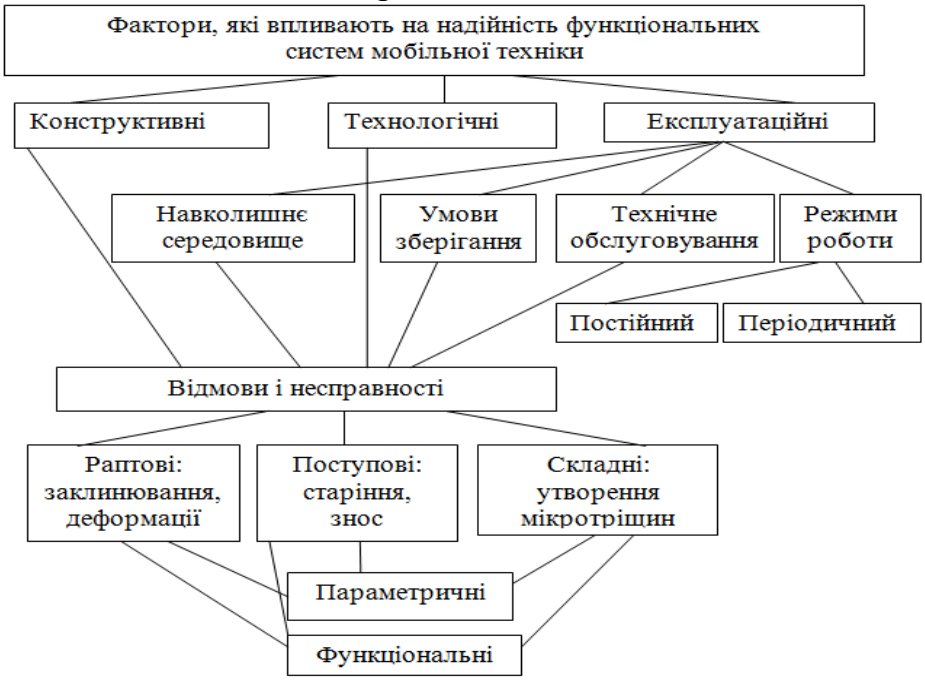


Рис. 2. Схема факторів, які впливають на надійність функціональних систем сільськогосподарської техніки

Застосування біодизеля у двигунах внутрішнього згоряння погіршує його експлуатаційні характеристики. Погіршується робочий процес. Економічність падає на 11%, період затримки самозаймання збільшується на 20%, швидкість підвищення тиску – на 87%, а температура вихлопних газів на 27%. Погіршується характеристика паливоподачі. У результаті знижується тиск впорскування й погіршується наповнення надплунжерного простору. Робота двигуна на граничному навантажувальному режимі характеризується різкою нестійкістю, появою на вихлопі розпечених часток нагару й наявністю парадоксального для дизеля явища передчасного самозаймання пального. Це пояснюється нагромадженням у циліндрі незгорілої частини пального через його погану випаровуваність [9].

Доведено що біодизель по відношенню до конструкційних матеріалів є більш агресивним в порівнянні із дизельним пальним. Це пояснюється виникненням вільного водню на поверхні матеріалів, який

сприяє створенню окисних плівок та проникнення водню в поверхневі шари металу, який сприяє водневому зношенню [3,5,10]. Невілювання цих негативних явищ можливо за рахунок зменшення в біодизелі кількості метанолу. Підвищити ресурс сільськогосподарської техніки при роботі на біологічному пальному, можливо за рахунок промивки мінеральним пальним всієї паливної системи. Цим самим виключається шкідливий вплив метанолу на метали в процесі простоїв вузлів і агрегатів. Для забезпечення надійності сільськогосподарської техніки нами була розроблена методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні БПММ [3,5,6,10,11].

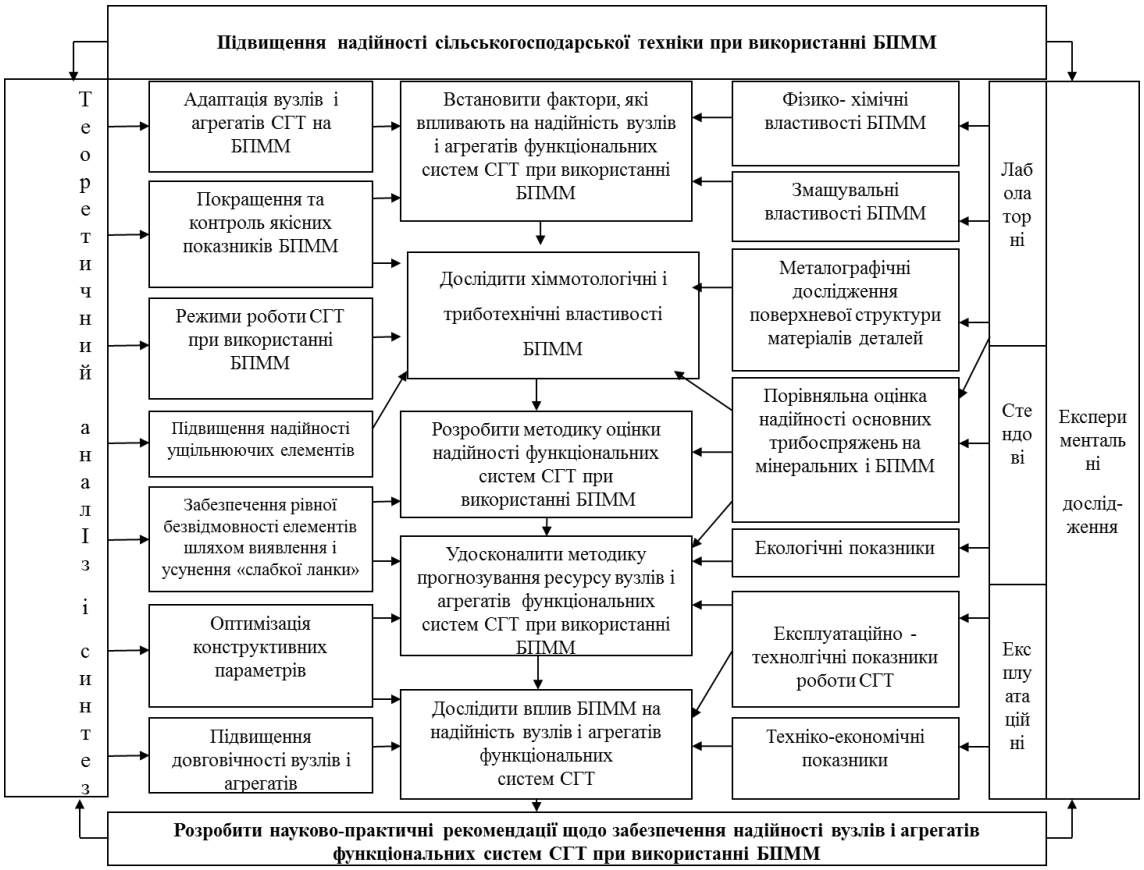


Рис. 3. Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні БПММ

Висновки. Встановлено, що зниження ресурсу елементів і систем СГТ при роботі на біологічних ПММ пояснюється активним впливом метанолу біодизельного пального і вільних жирних кислот біооливи на матеріали основних елементів дизельного двигуна, системи змащення, гідростатичних і механічних трансмісій, гідросистем. Це призводить до руйнування поверхонь і збільшенню зносів деталей трибоспряжень. Для підвищення надійності функціональних систем сільськогосподарської техніки необхідно замінити деякі матеріали трибоспряжень, які інертні до середовища жирних кислот та їх складових.

Список літератури.

1. Журавель Д.П. Обґрунтування методики прогнозування технічного стану функціональних систем мобільних енергетичних засобів. *Праці ТДАТУ*. Вип. 19.Т.4. Мелітополь, 2019. С.86-104.

2. Журавель Д.П. Обґрунтування пристрою для оцінки триботехнічних властивостей змащувальних матеріалів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Вип. 9. Том 1. Мелітополь, 2019. С.12-22.

3. Журавель Д.П., Бондар А.М., Паніна В.В. Методологія оцінювання надійності дизельних двигунів при експлуатації на біодизелі. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти.* Вип. 7.Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. С.30-39.

4. Журавель Д.П., Мілько Д.О., Бондар А.М. Використання біологічної оливи для сільськогосподарської техніки. *Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний збірник*/ ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С. 125-131.

5. Дидур В.А., Надыкто В.Т., Журавель Д.П., Юдовинский В.Б. Особенности эксплуатиции мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биодизельного топлива. Тракторы и сельхозмашины. 2009. № 3. С. 3-6.

6. Дидур В.А., Журавель Д.П. Надежность мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биологических топливо-смазочных материалов. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. К., 2016. Вип. 251. С.67-75.

7. Журавель Д. П. Особливості використання олив біологічного походження для мобільної техніки. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти: зб. наук. праць* / УВ МААО. Запоріжжя, 2014. Вип. 2. С. 157-165.

8. Журавель Д. П. Обґрунтування методу прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на біопаливі. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання.* ТДАТУ. Вип. 12. т. 3. Мелітополь, 2012. С. 109-119.

9. Журавель Д. П. Моделювання енергетичного балансу трибосистеми сільськогосподарської техніки в середовищі змащувальних матеріалів. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти.* Запоріжжя, 2013. Вип. 1. С. 126-132.

10. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Знос матеріалів в середовищі біопалив. *Праці ТДАТУ*. Вип. 10, т.2. Мелітополь, 2010. С. 77-90.

11. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2012. Вип. 12, т.2. С. 28-33.

УДК 621.436.004.67

ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ

Паніна В.В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного м. Мелітополь Україна

Постановка проблеми. Відновлення зношених деталей є важливим резервом підвищення ефективності використання різних машин і механізмів. Значну частину відновлюваних деталей машин із зношеними посадочними і опорними шийками складають різні вали і осі, схильні в процесі експлуатації до дій циклічних навантажень. Технології відновлення таких деталей не повинні знижувати втомної міцності. Колінчастий вал двигуна, в значній мірі визначає його ресурс. Ресурс колінчастого валу визначається двома факторами: зносостійкість і опір втомним навантаженям [1].

В процесі експлуатації двигуна зношуються поверхні валу, що труться, а в найбільш небезпечних зонах накопичуються втомні пошкодження, в результаті чого відбувається зниження його міцності і, зокрема, опір втомним навантаженням. Вибір способу відновлення залежить від умов роботи деталі, конструктивно-технологічних особливостей, її зносу, довговічності відремонтованої деталі, від вартості відновлення.

Основні матеріали дослідження. При обґрунтуванні способу усунення дефектів деталі слід враховувати: конструктивно-технологічні особливості деталі; умови роботи деталі; матеріал деталі, можливі зміни структури, твердості, зносостійкості; число і види дефектів; можливі для даного матеріалу, сучасні способи усунення кожного дефекту; можливість наступної механічної обробки; технологічні властивості способів відновлення, що визначають довговічність відремонтованих деталей; економічна ефективність усунення дефекту прийнятим способом [2-4].

Існують декілька варіантів вибору способу відновлення деталі. Найбільш поширена методика оцінки способу відновлення за допомогою послідовного використання трьох критеріїв – технологічному, технічному, техніко-економічному [5-9]. На основанії цих методів можливо обрати контактне напікання.

Проблема полягає в тому, що кожен із узагальнених критеріїв досягає свого кращого значення при різних поєднаннях характеристик системи. Можлива також наявність суперечливих критеріїв, коли зміна характеристик системи з метою покращення одного з них викликає

погіршення іншого. Побудова єдиної шкали для оцінки всієї сукупності критеріїв, що мають різний фізичний зміст, викликає значні труднощі.

Використовуючі метод Паретто визначаємо раціональне обладнання для застосування обранного методу відновлення колінчастого валу (таблиця 1).

Таблиця 1

Основні характеристики обладнання

№	Найменування обладнання	Номінальна потужність, кВт	Вторинна напруга, В	Продуктивність зварювань, год	Маса, т
1	МСО-301	11,12	2,00	72,92	3,71
2	МСО-602	20,95	18,00	52,08	5,46
3	К607	37,33	50,00	2,50	26,19
4	К566М	53,71	54,00	1,67	76,38
5	На основі токарного верстата	4,57	18,00	58,33	0,65
	Ідеал	53,71	54,00	72,92	0,65

Економіст і соціолог Вільфредо Парето пропонує унормувати критерії.

Виконавши нормування критеріїв, побудували багатокритеріальну оцінку вибору обладнання для ремонту колінчастого валу [10, 11].

Таблиця 2

Унормовані критерії

№	Найменування обладнання	Номінальна потужність, кВт	Вторинна напруна, В	Продуктивність зварювань, год.	Маса, т	П	μ
1	МСО-301	0,09	0,06	0,29	0,03	0,78	1,25
2	МСО-602	0,12	0,10	0,21	0,04	0,79	1,26
3	К607	0,17	0,16	0,01	0,18	0,93	1,49
4	К566М	0,22	0,17	0,01	0,53	1,20	1,93
5	На основі токарного верстата	0,07	0,10	0,23	0,005	0,77	1,24
	Ідеал	0,22	0,17	0,29	0,005	0,62	1,00

Ідеал визначаємо побудуванням графіку (рисунок 1).

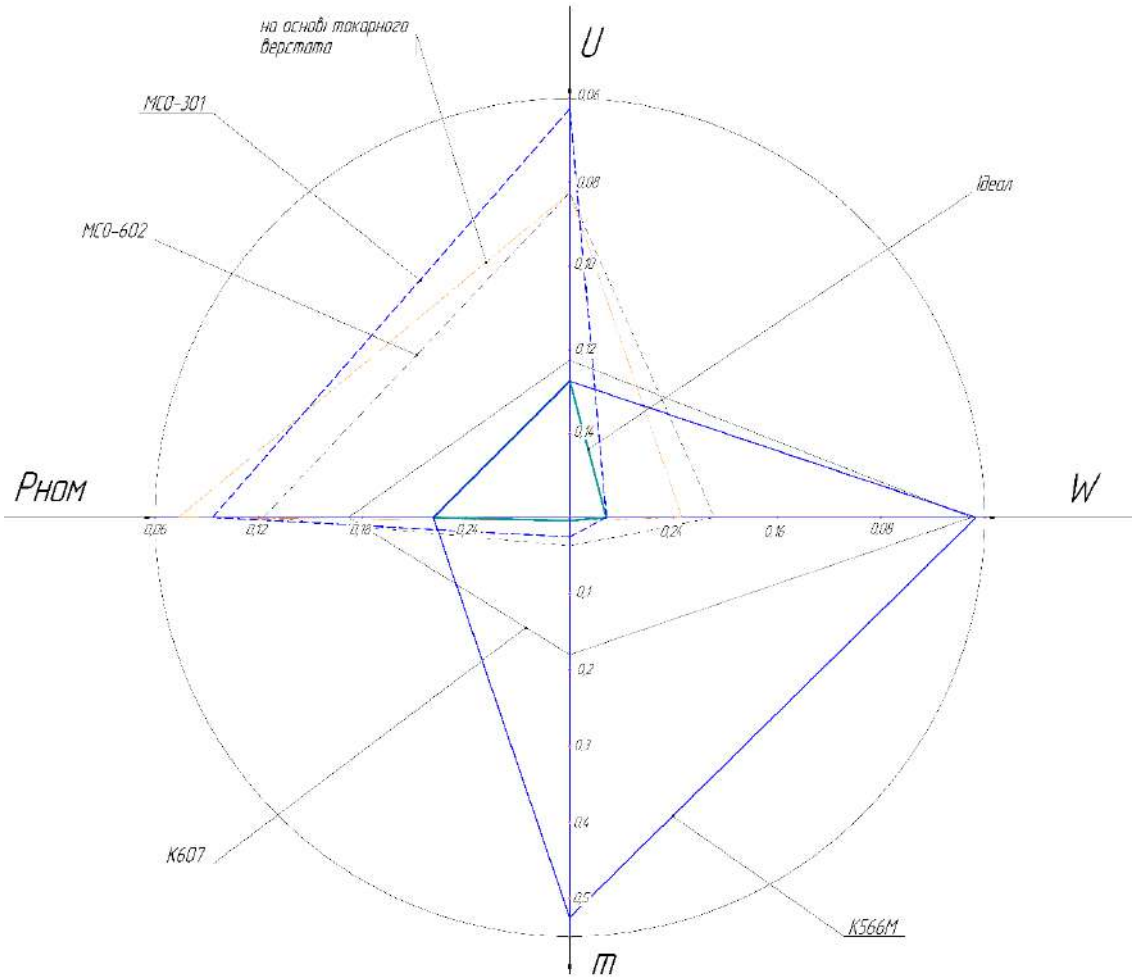


Рис. 1. Багатокритеріальна оцінка вибору обладнання для електроконтактного напікання

Висновки.

Користуючись методом Парето визначено, що для електроконтактного напікання раціонально використовувати обладнання на основі токарного верстату.

Список літератури.

1. Журавель Д.П., Паніна В.В., Новік О.Ю. Вибір оптимального способу відновлення колінчастого валу. *СУЧАСНІ НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ШЛЯХУ ДОЄВРОІНТЕГРАЦІЇ: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.).* Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В. 2019. Ч. 1. С. 224-225.

2. Паніна В.В., Семенов Є.І. Способ відновлення блок-картера. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів ТДАТУ*, Вип. 13 Т.1

Механіко-технологічний факультет. Мелітополь: ТДАТУ, 2013. С. 24-28.

3. Паніна В.В., Дашивець Г.І. Підвищення зносостійкгості гільз циліндрів двигунів. *Науковий вісник ТДАТУ [Електронний ресурс]*. Мелітополь: ТДАТУ, 2014. Вип.4., Т.1. С. 115-120.

4. Паніна В.В., Дашивець Г.І. Спосіб відновлення гільз циліндрів з використанням ФАБО. *Науковий вісник ТДАТУ [Електронний ресурс]*. Мелітополь: ТДАТУ, 2015. Вип.5, Т.1. С. 52-57.

5. Паніна В.В., Рябов Р.М. Ресурсозберігаючий спосіб відновлення гільз циліндрів. *Праці Таврійського Державного агротехнологічного університету*. Вип. 13, Т.3 Мелітополь: ТДАТУ, 2013. 5с.

6. Паніна В.В. Ресурсозберігаючий спосіб відновлення блок-картеру. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Наукове фахове видання.* Вип. 15., Т. 3 Мелітополь: ТДАТУ, 2015. С. 340-345.

7. Паніна В.В. Обгрунтування вибору способу відновлення грунтообробних робочих органів. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної наукової конференції "Раціональне використання енергії в техниці" з нагоди 86-ї річниці від дня народження Момотенка Миколи Петровича*. Мелітополь: ТДАТУ, 2017. С.55-57

8. Паніна В.В., Дашивець Г.І., Новік О.Ю. Застосування багатокритеріальної оцінки для вибору способу відновлення ґрунтообробних робочих органів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* Мелітополь: ТДАТУ, 2017. Вип. 17, Т. 3. – С.130-137.

9. Паніна В.В., Дашивець Г.І., Новік О.Ю. Застосування багатокритеріального методу при виборі обладнання для ремонтної майстерні (на прикладі мийної машини). *Праці Таврійського ДАТУ*. Вип. 19, Т. 4. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 207-213.

10. Плехун Д.С., Паніна В.В. Методика визначення оптимального способу відновлення колінчастого валу. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету*, Вип. 16, Т.1 Механіко-технологічний факультет. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. С.100-104.

11. Паніна В.В., Дашивець Г.І., Новік О.Ю. Обгрунтування вибору обладнання для раціонального способу відновлення колінчастого валу. *Збірник статей Всеукр. наук.-пр. конф. «Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України»,* м. Ніжин, 2019. С.273-280.

УДК 628.385(476)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ОТВЕРСТИЯ В ЭЖЕКТОРЕ КОЖУХА МИКСЕРА

Швед И.М., ст. преп.,
Кольга Д.Ф., к.т.н., доц.
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь.

Постановка проблемы. Современное производство животноводческой продукции для обеспечения своего благоприятного экономического положения должно быстро реагировать на требования рынка сбыта продукции. В сфере производства продукции животноводства, которое отличается совокупностью большого разнообразия биологических, технических объектов, природных факторов и сложностью их взаимодействия, это возможно при наличии механизма, определяющего место и время реализации управляющего воздействия в технологической цепи производства [1].

Интенсификация животноводческой отрасли сельскохозяйственного производства путем внедрения достижений научно-технического прогресса – это сложный процесс, охватывающий все экономические аспекты и оказывающий большое влияние на увеличение валовой продукции, снижение ее себестоимости и повышение рентабельности отрасли. Одним из путей решения данной задачи в животноводстве является внедрение в производство новых технологий и технических средств, позволяющих рационально использовать материальные, кормовые и другие ресурсы. Это может осуществить постоянная модернизация оборудования и в частности, миксера для перемешивания навоза в навозохранилищах.

Основные материалы исследования. Одним из наиболее энергоемких процессов в животноводстве является уборка и утилизация навоза на фермах и комплексах, в частности перемешивание до однородного состояния жидкого навоза в навозохранилищах миксером. Миксеры предназначены для перемешивания навоза в приемном резервуаре для достижения однородной консистенции. Это позволяет перекачивать навоз без разрыва потока. Миксер применяемый для перемешивания навоза состоит из привода, вала, на котором закреплена лопастная мешалка.

Работает миксер (рис. 1) следующим образом. Опустив миксер в массу жидкого навоза включается привод, передающий вращение на вал с мешалкой, которая создает вихревые потоки жидкой фракции

навоза, чем поднимает осадок со дна хранилища и затем вместе с жидкой фракцией перемешивается.

Рис. 1. Миксер для перемешивания навоза

Основным недостатком применяемого миксера является то, что он не имеет кожуха, опоясывающего мешалку, а, следовательно, отсутствует направленный поток жидкого навоза и вследствие чего засохшие комки навоза, попадая в рабочую зону винта лишь отбрасываются к периферии под воздействием центробежной силы и не измельчаются, что приводит к некачественному перемешиванию навозной массы и увеличению затрат энергии на выполняемый технологический процесс.

Устранить описанный недостаток можно дополнив конструкцию миксера кожухом конусообразной формы (рис. 2), выпускное окно которого соединено с эжектором, а на верхней крышке закреплены подающие цилиндрические каналы, верхняя кромка которых расположена выше уровня мешалки и пропускная способность больше эжектора.

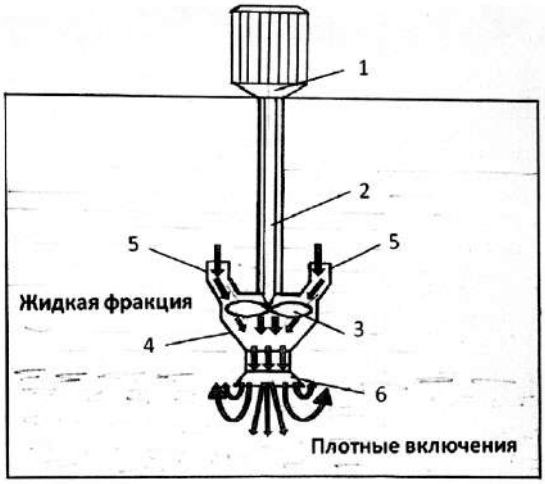


Рис. 2. Схема миксера с кожухом конусообразной формы

1 – привод, 2 – вал мешалки, 3 – мешалка, 4 – кожух, 5 – подающие цилиндрические каналы, 6 - эжектор

Предложенная на рисунке 2 конструкция модернизированного миксера работает следующим образом. Опуская миксер в навозохранилище, мешалка вместе с кожухом конусообразной формы первоначально погружается в жидкую фракцию. При этом жидкая фракция навоза через цилиндрические патрубки, расположенные выше уровня мешалки, начинает поступать вовнутрь кожуха. Далее в работу включается мешалка, а так как она охвачена кожухом, то создается направленный, сужающийся поток жидкой фракции навоза. Следовательно, возникает реактивная струя жидкой фракции, что обеспечивает ее перемещение в навозную массу в зависимости от ее плотности: в более жидкой скорость возрастает, в более твердой снижается.

Одновременно с этим при прохождении крайних кромок эжектора, вследствие разности давлений, происходит частично завихрение жидкой фракции, а, следовательно, при прохождении эжектора образуются потоки с разными скоростями движения, способствующие качественному перемешиванию жидкой и твердой фракции навоза при снижении затрат энергии на выполняемый технологический процесс.

Для осуществления непрерывного рабочего процесса нужно определить диаметр эжектора миксера. Указанный параметр можно определить из начального условия, при котором производительность мешалки должна быть равна производительности эжектора, иначе при большей производительности эжектора миксер будет работать не в полную загрузку, а при меньшей – будет осуществляться обратный отток навозной массы, вследствие неспособности эжектора пропустить через себя весь подающийся объем жидкого навоза.

Тогда условие, при котором производительность эжектора $Q_э$ равна производительности миксера $Q_м$ запишется следующим выражением [2]:

$$Q_э = Q_м = S_м V_н, \quad (1)$$

где $S_м$ – площадь рабочей поверхности мешалки, м^2;

$V_н$ – скорость потока жидкого навоза, создаваемого мешалкой, м/с.

Скорость потока жидкого навоза, создаваемого мешалкой будет происходить в основном в осевом направлении, так как радиально направленная скорость потока навозной массы ограничена установленным кожухом, а также тем, что в миксерах подобного типа, представленного на рисунке 1 используются пропеллерные мешалки, которые создают преимущественно осевые потоки и, как следствие, большие осевые скорости [3]. Скорость потока жидкого навоза, создаваемого мешалкой можно определить по формуле:

$$V_н = H_м \omega \cos^2 \gamma, \quad (2)$$

где $H_м$ – шаг установки лопастей мешалки, м;

ω – угловая скорость мешалки, $с^{-1}$;

γ – угол подъема винтовой линии лопасти мешалки, град.

Шаг установки лопастей мешалки определяется из выражения:

$$H_м = \frac{\pi d_м}{n}, \quad (3)$$

где n – число лопастей мешалки, шт.

Площадь рабочей поверхности мешалки определяется по формуле [4]:

$$S_м = 0,01 n d_м^2 \left(10nb - \pi \frac{\alpha_к}{180^\circ} + \sin \alpha_к \right), \quad (4)$$

где n – число лопастей на мешалке, шт.;

$d_м$ – диаметр мешалки, м;

b – коэффициент максимальной ширины лопасти в плановой проекции;

$\alpha_к$ – угол дуги сегмента лопасти, град.

Из условия неразрывности потока жидкости, истекающей из насадков можно записать следующее выражение:

$$Q_э = Q_м, \quad (5)$$

Производительность эжектора можно определить по формуле расхода жидкости, истекающей из насадков [5]:

$$Q_э = \mu S_э \sqrt{2gH}, \quad (6)$$

где μ – коэффициент расхода жидкости;

$S_э$ – площадь отверстия в эжекторе, $м^2$;

g – ускорение свободного падения, $м/с^2$;

H – напор навозной массы над отверстием в эжекторе, м.

В условие неразрывности потока (5) подставим соответствующие им выражения (1) и (6). Тогда условие неразрывности потока перепишется в следующем виде:

$$S_м V_н = \mu S_э \sqrt{2gH}. \quad (7)$$

Площадь отверстия в эжекторе можно определить по известной формуле:

$$S_э = \frac{\pi d_э^2}{4}, \quad (8)$$

где $d_э$ – диаметр отверстия в эжекторе, м.

Подставим выражения (2), (3), (4) и (8) в условие неразрывности потока жидкости (7) и проведем необходимые преобразования. Тогда диаметр отверстия в эжекторе определится из следующего уравнения:

$$d_э = \sqrt{\frac{0,04\omega d_м^3 \cos^2\gamma\left(10\pi b - \pi\frac{\alpha_к}{180°} + \sin\alpha_к\right)}{\mu\sqrt{2gH}}}. \quad (9)$$

Анализ формулы (9) показывает, что диаметр отверстия в эжекторе кожуха миксера зависит от конструктивных параметров мешалки, ее угловой скорости и напора навозной массы над отверстием в эжекторе.

Выводы. Таким образом, установив на миксере кожух конусообразной формы, выпускное окно которого соединено с эжектором, а на верхней крышке закреплены подающие цилиндрические каналы, верхняя кромка которых расположена выше уровня мешалки, то через отверстие в эжекторе, создается направленный, сужающийся поток жидкой фракции навоза и возникает реактивная струя жидкой фракции. Проведенный анализ формулы (9) выявил прямопропорциональную зависимость диаметра отверстия в эжекторе от конструктивно-технологических параметров миксера. Соединив выпускное окно кожуха конусообразной формы с эжектором, происходит рассредоточение жидкой фракции навоза в твердой массе, способствующее ее разрушению с меньшими затратами энергии.

Список литературы

1. Шацкий В. В. Моделирование механизированных процессов приготовления кормов. Запорожье: ПЦ «Х-ПРЕСС», 1998. 140 с.

2. Ворожцов О.В. Обоснование технологических и конструкционных параметров перемешивающего устройства, обеспечивающего гомогенизацию жидкого свиного навоза при его хранении в плёночных навозохранилищах: дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2018. 195 с.: ил.

3. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками / Под ред. И. А. Щупляка. Л.: Химия, 1975. 384 с.

4. Швед И.М. Определение производительности миксера при перемешивании жидкого навоза в навозохранилище. *Агропанорама.* Минск, 2019. № 5. С. 30–34.

5. Плановский А.Н. Процессы и аппараты химической технологии / А. Н. Плановский, В. М. Рамм, С. З. Каган. М.: Издательство «Химия», 1967. 848 с.

УДК 621.436.004.67

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ

Дідур В.В.[1] к.т.н.,
Паніна В.В.[2] к.т.н.,
В'юник О.В.[2] інж.,
[1]*Уманський національний університет садівництва*
[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Постановка проблеми. Відновлення працездатного стану та технічного ресурсу деталей гідравлічних систем є важливим резервом підвищення ефективності роботи мобільних засобів. Підвищення надійності машин і збільшення їх ресурсу мають велике значення в сучасних економічних умовах. Застосування прогресивних технологій при ремонті зношених деталей дозволяє скоротити кількість операцій в порівнянні з їх виготовленням, знижує витрату матеріалів, а собівартість відновлених і зміцнених деталей значно менш нових, що вкрай важливо в умовах економії сировини, паливно-енергетичних, матеріальних і трудових ресурсів [1].

Основні матеріали дослідження. Аналіз даних спостережень за тракторами в експлуатаційних умовах та аналіз причин відмов свідчить, що конструктивні, технологічні та експлуатаційні фактори складають відповідно – 10 %, 30 % та 60 % відказів.

Також на довговічність гідравлічних насосів в умовах експлуатації впливають характер навантаження та режим роботи. Довговічність насосів в багатьох випадках залежить від фізико-механічних властивостей робочої рідини.

При роботі гідросистем на робочу рідину діє зміна високих тисків, швидкостей та температур. Також при негерметичності системи відбувається підсос повітря з пилом, при заправці в систему потрапляє пил, різноманітні механічні забруднення та вода [2].

Одним з методів підвищення довговічності трібоспряжень мобільної сільськогосподарської техніки є застосування фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) [3, 4].

Встановлено, що від фінішної обробки деталей залежить не тільки первинна припрацювальна, але і подальша інтенсивність зношування при експлуатації. Методом ФАБО відновлюють деталі ЦПГ: шийки валів, гільзи циліндрів, різні втулки, вали.

Одним з головних переваг ФАБО є порівняльна простота і універсальність способу, що дозволяє використовувати даний метод як в великому машинобудівному підприємстві з масовим виробництвом,

так і в дрібносерійному. ФАБО забезпечує підвищення зносостійкості деталей, антифрікційних і протизадирних властивостей поверхонь тертя, і є ефективним методом підвищення довговічності деталей мобільних засобів [5].

Проте навіть за умови отримання за допомогою фінішних операцій оптимальної якості поверхневих шарів деталей, що труться, припрацювання сполучень потрібне, оскільки воно усуває:

- похибки механічної обробки деталей (овальність, конусність та ін.);

- неточності взаємного розташування поверхонь деталей, які утворюються при складанні і зміні їх геометричної форми при затягуванні болтових з'єднань;

- нерівномірна зміна форми деталей, яка викликана підвищенням температури на початковому етапі роботи з'єднань;

- нерівномірність взаємного прилягання і значна різниця в шорсткості і фізико-механічних властивостях поверхневих шарів деталей.

Підвищення довговічності вузлів тертя, а також і шестеренних насосів, досягається за рахунок застосування епіламних покриттів робочих поверхонь деталей під час ремонту. Завдяки цьому знижується знос деталей в період припрацювання [6].

Припрацювання пар тертя є обов'язковим технологічним процесом, що має велике значення для зносостійких поверхонь і, що в свою чергу впливає на міжремонтний ресурс гідравлічних трансмісій. Значення факторів, які впливають на припрацювання змінюються у часі, що ускладнює його.

Несприятлива комбінація факторів можлива при високому навантаженні; занадто великій або дуже малій швидкості ковзання; підвищеній температурі; недостатнєього змащення та інші. Виходячі з цього, в період припрацювання гідроагрегати необхідно навантажувати поступово, намагатися забезпечити ефективне охолодження й змащення поверхонь тертя.

Тривалість стендового обкатування порівняно невелика (0,5…1,5 год.) відносно часу, необхідного для повного припрацювання (30...50 год.). Встановлено, що зниження зношування деталей при припрацюванні, знижує інтенсивність зношування їх у процесі експлуатації, а, отже, збільшує міжремонтний ресурс.

Для зниження зношення в період припрацювання можливо здійснити шляхом правильного вибору режимів обкатування гідравлічних трансмісій мобільних машин з використанням нових технологій, які передбачають застосування поверхнево-активних речовин для припрацювання.

З метою формування оптимальної мікрогеометрії поверхні деталей під час обкатування на холостому режимі з наступним максимальним

зниженням інтенсивності зношування при обкатуванні під навантаженням є експлуатаційні заходи, що надає високу інтенсивність зношування та є найбільш перспективним напрямком оптимізації процесу припрацювання.

Додавання в мастильний матеріал металоплакируючих нанодисперсних присадок й застосування фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) забезпечують працездатність і довговічність деталей тертя в експлуатації.

Висновки

1. Підвищення надійності шестеренних насосів гідравлічних систем і їх міжремонтний ресурс залежить від якості припрацювання їх деталей у період післяремонтного обкатування. Вибір оптимального режиму обкатування дозволить прискорення припрацювання деталей, з умовою застосування припрацювальних присадок.

2. Аналіз показав, що в якості присадок для припрацювання деталей шестеренних насосів після ремонтуслід використовувати комплексні присадки, що містять поверхнево-активні й хімічно-активні речовини.

Література

1. Дідур В.В., Паніна В.В., В'юник О.В. Спосіб підвищення післяремонтної довговічності шестеренних насосів. *Праці Таврійського ДАТУ*. Вип. 19, том 4. Мелітополь, ТДАТУ, 2019. С.110-117.

2. Черкун В. Е. Ремонт тракторных гидравлических систем. Москва. Колос, 1984. 253 с.

3. Паніна В.В., Рябов Р.М. Ресурсозберігаючий спосіб відновлення гільз циліндрів. *Праці Таврійського Державного агротехнологічного університету*. Вип. 13, Т.3 Мелітополь. ТДАТУ, 2013. 5с.

4. Паніна В.В., Дашивець Г.І. Підвищення зносостійкості гільз циліндрів двигунів. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь, 2014. Вип.4, Т.1 С. 115-120.

5. Паніна В.В., Дашивець Г.І. Спосіб відновлення гільз циліндрів з використанням ФАБО. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь, ТДАТУ, 2015. Вип.5, Т.1. С. 52-57.

6. Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Паніна В.В. Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Триботехніка» для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Мелітополь. ТОВ «Колор Принт», 2019. 112 с.

УДК 631.3–192:662.63

ВСТАНОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ВИДІВ ЗНОСУ ВУЗЛІВ І АГРЕГАТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Кочергін В.Е., бакалавр
Науковий керівник: Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Професор Б.І. Костецький, в основу класифікації видів зношування і пошкоджуваності деталей механізмів та машин при терті, запропонував такі принципи [1,2]:

- досконалне вивчення природи процесів руйнування, які спостерігаються при роботі деталей механізмів та машин;
- в лабораторних умовах відтворення і вивчення цих процесів;
- вивчення зношування і пошкоджуваності в процесі їх розвитку у зв'язку з критичними переходами від одних видів до інших залежно від зовнішньої механічної дії, факторів середовища і властивостей матеріалів деталей. При цьому також враховується вплив масштабного фактора, фактора часу і характеру навантаження – статичного або динамічного.

Можливості чіткого розмежування зношування і пошкоджуваності виявляються при аналізі видів руйнування деталей різних машин, які експлуатуються в сільському господарстві.

Залежно від умов тертя, середовища і матеріалів спостерігаються певно визначені провідні, або ведучі процеси. Поряд з цими процесами існують деякі супутні явища, які здійснюють також значний вплив на руйнування поверхонь деталей механізмів і машин..

З точки зору надійності роботи всі види трансформації у відповідності з класифікацією поділяють на дві великі групи – допустимі й патологічні (недопустимі). До допустимих відносять велику групу явищ, пов'язаних із процесами мінімалізації пластичної деформації, активізації тонких поверхневих шарів металу, миттєвої їх взаємодії з агресивними компонентами навколишнього середовища (газовим і рідинним) і утворення рівномірно розміщених на поверхні вторинних структур, які періодично руйнуються і знову утворюються. Процес встановленого тертя і зношування в таких умовах має властивості саморегулювання [2-5].

Простою і найбільш розповсюдженою різновидністю допустимого зношування є окисне (окислювальне) зношування. Воно має кілька форм, а його кількісні параметри можуть змінюватися в певних межах.

В таблиці 1 наведені основні види зносу вузлів і агрегатів функціональних систем сільськогосподарської техніки [1].

Таблиця1

Основні види зносу вузлів і агрегатів функціональних систем сільськогосподарської техніки

Вузли і агрегати	Матеріал поверхні	Вид зносу і корозії
1	2	3
Циліндро - поршнева група: циліндри, поршні, кільця	Чавун, алюмінієвий сплав, добавки міді і кремнію	Зноси: механічний, гідро- і газоабразивний, водневий, корозійний, від втомлення металу. Корозії: газова, при терті, електрохімічна, кислотна, лужна, зольна
Газорозподільна система: клапани, розподільний вал, штовхачі, втулки, пружини	Чавун, вуглеводнева або легована сталі, алюмінована або хромована сталі, сплави алюмінію	Зноси: від стомлення металу, піттінг, фреттінг, водневий, фізико-хімічний. Корозії: газова, зольна, при терті, міжкристалічна, фреттінг-корозія, хімічна, щілинна, електрохімічна
Гідравлічна система: шестерні, золотники, клапани, трубопроводи	Сталь, сплави (міді, алюмінію, цинку), мідь, свинцеві покриття, леговані і вуглеводневі сталі, латунь	Зноси: гідро- і газоабразивний, окислювальний, водневий, корозійно-стомлений, при заїданні, піттінг, фреттінг. Корозії: хімічна, електрохімічна, контактна, щілинна, фреттінг-корозія, корозійне розтріскування, міжкристалічна корозія
Система живлення: паливний насос, форсунки, трубопроводи, ємності	Сталь, сплави (міді, алюмінію, цинку), мідь, свинцеві покриття	Зноси: гідро- і газоабразивний, окислювальний, водневий, корозійно-стомлений. Корозії: хімічна, електрохімічна, контактна, щілинна, фреттінг-корозія, корозійне розтріскування

Взаємодія активованих пластичною деформацією поверхневих шарів металів з різними агресивними компонентами рідких і газових середовищ може призвести до утворення вторинних захисних структур

іншого складу – на основі сірки, фосфору, азоту, вуглецю тощо. Цей загальний комплекс явищ, пов'язаних з деформацією, текстуруванням поверхневих об'ємів металу, подальшою взаємодією з хімічно активними компонентами робочого середовища і руйнуванням утворених структур, складає механохімічне зношування.

До патологічних процесів руйнування поверхонь відносять: процеси, які безпосередньо пов'язані з тертям (схоплення I і II роду, абразивне зношування з пошкодженням поверхонь контакту – зняттям мікростружки, втомне пошкодження, фретінг-процес) і побічно пов'язані з тертям (зминання, корозія, кавітація, ерозія). Перехід до патологічних процесів відбувається стрибкоподібно при досягненні деяких критичних умов.

При цьому виді зношування швидкість окислення (Vок) перевищує швидкість інших процесів, що протікають на поверхнях тертя, тобто окислення, є переважаючим (домінуючим). Міцність плівок вторинних структур, що утворюються, забезпечує стале протікання цього виду зношування, швидкість руйнування плівок не перевищує швидкість окислення (Vок > Vруйн.).

Отже, спільним для вторинних структур обох основних типів є їхня поверхнева локалізація, високоміцна ультра дисперсна будова, здатність мінімізувати руйнування поверхневого шару й екранувати неприпустимі процеси схоплювання, втомленості, корозії тощо.

Список літератури.

1. Журавель Д. П Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11. Тавр. держ. агротехнол. ун-т. Мелітополь, 2018. 44 с.

2. Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Петренко К.Г. Триботехніка. Курс лекцій з навчальної дисципліни для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 280 с.

3. Журавель Д. П. Вплив забрудненості абразивом біопаливо-мастильних матеріалів на енергоємність поверхневих шарів металів вузлів і агрегатів мобільної техніки. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти.* Херсон, 2017. Вип. 5. С.56-65.

4. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2012. Вип. 12. т.2. С. 28-33.

5. Журавель Д. П., Юдовинський В.Б. Моделювання хіммотологічних та триботехнічних процесів в спряженнях тертя. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії.* Мелітополь, 2007. Вип. 7, т. 3. С. 30-38.

УДК 621.81-192:614

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ

Болтянська Н.І.,к.т.н.,
Халаїм А.М., магістр,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Поява техніки і її широке застосування у виробничих процесах зробила актуальним питання про її ефективність. Ефективність використання машин пов'язана з їх здатністю безперервно і якісно виконувати покладені на них функції. Проте через поломки або несправності знижується якість роботи машин, виникають вимушені простої в їх роботі, виникає потреба в ремонті для відновлення працездатності і необхідних технічних характеристик машин. Поняття надійності пов'язане із здатністю технічного засобу виконувати покладені на нього функції протягом необхідного часу і з необхідною якістю. З перших кроків розвитку техніки стояло завдання зробити технічний пристрій таким, щоб він працював надійно. З розвитком і ускладненням техніки ускладнювалася і розвивалася проблема її надійності. Для вирішення її було потрібно розробку наукових основ нового наукового напряму - науки про надійність [1,2].

Надійність характеризує якість технічного засобу – сукупність властивостей, що визначають придатність виробу до використання за призначенням і його споживчі властивості. Надійність - комплексна властивість технічного об'єкту, яка полягає в його здатності виконувати задані функції, зберігаючи свої основні характеристики у встановлених межах. Поняття надійності включає безвідмовність, довговічність, ремонтопридатність і збережуваність [3].

Вивчення надійності побудовано на системному отриманні знань. Це означає, що як сам процес навчання, так і застосування знань на практиці для забезпечення надійності промислового обладнання являють собою систему знань і навичок, яка будується відповідно до блок-схемою (рис. 1). При виявленні надійності технологічного обладнання важливою представляється початкова стадія глибокого вивчення характеру і причин простоїв, джерел втрати працездатності. Велике значення мають вивчення і постановка питань діагностування, моніторингу та прогнозування стану технологічного обладнання на період проведення діагностики, а з проведенням діагностування - забезпечення збереження та збільшення технічного ресурсу, продовження терміну служби [4-6].

В умовах виробництва завжди існує проблема забезпечення надійності, отже, повинні ставитися завдання, здійснюватися аналіз проблеми, умов і чинного стану машини, визначатися шляхи вирішення поставлених завдань. На основі даної блок-схеми (рис. 1) виконуються планування, розробка технічних і організаційних методів забезпечення високого рівня надійності і довговічності техніки.

Рис. 1. Блок-схема вирішення проблеми забезпечення надійності техніки

На етапі розробки методів забезпечення надійності проводяться моделювання, розрахунки, техніко-економічне обґрунтування, розробляється документація. В результаті чого здійснюється виконання прийнятих рішень і поставлених завдань з отриманням результату забезпечення і підвищення надійності машини.

Підтримання необхідного рівня надійності технічних об'єктів в процесі експлуатації здійснюється шляхом проведення комплексу організаційно-технічних заходів. Сюди входять періодичні технічні обслуговування, профілактичні і відновлювані ремонти. Періодичні

технічні обслуговування спрямовані на своєчасні регулювання, усунення причин відмов, раннє виявлення відмов.

Періодичні технічні обслуговування проводяться у встановлені терміни і у встановленому об'ємі: технічні огляди (щоденні), щотижневі, щомісячні, сезонні та ін. Завданням будь-якого ТО є перевірка контрольованих параметрів, регулювання у разі потреби, виявлення і усунення несправностей, заміна елементів, передбачена експлуатаційною документацією.

В процесі технічних обслуговувань зазвичай здійснюється і діагностика стану експлуатованого об'єкту (у тому або іншому об'ємі). Діагностика полягає в контролі стану об'єкту з метою виявлення і попередження відмов. Здійснюється діагностика за допомогою діагностичних засобів контролю, які можуть бути вбудованими і зовнішніми. Вбудовані засоби дозволяють здійснювати безперервний контроль. За допомогою зовнішніх засобів здійснюється періодичний контроль. В результаті діагностики виявляються відхилення параметрів об'єкту і причини цих відхилень. Вирішується завдання прогнозування стану об'єкту і приймається рішення про його подальшу експлуатацію.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: наукове фахове видання*. Харків, 2019. Вип.199. С. 267-275.

2. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa,* 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

3. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK.* Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

4. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes".* Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

5. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. *Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition.* Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.

6. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29

УДК 631.3–192:662.63

ОСОБЛИВІСТЬ ВОДНЕВОГО ЗКРИХЧУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ

Бублик А.Д., магістр
Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Неймовірно було припустити, що при терті може виділятися дифузійно-вільний водень із змащувального матеріалу, пластмаси або води. При нормальному тиску і температурі водень з цих речовин не виділяється. При підвищених температурах в процесі трибодеструкції пластмаси або змащувального матеріалу водень також не виділяється при первинних процесах, він виділяється при вторинних процесах [1-3].

Основні виводи, зроблені П. Коттерілом, по впливу водню на об'ємну міцність сталі зводяться до наступного: водень істотного не впливає на пружні характеристики заліза і сталі; при вмісті водню до 0,1 $см^3$/100 г твердість сталі не міняється, хоча межа міцності зменшується; руйнуюча напруга знижується пропорційно зростанню концентрації водню; характеристики пластичності (подовження і звуження) знижуються пропорційно підвищенню концентрації водню аж до 5 $см^3$ /100 г; при подальшому збільшенні змісту водню пластичність залишається на низькому рівні; ступінь зкрихчування сталі під впливом водню зменшується з підвищенням швидкості деформації; при її гранично високому значенні (випробуванні на удар) водень не викликає зкрихчування сталі; зкрихчування сталі під впливом водню виявляється в інтервалі температур –100 ... +100 °С; найбільший ступінь зкрихчування спостерігається при нормальній і декілька нижчій температурі; для здійснення явища зкрихчування необхідна наявність напруги розтягу; у присутності водню характер руйнування сталі змінюється; замість типового для пластичного металу в'язкого руйнування спостерігається крихке руйнування (зазвичай шляхом обриву по площинах спаяності); інтенсивність зкрихчування металу під впливом водню залежить від виду обробки; сталь особливо схильна до водневої крихкості в загартованому стані; вірогідність прояву водневої крихкості підвищується також в результаті наклепу; водень викликає передчасне крихке руйнування високоміцних легованих сталей при статичному навантаженні; водень не впливає на властивості металу в ненапруженому стані; видалення водню із сталі до її деформації забезпечує повне збереження пластичності; мабуть, для прояву водневої крихкості необхідна присутність водню, здатного

дифундувати в процесі деформації; якщо водень розподіляється за зразком нерівномірно, то області, багаті воднем, володітимуть найменшою пластичністю при випробуванні на розтяг, у цих областях почнеться передчасне руйнування.

Вказані особливості впливу водню на властивості сталі встановлені експериментально при виявленні впливу водню на об'ємну міцність сталевих деталей. Можна з великою достовірністю припускати, що ці положення в деякій мірі будуть справедливі для сталі в процесах тертя і зношування. Не дивлячись на обширну літературу з описом експериментальних робіт, єдиної точки зору на механізм водневого зкрихчування немає. Це пояснюється численністю чинників, що впливають на цей механізм, складністю і недостатньою вивченою окремих елементарних фізико-хімічних процесів [3].

Розрізняють декілька видів водневого зкрихчування: зкрихчування першого роду, обумовлене джерелами, які є в початковому металі унаслідок підвищеного вмісту водню; зкрихчування другого роду, обумовлене джерелами, які розвиваються в металі з підвищеним вмістом водню в процесі пластичної деформації. Зкрихчування першого роду є зворотнім і посилюється з підвищенням швидкості деформації; зкрихчування другого роду розвивається при малих швидкостях деформацій і може бути як зворотнім, так і незворотнім.

Теорії водневого зкрихчування можна розділити на чотири групи:

1. Теорія тиску молекулярного водню, згідно якої зкрихчування є результат тиску молекулярного водню в макро- і мікропорожнинах, а також в тріщинах усередині металу. Тиск виникає в результаті молізації атомарного водню.

2. Адсорбційні гіпотези, що пояснюють зниження руйнуючої напруги унаслідок зменшення поверхневої енергії в середині тріщин при адсорбції водню (водень діє як поверхнево-активна речовина).

3. Теорія взаємодії водню з решітками металу; водень є різновидом дефекту, що знижує міцність когезійного металевого зв'язку.

4. Теорії, засновані на взаємодії водню з дислокаціями; водень проводить блокуючу дію на дислокації.

Для захисту металів від дії водню при підвищених температурах і тиску рекомендуються наступні методи:

– введення в сталь сильних карбідоутворювальних елементів (хром, молібден, ванадій, ніобій і титан) для стабілізації карбідної складової і попередження зневуглецювання сталі;

– плакирування або футерування сталі металами, що мають нижчу водородопроникненість (наприклад, мідь, срібло, алюміній, сталь 08Х13, 12Х18Н10Т і ін.);

– зменшити зміст в сталях з'єднань сірки, сурми, селену та ін., які сприяють проникненню в метал водню.

Є речовини–добавки які сприяють проникненню в метал водню. Це можуть бути з'єднання сірки, сурми, миш'яку, селену, домішки сірководню та ін. Тому наявність вказаних речовин в сталі вкрай небажано. Існують також інгібітори проникнення водню в метал. Багато полярних органічних сполук гальмують проникнення водню в метали при корозії і катодної поляризації. Так, дибензилсульфоксид при сильно негативних потенціалах катода відновлюється в дибензилсульфід і міцно адсорбується на поверхні металу. Механізм дії органічних інгібіторів проникнення водню полягає в тому, що при електролізі іони водню розряджаються на зовнішній поверхні адсорбованого шару органічних молекул, в результаті порушується безпосередній контакт іонів водню з поверхнею [4,5].

При водневому зкрихчуванні утворюється і розвивається тільки одна тріщина, яка до приводить до руйнування деталі. Як видимий, і тут є корінна відмінність водневого зношування від водневого зкрихчування.

При водневому зношуванні концентрація водню під поверхнею настільки велика, що ніяке інше джерело наводнювання не може створити і десятої частки подібної концентрації.

Переважна більшість методів боротьби з водневим зношуванням не можуть бути використані для зниження інтенсивності водневого зкрихчування металів зважаючи на принципові відмінності цих явищ.

Процеси водневого зкрихчування, а також схожі з ними процеси корозійного розтріскування сталей і сплавів вивчені більшою мірою (хоча і не до кінця). Це полегшує вивчення механізму руйнування сталі при водневому зношуванні.

Список літератури.

1. Журавель Д. П Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11. Тавр. держ. агротехнол. ун-т. Мелітополь, 2018. 44 с.

2. Журавель Д. П., Юдовинський В.Б. Вплив меркаптанів біопалива на водневе зношування поверхонь тертя. *Вісник Львівського НАУ /ЛНАУ*. Львів, 2009. – Вип. 13, т. 2. С. 182-189.

3. Журавель Д. П. Прогнозирование ресурса плунжерных пар топливных насосов. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць КНТУ*. Кіровоград, 2012. Вип. 25, т. 1. С. 46-49.

4. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2012. Вип. 12. т.2. С. 28-33.

5. Журавель Д. П. Обґрунтування методу прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на біопаливі. *Праці ТДАТУ.* Вип. 12. т. 3. Мелітополь, 2012. С. 109-119.

УДК 631.225

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ГНОЄЗБИРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРУ ТСН-3,0Б

Лаба В.П. магістр
Науковий керівник: Паніна В.В., к.т.н., доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного м.Мелітополь Україна

Постановка проблеми. Підвищення ефективності тваринництва повинно базуватися на використанні гнучких механізованих і автоматизованих технологій та відповідних технічних засобів, які можуть забезпечити підвищення використання генетичного потенціалу тварин за рахунок інженерно-технічних факторів [1].

Система гноєвидалення в скотарських підприємствах зводиться до збирання гною шляхом його згрібання з використанням скребкових транспортерів типу ТСН або дельтаскреперів.

В основному в системі гноєвидалення виходять із ладу підшипники, зірочки, скребки, ланцюги, редуктора, електродвигуни. Ці вузли й деталі відновлюються в основному силами підприємств шляхом відновлення або заміни [2].

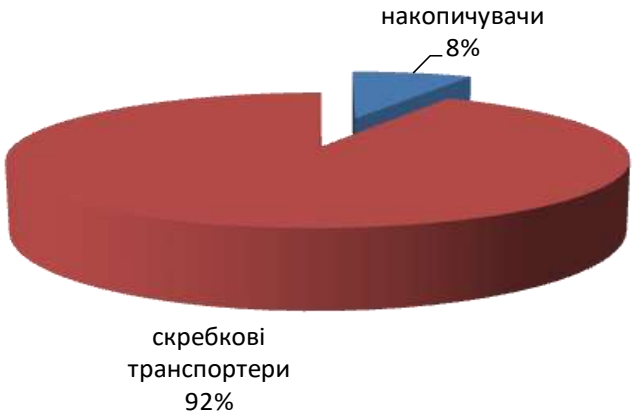


Рис. 1. Співвідношення відмов за елементами системи гноєвидалення

Основні матеріали дослідження. Сітьове планування передбачає визначення змісту робіт по робочих місцях, їх тривалість і взаємозв'язок, а також встановлює тривалість циклу ремонту машини тваринницьких ферм шляхом побудови графоаналітичної моделі [3-7]. Для оптимізації технологічного процесу ремонту гноєзбирального транспортеру ТСН-3,0Б застосовується сітьове планування.

Таблиця 1

Технологічний процес ремонту ланцюга гноєзбирального транспортера ТСН-3,0Б

Найменування роботи	Розряд роботи	Трудомісткість роботи, люд.год.	Число виконавців, люд.	Тривалість виконання роботи, год.	Подія	
					початкова	кінечна
1. Доставка, розбирання, очищення	2	8,3	2	4,15	0	1
2. Дефектація й комплектування	5	8,4	2	4,2	1	2
3. Правка планок	3	2,2	1	2,2	2	3
4. Відновлення отворів планок пластичною деформацією	4	6,3	3	2,1	2	4
5. Виготовлення осей	3	9,6	4	2,4	2	5
6. Обрізування болтів великої й малої скоби	3	2,3	1	2,3	2	6
7. Розсвердлення отворів у скобі й вигинання накладок	3	2,1	1	2,1	2	7
8. Приварювання накладок до скоби	4	2,2	1	2,2	5	8
9. Складання скребка на пластини	3	2,0	1	2,0	8	9
10. Складання великої скоби з скребком	3	2,1	1	2,1	9	10
11. Загальне складання ланцюга конвеєра	4	6,4	2	3,2	10	11
12. Фарбування	3	2,1	1	2,1	11	12
Разом		54,0		54,0		

L_1=0-1-2-3-5-8-9-10-11-12

L_1=4,15+4,2+2,2+2,2+2,0+2,1+3,2+2,1=22,15 *год.*

L_2=0-1-2-4-5-8-9-10-11-12

L_2=4,15+4,2+2,1+2,2+2,0+2,1+3,2+2,1=22,05 *год.*

L_3=0-1-2-5-8-9-10-11-12

L_3=4,15+4,2+2,4+2,2+2,0+2,1+3,2+2,1=22,35 *год.*

L_4=0-1-2-6-5-8-9-1-11-12

L_4=4,15+4,2+2,3+2,2+2,0+2,1+3,2+2,1=22,25 *год.*

L_5=0-1-2-7-5-8-9-1-11-12

L_5=4,15+4,2+2,1+2,2+2,0+2,1+3,2+2,1=22,05 *год.*

Висновки. Оптимізація технологічного процеса ремонту гноєзбирального транспортеру ТСН-3,0Б з застосуванням сітьового планування дозволяє визначити критичний час 22,35 год.

Список літератури.

1.Паніна В.В., Канковський Д.К. Обґрунтування організації виробництва ремонту обладнання тваринницьких ферм. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету*, Вип. 15 Т.1 Механіко-технологічний факультет. Мелітополь: ТДАТУ, 2015. С. 28-32.

2.Лаба В.П., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту гноєзбирального транспортеру ТСН-3,0Б. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф.*, 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 11.

3. Полєтаєв С.В., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту універсального кормораздавача КУТ-3,0А. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф*., 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 14.

4.Самборський В.Р., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту універсального кормораздавача КТУ-10А. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф.*, 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 15.

5.Паніна В.В., Дзендзель Д.М. Оптимізація сіьової моделі виробничих процесів ремонту ПЛН-5-35. *Материалы XIII Международного форума молодежи "Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке"* г. Харьков. 2017. С. 103.

6. Паніна В.В. Оптимизация сетевой модели производственного процесса ремонта культиватора КПС-4. *Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 24–25 октября 2019 года).* Минск, БГАТУ, 2019. ISBN 978-985-25-0007-4 (ч. 2). С. 88-90.

7. Романенко М.М., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі виробничого процесу ремонту СЗ-3,6. *Материалы XIV Международного форума молодежи "Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXXI веке".* Харьков, 2018. С. 90.

УДК 620.22

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИХ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ

С.В. Носань, бакалавр,
Науковий керівник: *О.В. Сушко, к.т.н.,*
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

При роботі електроконтактних матеріалів має місце зношування за рахунок тертя, а також електроерозії. Рухомі електричні контакти можуть бути розривними та ковзаючими. Розривні контакти використовують для періодичного розмикання та замикання електричних ланцюгів (вимикачі, реле та ін.). Ковзаючі контакти застосовують для рухомих з'єднань типу колектор-щітка, дріт-вкладиш (елементи пантографа) та рейка-башмак [1].

На проходження струму через контакт впливає шорсткість, а також тонкі окисні плівки потьмянішання (політура).

Електроерозійне зношування включає такі фактори [2]:

1) анодне руйнування за рахунок переносу іонів;

2) фритінг-пробій плівки з наступним схоплюванням;

3) іскріння та дуго утворення зі значним тепловим діленням, розбризкуванням та випаровуванням металу в контакті, що збільшує механічне зношування.

Розривні електричні контакти зношуються за рахунок ерозії, а також механічного тертя.

Як матеріали для слабкострумових контактів застосовують платино-іридієві сплави (10-30 % Ir) [1, 3]. Основною причиною зносу таких контактів є утворення містків (спайок).

У якості матеріалів для сильно струмових контактів застосовують сплави на основі вольфраму та молібдену як суцільні, так і металокерамічні пористі. які просочуються міддю та сріблом. Перевагою таких контактів є відсутність контактного зварювання. Використовують матеріали марок МВ20, МВ40, СВ30, СМ30 і подібні (мідь-вольфрам, срібло-вольфрам, срібло-молібден). Такі контакти мають високу міцність, електропровідність, ерозійну схильність, термостійкість та не схильні до локального зварювання [4].

Для колекторів та кілець ковзаючи електричних контактів типу колектор-щітка, кільце-щітка застосовують наступні матеріали [1, 5]:

а) для колекторів – мідь або мідь з добавками кадмію, срібла, магнію та ін.;

б) для контактних кілець – сплави міді з цинком, свинцем та алюмінієм; при значних окружних швидкостях застосовують чорні

метали та їх сплави. Зношування контактних кілець неоднакове через різну полярність.

Катодне кільце має гладку поверхню та менший знос, а анодне має більшу шорсткість та більшу інтенсивність зношування. Тому один-два рази на рік необхідно змінювати полярність контактів.

Матеріали для щіток є багатокомпонентними композиціями з порошків графіту, сажі, міді та інших компонентів.

В цих композиціях графіт запобігає налипанню на контактах та сприяє іскрогасінню.

Матеріали для щіток повинні відповідати таким вимогам [6, 7]:

– допустима густина струму $Д$ – 6-20 А/см^2;

– максимальна лінійна швидкість v – 10-40 м/с;

– коефіцієнт тертя f – 0,25-0,30;

– мінімальне зношування щіток і кільця;

– мінімальне іскріння.

Випускаються щітки чотирьох груп:

1 група (ВГ) – вугільно-графітові для тихохідних вузлів (D – 6-8 А/см^2; v – 10-15 м/с; f – 0,25-0,30);

2 група (Г) – графітові для генераторів та двигунів постійного струму (v – 10-25 м/с);

3 група (ЕГ) – електрографітові, які виготовляють високотемпературним відпалом при температурі 2500 ºС (D – 8-12 А/см^2; v – 25-40 м/с; f – 0,20-0,25);

4 група – металографітові (МГ, БрГ, МГС – мідь-графіт, бронза-графіт, мідь-графіт-свинець) – D – до 20 А/см^2; v – 20 м/с; f – 0,25. Електроопір таких щіток у десять разів менше, ніж у графітових, а свинець у кількості 5-12 % зменшує зношування та дозволяє збільшити характеристики D та v.

Зношування щіток за п’ятдесят годин роботи не повинно перевищувати 0,2-0,3 мм [7, 8].

Ковзаючі контакти для струмоз’ємних вузлів (наприклад, транспорту) можуть бути двох видів:

1 – вставка пантографа-контактний дріт;

2 – башмак – контактна рейка.

Отже, під час експлуатації таких контактів має місце інтенсивне іскріння, у зв’язку з чим основне зношування іде за рахунок електроерозії [9].

Матеріали для контактного дроту – це мідь марки М1, а також сплави міді з кадмієм та магнієм. У перспективі доцільний перехід на сталево-алюмінієвий (біметалевий) дріт.

Для вставок (вкладнів) пантографів застосовують вугільно-коксові матеріали та металокераміку залізо-графіт.

Для контактних рейок застосовують звичайну сталь Ст. 3, а для башмаків – сталь 20Л та 30Л. Ковзаючі контакти потребують змащування мастилом із вмістом графіту [5, 9].

Список літератури.

1. Прикладне матеріалознавство: підручник для вищих навчальних закладів III-IV ступенів акредитації / Сушко О.В., Посвятенко Е.К., Кюрчев С.В., Лодяков С.І. Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2019. 352 с.

2. Канарчук В.Є., Шевченко В.І. Зносостійкі матеріали: Навчальний посібник. К.: НТУ, 2001. 100 с.

3. Сушко О.В. Поліпшення механічних характеристик традиційних сталей. *Праці ТДАТУ.* 2010. Вип. 9, т. 4. С. 77-81.

4. Тененбаум М.М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин при абразивном изнашивании. М.: Машиностроение, 1986. 271 с.

5. Сушко О.В. Компоненти змащувальних масел та вплив фракційного складу на їх фізико-хімічні і триботехнічні показники. *Праці ТДАТУ*. 2008. Вип. 8, т. 9, С.145 – 153.

6. ГОСТ 30479-97. Забезпечення зносостійкості виробів. Методи встановлення граничного зносу, що забезпечують необхідний рівень безпеки. Загальні вимоги. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=70870

7. А. с. № 15864. Методика визначення граничних значень основних техніко-економічних параметрів двигунів з метою підвищення ефективності ремонту транспортних засобів. Свідоцтво Україна. / О.В.Сушко. № 15864. Заявл. 10.01.06, опубл. 01.03.06, Бюл. № 15927.

8. Сушко О.В. Аналіз імітаційних моделей для дослідження системи технічного обслуговування та ремонту машин. «*Сучасні проблеми землеробської механіки*». *Зб. тез доповідей XIX міжн. наук. конф.*, 17-19 жовт. 2018 р.). МОН України, НУБіП. Київ. С. 134 – 136.

9. O.V. Sushko, O.S. Kolodiy, O.V.Penov. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and Energy of APK.* Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, № 4, 63-69.

УДК 631.3–192:662.63

ВОДНЕВЕ РУЙНУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ МЕТАЛІВ ДЕТАЛЕЙ СПОЛУЧЕНЬ

Іванова Д.В., бакалавр
Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Із всіх видів руйнування поверхонь при терті ковзання, відомо, що водневе зношування найважче піддається вивченню, не дивлячись на те, що воно проявляється у вузлах тертя машин різних галузей техніки і по широті прояву може бути порівнянне з абразивним зношуванням. Процеси, що відбуваються при водневому зношуванні, знаходяться на стику таких областей науки, як електрохімія, органічна хімія, каталіз, хімія полімерів і змащувальних матеріалів, механохімія та ін.[1].

Водневе зношування залежить від концентрації водню в поверхневих шарах деталей, що труться. Він виділяється з матеріалів пари тертя або з навколишнього середовища (змащувального матеріалу, палива, води та ін.) і прискорює зношування. Водневе зношування обумовлене наступними процесами, що відбуваються в зоні тертя:

– інтенсивним виділенням водню при терті в результаті трибодеструкції водневовмісних матеріалів, що створює джерело безперервного проникненню водню в поверхневий шар сталі або чавуну:

– адсорбцією водню на поверхнях тертя;

– дифузією водню в шар, що деформується, сталі, швидкість якої визначається градієнтами температур і напруги, що створює ефект накопичення водню в процесі тертя;

особливим видом руйнування поверхні, пов'язаного з одночасним розвитком великого числа зародків тріщин по всій зоні деформації і афектом накопичення водню, характерним для руйнування, є миттєве утворення дрібнодисперсного порошку матеріалу. У технічній літературі протягом багатьох років публікуються результати численних досліджень по впливу водню на зниження об'ємної міцності матеріалів, особливо при дії циклічних навантажень[2,3].

Область прояву водневого зношування вельми обширна. Практично всі поверхні сталевих і чавунних деталей, що труться, містять підвищену кількість водню і, отже, схильні до підвищеного зношування. Наявність в повітрі парів води створює сприятливі умови для водневого зношування, не говорячи вже про розкладання в зоні контакту змащувального матеріалу, палива або пластмаси.

На рис.1 і 2 наведено результат негативного впливу водневого зносу на робочі органи відцентрових насосів.

Рис. 1. Кришка відцентрового насоса в результаті водневого зносу

Рис. 2. Робоче колесо відцентрового насоса в результаті водневого зносу

Водневе зношування може бути викликане не тільки воднем, який утворюється при терті, але і воднем, який може утворитися при різних технологічних процесах. При виплавці чавуну в доменному процесі з вологи дуття утворюється водень, який і потрапляє в метал (такий водень називають біографічним). При термічній обробці, наприклад в результаті азотування (при дисоціації аміаку), водень, що виділяється, дифундує в сталь. Наводнювання сталевих виробів відбувається при електроосадженні кадмію, цинку, хрому і нікелю. Одним із способів усунення водню при гальванічних покриттях є термообробка виробів при температурі 200 °С.

Для видалення окалини, продуктів корозії сталеві вироби піддають витримці в кислоті. Занурення сталі в розчин кислоти приводить до розчинення заліза на анодних ділянках і виділення водню на катодних ділянках з одночасним проникненням водню в сталь.

Існує два основних види зношування поверхонь сталевих і чавунних деталей під впливом водню: зношування диспергуванням і зношування руйнуванням [4,5].

При зношуванні диспергуванням будь-яких змін в поверхневому шарі деталей не спостерігається. При вивченні зносостійкості наводнених сталевих зразків (наводнювання проводилося електролітичним способом) встановлено, що при незначному наводнюванні зносостійкість зразків із Сталі 45 декілька збільшується, а при подальшому наводнюванні падає.

Це пов'язано з тим, що при початковому наводнюванні декілька підвищується твердість сталі. Потім мікротвердість при наводнюванні падає і стає менше початковою. Зменшення мікротвердості сталі при насиченні її воднем свідчить про розпушування її поверхневого шару, зниження зносостійкості.

Водневе зношування руйнуванням має специфічну особливість: поверхневий шар сталі або чавуну руйнується миттєво на глибину до 1 ... 2 мкм. Концентрація водню в сталі безперервно зростає. Водень потрапляє в зародкові тріщини, порожнини, міжкристальні межі і інші місця. Водень молізується, що поступає в порожнини, і, не маючи можливості вийти назад при зменшенні об'єму, прагне розширити порожнину, створюючи високу напругу.

Повторення циклу викликає ефект накопичення, що продовжується до тих пір, поки внутрішній тиск в порожнинах не призведе до руйнування сталі по всіх розвинутих тріщинах, що з'єдналися.

Таким чином, ступінь наводнювання залежить від багатьох чинників: стани сталі і особливо наявність в розчині навіть нікчемних кількостей (слідів) сірки, фосфору, миш'яку, селену (званих «отруйниками»), які здатні уповільнювати реакції хімічної десорбції і, таким чином, збільшувати площу покриття воднем і власне адсорбцію. Тому на практиці вибір інгібітору повинен бути ретельно продуманий, інакше можливе підвищення абсорбції водню.

При фосфатуванні водень проникає в сталь. Необхідно регулювати у ванні вміст вільної кислоти і певних окислювальних агентів і тим самим знижувати кількість абсорбованого водню.

Атмосферна корозія металу може викликати абсорбцію водню в тому випадку, якщо вона протікає в промисловій атмосфері, що містить сірчистий ангідрид і кислу сірчанокислу сіль.

Водень, що проник в сталь, при терті поступово дифундуватиме в поверхню і викликатиме її зношування.

Список літератури.

1. Журавель Д. П Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11. Тавр. держ. агротехнол. ун-т. Мелітополь, 2018. 44 с.

2. Журавель Д. П., Юдовинський В.Б. Вплив меркаптанів біопалива на водневе зношування поверхонь тертя. *Вісник Львівського НАУ /ЛНАУ*. Львів, 2009. – Вип. 13, т. 2. С. 182-189.

3. Журавель Д. П. Прогнозирование ресурса плунжерных пар топливных насосов. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць КНТУ*. Кіровоград, 2012. Вип. 25, т. 1. С. 46-49.

4. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2012. Вип. 12. т.2. С. 28-33.

5. Журавель Д. П. Обґрунтування методу прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на біопаливі. *Праці ТДАТУ*. Вип. 12. т. 3. Мелітополь, 2012. С. 109-119.

УДК. 631.3.004:5/67(477.73)

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ СКЛАДНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В ТОВ «ХАВЕСТЕР»

Бондар А.М., к.т.н.,
Новік О.Ю.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Значне збільшення потужностей тракторів, комбайнів та іншої, складної, сільськогосподарської техніки, використання сучасних засобів керування та контролю в їх конструкціях істотно підвищили вимоги до технічного обслуговування машин.

У боротьбі за свій імідж фірми намагаються забезпечити високу оперативність, якість і звичайно кваліфіковане технічне обслуговування своєї техніки,а також її постійну технічну готовність.

Тому сьогодні провідні обслуговуючи приділяють особливу увагу, адже прагнуть забезпечити сервіс техніці на найвищому рівні. Для того, щоб ставши одного разу клієнтом, ви беззаперечно будете рекомендувати нас своїм друзям та знайомим.

Сучасне обладнання сервісних центрів, потребує значні інвестиції та капіталовкладення, а сучасні методи діагностики дозволяють виявити будь-яку несправність машини, а високий професіоналізм сервісних інженерів гарантує швидке та якісне обслуговування в будь-який час і пору року.

Неважливо, чи техніка дала збій в розпал збиральної кампанії, чи виявлено якісь несправності в передпосівний період, – компанія завжди готова надати швидку сервісну допомогу і попередньо проконсультувати стосовно можливих причин, що зумовили поломку машини [1,2].

Основні матеріали дослідження. ТОВ «Хавестер» пропонує послуги по посіву соняшника, кукурудзи, сої та сорго сучасними сівалками JOHN DEER, обладнаними найкращими продуктами та системами компанії Preceision Planting, та збирання врожаю комбайнами торгівельної марки JOHN DEER.

ТОВ «Хавестер» пропонує повний спектр запасних частин до тракторів, комбайнів і зернових та просапних сівалок всіх моделей та їх модифікацій і паливо-мастильних матеріалів до сільськогосподарської техніки JOHN DEER.

ТОВ «Хавестер» займається відновленням просапних сівалок торгівельних марок KINZE, GREAT, HLAINS а також їх переобладнанням і модернізацією:

- вакуумними висівними апаратами V-Set;
- унікальною системою контролю висіву 20/20 Seed Sence;
- системою притирання секцій на ґрунт та контролю глибини загортання насіння Delfa Force;
- індивідуальним електричним приводом кожного висівнного апарату з автоматичною зміною норм висіву V-Drive та використанням навігації;
- розгортачами пожнивних решток з пневматичним дотисканням;
- транспортером насіння з електроприладом для швидкісного посіву.

ТОВ «Хавестер» має 37 комбайнів JOHN DEER, 19 тракторів JOHN DEER, 3 трала, 5 тягачів, 4 перевантажувача, 2 навантажувача, пересувна діагностична станція, парк легкових машин та значна кількість жаток та сівалок різних типів.

Свою техніку підприємство ремонтує та обслуговує самостійно на власній ремонтно-обслуговуючій базі, яка включає:

- цех з ремонту комбайнів;
- цех з ремонту тягачів і тралів;
- цех з ремонту тракторів;
- цех з ремонту та модернізації сівалок і виготовлення висівних секцій;
- дільницю з перевірки та регулювання висівних апаратів;
- дільницю з ремонту автомобілів;
- дільницю з перевірки та регулювання паливної апаратури;
- дільницю з перевірки та регулювання гідравлічних та гідростатичних агрегатів;
- агрегатну дільницю;
- дільницю з ремонту двигунів;
- зварювальну дільницю;
- слюсарно-механічну дільницю;
- дільницю з регулювання та випробування електрообладнання та електронних приладів;
- мийну дільницю;
- дільницю фарбування та сушіння;
- шино монтажну дільницю;

Компанія «Хавестер» намагається рухатись в ногу сучасними тенденціями розвитку сільськогосподарської техніки, тому постійно відвідує відповідні виставки, працівники відвідують закордонні семінари, а саме господарство вдосконалює техніку за рахунок власних розробок, та розробок JOHN DEER (рис. 1-4).

Таким чином було розроблене пристосування для монтажу та демонтажу коліс з комбайнів. Це дало змогу значно зменшити час на розвантажувальні роботи та підготовку техніки до експлуатації.

Рис. 1. Загальний вигляд індукційного нагрівача

Особливу увагу приділяють гідравлічним системам керування напрямком руху транспортних засобів [3-6]. Власний інженерний склад підприємства розробляє засобі діагностування гідравлічних систем – це дозволяє значно підвищити якість ремонту та одночасно здешевити його [7-10].

Рис. 2. Цех з ремонту та вдосконалення сівалок точного висіву JOHN DEER

Рис. 3. Цех з ремонту тракторів JOHN DEER

Рис. 4. Дільниця з ремонту та діагностики гідравлічного обладнання

Висновки. Основним напрямком для розвитку компанії є організація та технічне обслуговування складної сільськогосподарської техніки, а також надання інших послуг, зокрема передпродажну підготовку техніки, її продаж і доставку покупцю.

Необхідно організовувати мобільні бригади з ремонту та обслуговування сільськогосподарської техніки, які потрібно комплектувати відповідним сучасним обладнанням, а головне висококваліфікованими спеціалістами. В цьому напрямку компанія «ХАВЕСТЕР» почала підготовку кадрів разом з провідним ВНЗ півдня України – Таврійським державним агротехнологічним університетом імені Дмитра Моторного.

Список літератури.

1. Бондар А.Н. Петров В.О. Петров А.В. Конструктивна реалізація перспективних рульових керувань мобільних машин. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету.* Вип. 14, т.3 2014. С. 15-24.

2. Бондар А.Н. Петров В.О. Залежності функціонування нових, ергономічних рульових керувань на базі електромеханічних підсилювачів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. Вип.6, Т.1. С. 224-232.

3. Бондар А.Н. Пути повышения качества отслеживания траектории мобильных машин. *Motrol* – Lublin, 2015, Vol. 17, No 9. P. 3-8

4. Бондар А.Н. Метод контроля системы управления колесной машины с целью обеспечения эффективной работы. *Motrol* - Lublin. 2016. Vol. 17, No9. P. 8.

5. Журавель Д.П. Обгунтування методики прогнозування технічного стану функціональних систем мобільних енергетичних засобів. *Праці ТДАТУ*. Вип. 19.Т.4. Мелітополь, 2019. С.86-104.

6. Журавель Д.П. Обґрунтування пристрою для оцінки триботехнічних властивостей змащувальних матеріалів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Вип. 9. Том 1. Мелітополь, 2019. С.12-22.

7. Журавель Д.П., Бондар А.М., Паніна В.В. Забезпечення працездатності функціональних систем мобільної техніки при експлуатації на біодизелі. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму*. Мелітополь, 2019. С. 226-228.

8. Журавель Д.П., Бондар А.М., Паніна В.В. Методологія оцінювання надійності дизельних двигунів при експлуатації на біодизелі. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Вип. 7.Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. С.30-39.

9. Бондар А.М., Журавель Д.П, Дашивець Г.І. Дослідження адаптивної роботи рульового управління транспортного засобу в швидкісному режимі. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму*. Мелітополь, 2019. С. 203-204.

10. Журавель Д.П., Мілько Д.О., Бондар А.М. Використання біологічної оливи для сільськогосподарської техніки. *Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний збірник* / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С. 125-131.

УДК 631.173(571.1)

ОПТОВА ТОРГІВЛЯ ЯК СКЛАДОВА АГРАРНОГО ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

Грицаєнко І.М., ст. викл.
Грицаєнко Г.І., к.е.н., доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Сільське господарство є пріоритетною сферою діяльності, у якій подолання кризи, подальший розвиток ринкових відносин, забезпечення продовольчої безпеки країни неможливі без відповідного розвитку матеріально-технічної бази та ефективних інвестицій у технічне оснащення [8; 9, с. 193; 11]. Вважаємо, що позитивний розвиток аграрного виробництва напряму залежить від інвестиційної привабливості країни в цілому [10], а також від стану технічного потенціалу АПК, що в свою чергу потребує відповідного стану ринку сільськогосподарської техніки [3]. Одним з головних елементів ринку сільськогосподарської техніки є технічний сервіс [4], провідною функцією якого є забезпечення споживачів техніки (аграріїв) технічними засобами. В цьому сенсі особливої актуальності набувають дослідження оптової торгівлі як складової аграрного технічного сервісу.

Основні матеріали дослідження. Проблеми оптової торгівлі сільськогосподарською технікою та устаткуванням знаходяться у центрі уваги науковців всього світу, в тому числі таких дослідників, як Бак А. і Хусті І. [1], Девіс Г.В., Балей Д. та Худоба Л.М. [2], Рейтер Г. [5], Ріхенген М. [6], Стаус А. і Бекер Т. [7] та багатьох інших.

Так, Бак А., Хусті І. в ході дослідження роблять висновки, що через відсутність інноваційного розвитку угорське сільськогосподарське машинобудування втратило свої колишні ролі на власному ринку, що характерно також для інших колишніх соціалістичних країн [1]. Девіс Г.В., Балей Д. та Худоба Л.М. на досвіді крупного американського виробника сільськогосподарської техніки в Китаї Deere & Co демонструють швидкі зміни, а також особливості китайського ринку, які необхідно враховувати будь-якому бізнесу, який хоче вийти на нього [2]. Рейтер Г. на основі аналізу місця сільськогосподарського машинобудування в збільшенні ефективності як машин в цілому, так і окремих технологічних процесів, надійшов висновків, що впровадження електроніки підвищує ступінь автоматизації і стає ключовою технологією для сільськогосподарської техніки [5]. Ріхенген М. визначає, що східноєвропейський сільськогосподарський регіон більш ніж в 6 разів більше, ніж Західна

Європа (800 млн. га) і теоретично створює величезний ринок для сільськогосподарської техніки, тобто існує великий потенціал для імпорту, хоча рівень ризику там залишається значно вищим, ніж в країнах Центральної Європи [6]. Стаус А., Бекер Т дослідили питання задоволеності дилерів своїми постачальниками в секторі сільськогосподарської техніки [7],

Вважаємо, що сьогодні більшість підприємств оптової торгівлі розуміють необхідність інновацій в організацію своєї діяльності, освоєння нових цільових ринків, досягненні конкурентних переваг тощо. Показники динаміки та місця оптової торгівлі сільськогосподарськими машинами та устаткуванням в оптовому товарообороті України наведені на рис. 1.

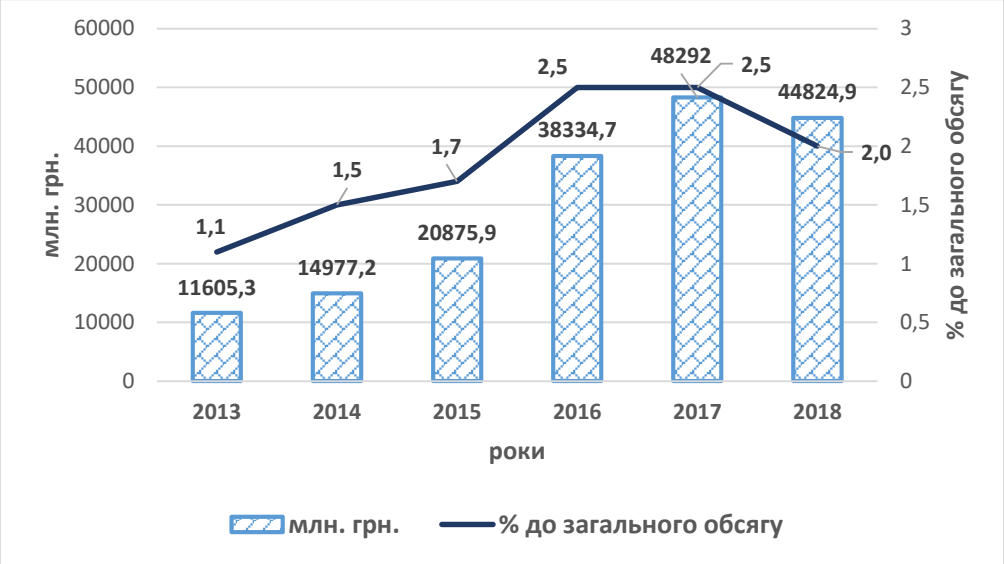


Рис. 1. - Динаміка оптової торгівлі сільськогосподарськими машинами та устаткуванням в Україні

Джерело: складено за даними Державної служби статистики України

За період 2013-2018 рр. обсяг оптової торгівлі сільськогосподарськими машинами та устаткуванням в Україні збільшився в 3,9 рази (або на 33,2 млрд. грн.) і становив 44,8 млрд. грн. Його питома вага в загальноукраїнському обсязі оптової торгівлі коливалась від найнижчої величини 1,1% у 2013 р. до найвищої величини у 2,5% в 2016 та 2017 рр. В 2018 р. цей показник становив 2,0%.

Був проведений трендовий аналіз оптового товарообігу, відповідно до якого лінія тренду описується лінійним рівнянням:

$y = 8100x + 1468,2$; $R = 0,9505$; $D = 0,9034$

За 2013-2018 рр. розмір оптового товарообігу сільськогосподарськими машинами та устаткуванням щорічно збільшувався в середньому на 8,1 млрд. грн. з майже функціональною залежністю (коефіцієнт кореляції 0,9505). Незважаючи на позитивну динаміку оптової торгівлі сільськогосподарськими машинами та

устаткуванням, за той же період 2013-2018 рр. наявність техніки в сільськогосподарських підприємствах явно недостатня (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка наявності тракторів та зернозбиральних комбайнів в сільськогосподарської підприємствах України

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 у % до 2013
Трактори, тис. шт.	138	134,2	130,8	127,9	132,7	129,3	93,7
у розрахунку на 10000 га ріллі, шт.	42	41	40	39	41	40	95,2
Площа ріллі на 1 трактор, га	236	242	249	254	245	252	106,8
Зернозбиральні комбайни, тис. шт.	32	30,1	27,2	26,7	27,4	26,8	83,8
у розрахунку на 10000 га посівної площі зернових культур, шт.	36	36	39	35	38	38	105,6
Площа посіву зернових культур на 1 зернозбиральний комбайн, га	338	376	372	398	369	377	111,5

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України

Як свідчить аналіз даних табл. 1, в 2018 р. порівняно з 2013 р. кількість тракторів скоротилася на 6,3% і становила 129,3 тис. одиниць, що складає 40 одиниць в розрахунку на 10 тис. га ріллі. При цьому площа ріллі в розрахунку на 1 трактор збільшилась на 6,8% і становила в 2018 р. 252 га. Для порівняння: в США цей показник дорівнює 28 га, у Франції – відповідно 14 га.

Кількість зернозбиральних комбайнів в сільськогосподарських підприємствах України з 32 тис. одиниць в 2013 р. скоротилася до 26,8 тис. одиниць в 2018 р., або на 16,2%. В розрахунку на 10 тис. га посівної площі зернових культур (без кукурудзи) в 2018 р. було 38 зернозбиральних комбайнів. Площа посіву зернових культур (без кукурудзи) в розрахунку на 1 зернозбиральний комбайн за 2013-2018 рр. збільшилась на 11,5% і становила 377 га. Для порівняння: в США, Франції та Німеччині навантаження на комбайн дорівнює 55 га.

В табл. 2 наведені дані про купівлю сільськогосподарськими підприємствами нової сільськогосподарської техніки.

Як свідчить аналіз даних табл. 2, в 2018 р. порівняно з 2013 р. сільськогосподарськими підприємствами було куплено на 11,4% більше тракторів (3105 шт.), зернозбиральних комбайнів відповідно на 9,9% (576 шт.). При цьому можна відмітити значний ріст цін на сільськогосподарську техніку: в 3,7 рази на трактори (до 2,01 млн. грн.

за 1 шт.), в 3,3 рази на зернозбиральні комбайни (до 5,1 млн. грн. за 1 шт.).

Таблиця 2

Динаміка купівлі сільськогосподарськими підприємствами нових тракторів та зернозбиральних комбайнів

Роки	Трактори			Зернозбиральні комбайни		
	шт.	грн. за 1 шт.	всього, млн. грн.	шт.	грн. за 1 шт.	всього, млн. грн.
2013	2788	542565,6	1512,7	524	1538600,4	806,2
2014	1822	716533,4	1305,5	336	2004757,3	673,6
2015	2095	1254125,2	2627,4	479	3285475	1573,7
2016	3777	1497137,7	5654,7	902	3972839,8	3583,5
2017	3688	2013186,8	7424,6	1026	4444122,4	4559,7
2018	3105	2007700	6233,9	576	5074100	2922,7
2018 у % до 2013	111,4	370,0	412,1	109,9	329,8	362,5

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України

Витрати на купівлю тракторів за 2013-2018 рр. зросли в 4,1 рази і становили в 2018 р. у цілому за сільськогосподарськими підприємствами 6233,9 млн. грн., на зернозбиральні комбайни, відповідно, в 3,6 рази – до 2922,7 млн. грн. Безумовно, купівля техніки вітчизняного машинобудування обходилася б дешевше, але її виробництво має негативну тенденцію (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка вітчизняного виробництва окремих видів продукції машинобудування для сільського господарства

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 у % до 2013
Трактори з потужністю двигуна більше 59 кВт, тис. шт.	2,9	2,7	2,8	3,3	3,3	2,4	82,8
Плуги, тис. шт.	6,2	4,4	3,7	3,6	2,9	3,0	48,4
Розпушувачі та культиватори, тис. шт.	4,4	3,7	3,4	3,8	4,0	2,9	65,9
Борони дискові, тис. шт.	2,0	2,0	2,3	2,8	3,3	2,2	110,0
Борони (крім дискових), тис. шт.	7,8	7,9	5,8	8,7	7,3	10,4	133,3
Сівалки, саджалки та машини розсадосадильні, тис. шт.	5,6	4,4	4,2	4,8	5,1	3,8	67,9
Комбайни зернозбиральні, шт.	68	…	100	154	70	47	69,1

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України

За 2013-2018 рр. кількість зроблених в Україні тракторів скоротилася на 7,2% і становила в 2018 р. 2,4 тис. шт.; плугів – відповідно на 51,6% до 3 тис. шт.; розпушувачів та культиваторів – відповідно на 34,1%, до 2,9 тис. шт.; сівалок, саджалок та розсадосадильних машин – на 32,1%, до 3,8 тис. шт., комбайнів зернозбиральних – на 30,9%, до 47 шт. в 2018 р. Лише кількість борін, вироблених в Україні, збільшилася: дискових – на 10%, до 2,2 тис. шт. в 2018 р., усіх інших – відповідно на 33,3%, до 10,4 тис. шт. в 2018 р.

Вважаємо, що ринок сільськогосподарської техніки, зробленої в Україні, втрачає власні позиції внаслідок багатьох факторів, в тому числі надійності та продуктивності, а також організації сервісного обслуговування. В той же час динаміка імпорту тракторів та зернозбиральних комбайнів в Україну має різновекторні тенденції (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка імпорту сільськогосподарської техніки в Україну

Роки	Трактори		Зернозбиральні комбайни	
	тис. шт.	загальна вартість, млн. дол. США	шт.	загальна вартість, млн. дол. США
2013	158,1	562,8	1571	183,7
2014	108,8	273,7	935	95,5
2015	39,7	229,3	1285	106,6
2016	58,9	517,7	3139	271,5
2017	86,4	693,2	3229	309,7
2018	92,9	639,7	2197	193,6
2018 у % до 2013	58,8	113,7	139,8	105,4

Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України

Як свідчить аналіз, в 2018 р. порівняно з 2013 р. кількість імпортованих тракторів зменшилась на 41,2% і становила в 2018 р. 92,9 тис. одиниць. При цьому їхня загальна вартість навпаки, збільшилася на 13,7% і становила 639,7 млн. дол. США. Кількість зернозбиральних комбайнів, що були імпортовані, навпаки, з 1571 шт. в 2013 р. зросла до 2197 шт. в 2018 р., або на 39,8%. При цьому їхня загальна вартість зросла лише на 5,4% і становила 193,6 млн. дол. США.

Результати та висновки. Вважаємо, що оптова торгівля сільськогосподарськими машинами та устаткуванням в Україні має значний невикористаний потенціал, для використання якого необхідні стабільність в економічному та політичному житті впродовж тривалого часу, прогнозованість ринку, гарантованість умов збуту техніки, надійність банківської системи, розвиток дилерських мереж, максимальне дотримання стандартів та сервісного обслуговування.

Список літератури.

1. Bak A., Husti I. The Econometric Analysis of the Innovation Activities of the Hungarian Agricultural Machinery Producers. *Aktualni Zadaci Mehanizacije Poljoprivrede*. 2012. Vol. 40. Pp. 43–54.

2. Davis G.W., Bailey D. and Chudoba K.M. Defining and Meeting the Demand for Agricultural Machinery in China: A Case Study of John Deere. *International Food and Agribusiness Management Review*. 2010. Vol. 13, Is. 3. Pp. 97–120.

3. Didur V., Gritsaienko H. and Gritsaienko I. Investment of agricultural machinery in agricultural production of Ukraine. *Mechanization in agriculture & conserving of the resources*. 2017. Vol. 1. Pp. 11-14.

4. Hrytsaienko H., Hrytsaienko I., Bondar A. and Zhuravel D. Mechanism of Investment of Technical Service in Agricultural Households. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. 2019. Pp. 29-40. URL : https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-14918-5_4. (дата звернення: 22.03.2020).

5. Reiter H. Trends of Market and Technology for Agricultural Machinery from the View of a Vehicle Manufacturer. *Getriebe In Fahrzeugen 2010*. 2010. Vol. 2081. Pp. 261–270.

6. Richenhagen M. The market for agricultural machinery in Central and Eastern Europe. Conference: *Agricultural Engineering.* 2001. Vol. 1636. Pp. 7–11.

7. Staus A., Becker T. Satisfaction of German agricultural machinery dealers with manufacturers – an empirical investigation. *Berichte Uber Landwirtschaft.* 2010. Vol. 88, Is. 3. Pp. 445–455.

8. Грицаєнко Г., Грицаєнко І. Технічне забезпечення як головний пріоритет в інвестуванні аграрного підприємництва. *Актуальні проблеми розвитку малого та середнього підприємництва* : матеріали регіон. наук.-практ. конф., м. Мелітополь, 12 груд. 2017 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2017. С. 39-42.

9. Грицаєнко Г., Грицаєнко І. Технічне оснащення як пріоритетний напрям інвестування аграрного виробництва. *Економіка та суспільство.* 2017. Вип. 9. URL : http://www.economyandsociety.in.ua/index.php/journal-9 (дата звернення: 22.03.2020).

10. Грицаєнко Г., Грицаєнко М. Інвестиційна привабливість України. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2017. Vol. 3. No. 1. Pp. 80-93. URL: https://are-journal.com. (дата звернення: 22.03.2020).

11. Дідур В.А., Грицаєнко Г.І., Грицаєнко І.М. Метод аналізу ієрархій у визначенні пріоритетних напрямів інтенсифікації землеробства. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2016. Вип. 6, Т. 1. С. 22-34.

УДК 631

СІТЬОВА МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ УНІВЕРСАЛЬНОГО КОРМОРАЗДАВАЧА КУТ-3,0А

Паніна В.В., к.т.н., доцент
Полєтаєв С.В., магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного м. Мелітополь Україна

Постановка проблеми. Умови великої концентрації тварин висувають вимоги до показників надійності, безвідмовності машин і устаткування тваринницьких ферм і комплексів. Втрата працездатності машин приводить до додаткових витрат на їхнє відновлення, а також до збитків від зниження продуктивності тварин [1, 2]. У мобільних машин, таких як агрегат для приготування комбінованих силосів типу АПК - 10, подрібнювач – навантажувач силосу ПСН-Ш, кормороздавач ПТУ - ЮК, роздавач - змішувач РС- 5А і інші, зазвичай зношуються ланцюги, зуби зірочок, деталі кулачкових і фрикційних муфт, поверхні шліцьових, шпонкових і різьбових з'єднань, підшипники валів, шнеків і карданов, зуби конічних і циліндричних шестерень в редукторах, прогинаються вали, шнеки, деформуються рами і каркаси.

Основні матеріали дослідження. Технологічне обладнання систем годівлі скотарських ферм включає технологічну лінію, що складається з кормохраніліща, кормоприготовления і кормораздачи. Співвідношення відмов по елементах системи годівлі представлено на рис. 1.

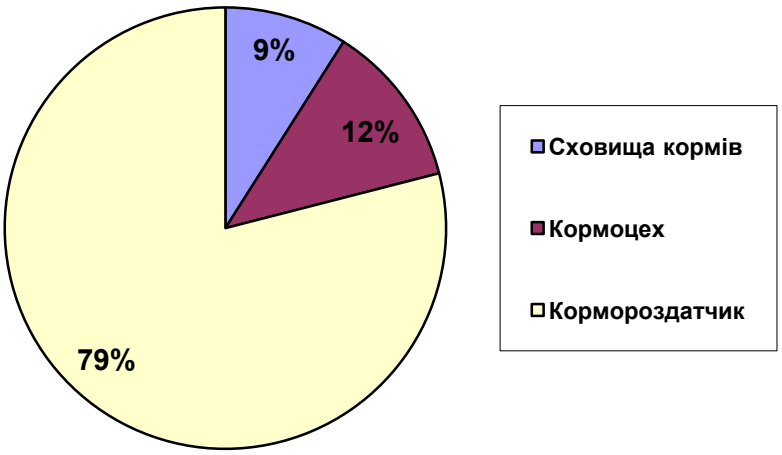


Рис. 1. Співвідношення відмов по елементах системи годування

Як бачимо з рисунку 1 найбільшої уваги в технічному обслуговуванні потребують кормороздавачі. Розглянемо на прикладі кормороздавача КУТ-3,0А.

Використання сітьового моделювання при аналізі дає можливість сконцентрувати дії виконавця на найбільш важливих моментах технологічного процесу.

При розробці сітьової моделі використовуються такі основні поняття: сіть, родія, початкова подія, операція (робота), фіктивна робота (операція), кінцева подія, наступна подія, попередня подія, шлях, критичний шлях.

Сітьове планування передбачає визначення змісту робіт по робочих місцях, їх тривалість і взаємозв'язок, а також встановлює тривалість циклу ремонту машини ТФ шляхом побудови графоаналітичної моделі [3-5].

Сітьові графіки дають можливість легше аналізувати правильність кооперації або організації виробничих процесів, контролювати хід їх виконання, виявляти недоліки і сучасно їх ліквідувати, перерозподіляючи матеріальні і трудові ресурси підприємства [6-9].

Використання сітьового моделювання при аналізі дає можливість сконцентрувати дії виконавця на найбільш важливих моментах технологічного процесу.

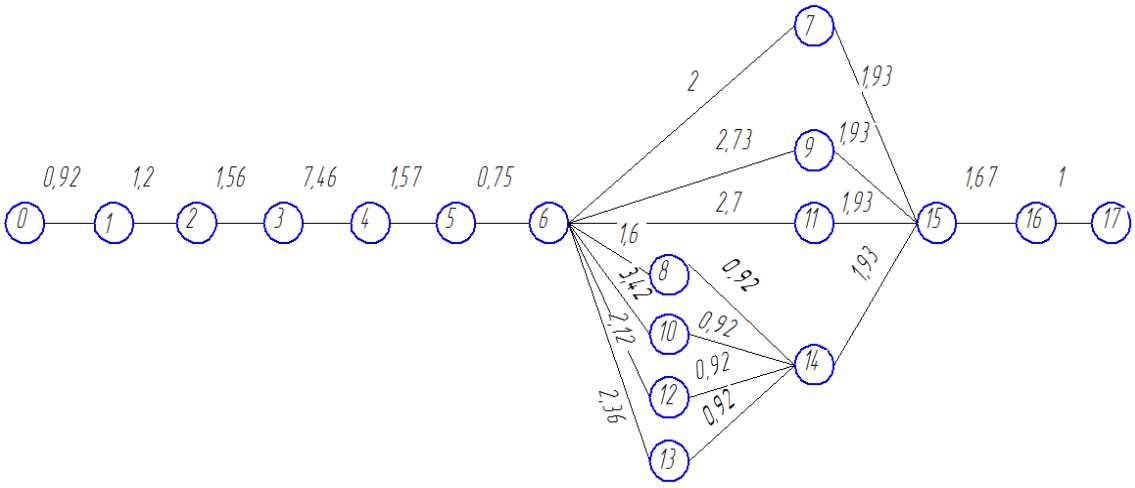


Рис. 2. Сітьовий графік ремонту універсального кормораздавача КУТ- 3,0А

Висновки. За допомогою сітьової моделі технологічного процесу ремонту КУТ-3,0А. визначений критичний час виконання відповідних технологічних процесів, що склав 32,34 год. Завдяки оптимізації процеса ремонту універсального кормораздавача КУТ-3,0А можливо скоротити час перебування на 11,58 год.

Список літератури.

1. Паніна В.В., Канковський Д.К. Обґрунтування організації виробництва ремонту обладнання тваринницьких ферм. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету*, Вип. 15 Т.1 Механіко-технологічний факультет. Мелітополь: ТДАТУ, 2015. С. 28-32.

2. Паніна В.В., Поспєлов М.С. Оптимізація сітьової моделі виробничих процесів ремонту машин та обладнання тваринницьких ферм. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету*, вип. 14, т.1, механіко-технологічний факультет. Мелітополь: ТДАТУ, 2014. С. 14-18.

3. Полєтаєв С.В., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту універсального кормораздавача КУТ-3,0А. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф.*, 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 14.

4. Самборський В.Р., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту універсального кормораздавача КТУ-10А. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф.*, 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 15.

5. Лаба В.П., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту гноєзбирального транспортеру ТСН-3,0Б. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф.*, 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 11.

6. Паніна В.В., Дзендзель Д.М. Оптимізація сіьової моделі виробничих процесів ремонту ПЛН-5-35. *Материалы XIII Международного форума молодежи "Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке"* г. Харьков. 2017. С. 103.

7. Паніна В.В. Оптимизация сетевой модели производственного процесса ремонта культиватора КПС-4. *Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 24–25 октября 2019 года).* Минск, БГАТУ, 2019. ISBN 978-985-25-0007-4 (ч. 2). С. 88-90.

8. Паніна В.В., Яворницький А.О. Оптимізація сітьової моделі виробничих процесів ремонту посівних машин. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету*, вип. 14, т.1, механіко-технологічний факультет. Мелітополь: ТДАТУ, 2014. С.19-23.

9. Романенко М.М., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі виробничого процесу ремонту СЗ-3,6. *Материалы XIV Международного форума молодежи "Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXXI веке".* Харьков, 2018. С. 90.

УДК 621.81-192:614.84

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ В ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ

Волков О.Ю., магістр,
Болтянська Н.І.,к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Якість технологічного обладнання визначається великою кількістю чинників досконалістю конструкцій і методів проектування і розрахунку машин або їх складових частин на міцність, надійність, довговічність і точність якістю застосовуваних сировини, матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, покупних і одержуваних по кооперації виробів ступенем уніфікації, агрегатування і стандартизації рівнем технології і засобів виробництва, контролю та випробувань рівнем взаємозамінності, організації виробництва і експлуатації машин кваліфікацією робочих. Для забезпечення високої якості машин необхідні оптимізація зазначених факторів і сувора взаємна узгодженість вимог до їх якості як при проектуванні, так і на етапах виробництва і експлуатації [1–4].

Системний підхід є методом наукового пізнання, в основі якого лежить дослідження технічного об'єкта як системи. Тобто системний підхід розглядається як методологія наукового пізнання, в основі якого лежить дослідження технічних об'єктів як цілісної системи. При цьому розглядається розуміння системи у взаємозв'язку «людина – технічний об'єкт – середовище». Техніка, машини є складними механічними системами (ремонтованого класу).

Технічною системою називається сукупність елементів, об'єднаних конструктивно і функціонально для виконання необхідних функцій. До технічних систем ми відносимо технічний об'єкт, машини.

Технічна система на відміну від замкненої фізичної системи є відкритою і реагуючою, що змінюється в залежності від зовнішніх умов, умов експлуатації, технічного обслуговування і ремонту.

Основні принципи, що визначають об'єкт як складну систему: ієрархічність, об'єкт як безліч елементів і міжелементних зв'язків, структурність, єдність і цілісність, можливість побудови математичних моделей і моделювання систем [5,6].

При системному підході вирішення проблеми надійності техніки пов'язано з наступними цілями:

1) досягнення найкращих показників надійності машин за функціональними, екологічними критеріями та критеріям безпеки з мінімальними витратами часу, праці і матеріальних засобів;

2) збереження в заданих межах показників надійності, працездатності в експлуатації, а також при зберіганні, транспортуванні, технічному обслуговуванні (ТО) і ремонту;

3) вдосконалення та модернізація технологічного обладнання.

Вивчення надійності побудовано на системному отриманні знань [7]. Це означає, що як сам процес навчання, так і застосування знань на практиці для забезпечення надійності промислового обладнання являють собою систему знань і навичок, яка будується відповідно до блок-схемою (рис. 1.).

Рис. 1. Схема послідовності вирішення проблеми забезпечення надійності

При виявленні надійності технологічного обладнання важливою представляється початкова стадія глибокого вивчення характеру і причин простоїв, джерел втрати працездатності. Велике значення мають вивчення і постановка питань діагностування, моніторингу та прогнозування стану технологічного обладнання на період проведення

діагностики, а з проведенням діагностування - забезпечення збереження та збільшення технічного ресурсу, продовження терміну служби. В умовах виробництва завжди існує проблема забезпечення надійності, отже, повинні ставитися завдання, здійснюватися аналіз проблеми, умов і чинного стану машини, визначатися шляхи вирішення поставлених завдань. На основі даної блок-схеми (рис. 1) виконуються планування, розробка технічних і організаційних методів забезпечення високого рівня надійності і довговічності техніки.

На етапі розробки методів забезпечення надійності проводяться моделювання, розрахунки, техніко-економічне обґрунтування, розробляється документація. В результаті чого здійснюється виконання прийнятих рішень і поставлених завдань з отриманням результату забезпечення і підвищення надійності машини.

Список літератури.

1. Скляр А.Г., Скляр Р.В. Анализ показателей для контроля биологического процесса анаэробного разложения. *MOTROL: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2015. Vol.17. No.9, b.P.65-70.

2. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko.* Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

3. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa,* 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

4. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

5. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes".* Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

6. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. *Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition.* Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.

7. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

УДК 631

ОПТИМІЗАЦІЯ СІТЬОВОЇ МОДЕЛІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ УНІВЕРСАЛЬНОГО КОРМОРАЗДАВАЧА КТУ-10А

Паніна В.В., к.т.н., доцент
Самборський В.Р., магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторногом м. Мелітополь Україна

Постановка проблеми. Технологічне обладнання систем годівлі скотарських ферм включає технологічну лінію, що складається з кормохраніліща, кормоприготування і кормораздачи.

Рис. 1. Співвідношення відмов за елементами системи годування

У змішувачах-кормораздавачах в основному виходять із ладу деталі тертя, що рухаються, і вузли – це приводні зірочки, ланцюги приводних валів, шнеки, вивантажувальний транспортер, шестірні, ножі, а також редуктора. Характер зношування – механічний у результаті інтенсивної експлуатації, влучення в змішувач сторонніх предметів (фізичні деформації) [1].

Основні матеріали дослідження. Технологічний процес ремонту кормороздавача КТУ-10А дає можливість раціонального використання часу та обладнання (табл. 1). Використання сітьового моделювання при аналізі дає можливість сконцентрувати дії виконавця на найбільш важливих моментах технологічного процесу.

Сітьова модель є видом операційної моделі, яка має здатність з будь-яким необхідним ступенем деталізації відображати склад і взаємозв'язки усіх робіт комплексу за часом [2, 3]. Критичний шлях ($t_{кр}$) – безперервна послідовність операцій (робіт) від нульової події до кінцевої, яка потребує максимального часу [4-8]:

$t_{кр}$=0-1-2-3-4-7-8-9-10-11-12-15-16-19-20-21-22-23

Таблиця 1

Технологічний процес ремонту кормороздавача КТУ-10А

Найменування роботи	Розряд роботи	Трудомісткість роботи, люд.год.	Число виконавців, люд.	Подія		Тривалість виконання роботи, год.
				початкова	кінечна	
1. Доставка кормороздавача до ремонту	2	1,0	1	0	1	1,0
2. Підрозбирання	2	2,5	1	1	2	2,5
3. Зовнішнє миття	2	0,6	1	2	3	0,6
4. Розбирання кормороздавача на вузли	3	8,6	2	3	4	4,3
5. Розбирання платформи та бортів	3	4,0	2	4	5	2,0
6. Розбирання транспортерів і приводу	3	4,4	2	4	6	2,2
7. Розбирання ходової частини	3	8,2	2	4	7	4,1
8. Очищення деталей	3	2,8	1	7	8	2,8
9. Миття деталей	3	1,2	1	8	9	1,2
10. Дефектація деталей	5	2,5	1	9	10	2,5
11. Комплектація деталей	3	1,5	1	10	11	1,5
12. Транспортні роботи	3	0,3	1	11	12	0,3
13. Верстатні роботи	3,4	17,2	4	12	13	4,3
14. Зварювально-наплавлювальні роботи	4	20,2	5	12	14	4,04
15. Гальванічні роботи	5	4,4	1	12	15	4,4
16. Ремонт і складання транспортерів і приводу	4	8,6	2	15	16	4,3
17. Ремонт і складання платформи й бортів	4	7,5	5	15	17	1,5
18. Ремонт і складання ходової частини	4	13,5	5	15	18	2,7
19. Фарбування вузлів	2	2,4	1	16	19	2,4
20. Складання кормороздавача	3	6,4	2	19	20	3,2
21. Обкатка кормороздавача	5	0,6	1	20	21	0,6
22. Огляд і виправлення дефектів	4	0,8	2	21	22	0,4
23. Фарбування кормороздавача	3	1,8	1	22	23	1,8
Разом		121				121

$$t_{кр} = 1 + 2,5 + 0,6 + 4,3 + 4,1 + 2,8 + 1,2 + 2,5 + 1,5 + 0,3 + 4,4 + 4,3 +$$

$$+ 2,4 + 3,2 + 0,6 + 0,4 + 1,8 = 37,9 \text{ год.}$$

Висновки. Для оптимізації сіітьової моделі виробничих процесів ремонту техніки тваринницьких ферм був розроблен технологічний процес ремонту КТУ-10А. За допмогою сітьової моделі встановлено, що критичний шлях становить 37,9 год., при цьому резерв часу 16,74 год.

Список літератури.

1. Паніна В.В., Канковський Д.К. Обґрунтування організації виробництва ремонту обладнання тваринницьких ферм. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету*, Вип. 15 Т.1 Механіко-технологічний факультет. Мелітополь: ТДАТУ, 2015. С. 28-32.

2. Самборський В.Р., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту універсального кормораздавача КТУ-10А. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф.*, 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 15.

3. Полєтаєв С.В., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту універсального кормораздавача КУТ-3,0А. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф*., 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 14.

4. Лаба В.П., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі технологічного процеса ремонту гноєзбирального транспортеру ТСН-3,0Б. *Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф.*, 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Т. І. С. 11.

5. Паніна В.В., Дзендзель Д.М. Оптимізація сіьової моделі виробничих процесів ремонту ПЛН-5-35. *Материалы XIII Международного форума молодежи "Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке"* г. Харьков. 2017. С. 103.

6. Паніна В.В. Оптимизация сетевой модели производственного процесса ремонта культиватора КПС-4. *Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 24–25 октября 2019 года).* Минск, БГАТУ, 2019. ISBN 978-985-25-0007-4 (ч. 2). С. 88-90.

7. Романенко М.М., Паніна В.В. Оптимізація сітьової моделі виробничого процесу ремонту СЗ-3,6. *Материалы XIV Международного форума молодежи "Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXXI веке".* Харьков, 2018. С. 90.

УДК 631.3–192:662.63

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ЗНОСУ

Іванова Д.В., бакалавр
Науковий керівник: Журавель Д.П., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Для забезпечення конкурентоспроможності машинобудівної продукції на світовому ринку потрібно скоротити терміни проектування і освоєння виробництва нових типів машин. Існують два підходи до вивчення зношування. Якщо дослідник бажає виявити вплив того чи іншого чинника на величину зносу, то передбачається, що знос - детермінований. Якщо бути більш точним, то в цьому випадку встановлюється зв'язок між досліджуваним фактором та математичним очікуванням величини зносу. У другому підході знос приймається за процес випадковий [1,2].

Такий підхід, очевидно, більш реалістичний, так як в діючих машинах і процеси навантаження, характеристики матеріалів, і стан контактуючих поверхонь і, нарешті, умови роботи мають випадковий характер. Тільки імовірнісним підходом до процесу зносу можуть бути визначені показники зносостійкості реальних машин. Застосування чисто експериментальних методів оцінки зносостійкості реальних машин наштовхується іноді на технічні труднощі, які, взагалі кажучи, можна подолати, але термін випробувань можуть розтягуватися на кілька років. Тут на допомогу практиці повинна прийти теорія, яка дозволило б прогнозувати поведінку машини по обмеженою інформації про її експлуатації [3-5].

Теоретичні методи розрахунку вузлів тертя на знос ще повністю не реалізовані, так як: по-перше, ще не повністю розкрита фізика явищ зношування, і - по-друге, через складності і громіздкість, а іноді і недостатньою розробленості загальних положень методології теоретико-імовірнісних досліджень.

У всякому разі, інформацію про величину зносу, отриману після виготовлення машини, слід вважати запізнілим. Найбільш цінним є інформація про знос деталей на стадії проектування машин. Енергетичний підхід, використаний для розрахунку деталей на знос, в деякій мірі узагальнює наявні дослідження в даному напрямку і не суперечить загальновизнаним теоріям тертя і зношування.

Розрахунки на знос дозволяють:

1. Виявити вимоги до фізико-механічних властивостей матеріалів вузлів тертя з урахуванням заданих умов роботи і науково

обґрунтовано підбирати матеріали при конструюванні машин, що працюють в різних умовах.

2. Виділити основні фактори, які мають найбільш значущий вплив на процес зношування, що дозволяє при виготовленні, експлуатації та ремонті машин знизити їх шкідливий вплив.

3. Розрахунковим шляхом визначити ресурс машини на стадії проектування, що дозволить уникати довгострокових і дорогих випробувань.

Рядом авторів висунуті цікаві, оригінальні і цілком прийнятні ідеї, на базі яких можна побудувати досить достовірні методи розрахунку на знос. Одночасно слід зазначити, що ні один з існуючих методів не дає закінченого вирішення завдання розрахунку на знос з обґрунтованою точністю. Так як найважливішим завданням є побудова практичної робочої методики таких розрахунків, то ясно, що тут не можна обмежитися показом принципової можливості того чи іншого методу.

Ми вважаємо, що при аналізі і узагальненні розглянутих методів з метою їх практичного впровадження необхідно:

1. Дати повне, фізично чітке і ясне тлумачення пропонованих різними авторами методів розрахунку на знос.

2. Доповнити існуючі методи необхідними даними для розрахунку і усунути наявні неясності.

3. Широко використовувати для розрахунків ЕОМ, склавши для цього необхідні програми.

4. Розробити робочі інструкції щодо розрахунків, передбачивши в них форми завдання вихідних даних і форму отримання результатів.

Певне, в першу чергу, необхідно переглянути, з точки зору енергетичних позицій, всі викладені методи розрахунку на знос і вдосконалити отриманий метод шляхом включення в нього позитивних моментів попередніх методів.

Основним етапом, що визначає зносостійкість машин в експлуатації, є вибір матеріалів на стадії конструювання.

В даний час вибір матеріалів для вузлів тертя і конструкцій машин здійснюється в основному на підставі розрахунків на міцність. триботехнічні параметри майбутнього вузла тертя в переважній більшості випадків вибирається на підставі наявного досвіду і результатів експлуатації, а також інтуїції конструктора.

Наявні в арсеналі конструкторів деякі розрахункові залежності на знос носять емпіричний характер і не враховують дійсну природу зношування поверхонь тертя.

На стадії проектування машин і механізмів доцільним видається виконати їх оцінку ресурсу на основі прогнозування зносостійкості. Вибір і обґрунтування матеріалів, розробку вимог до технології слід виконувати не тільки розрахунками на міцність, але і з урахуванням розрахунків на знос.

Введення триботехнічних розрахунків в практику конструювання машин дозволяє підвищити показники надійності, принесе безсумнівну користь народному господарству, скорочує велику програму досліджень по доведенню нових і удосконалення вже створених конструкцій машин.

Вивчення виробничого досвіду передових конструкторських і машинобудівних організацій показало, що:

1. Період втілення ідеї конструктора від креслярської дошки до реальної машини, поставленої в серійне виробництво, дуже великий. Скоротити цей період можливо шляхом переведення частини експериментальних робіт по випробуванню та доведенні на розрахунки з використанням комп'ютерів.

2. Існуючі методи оцінки зносу машин в більшості випадків не знайшли практичного застосування тому, що вони або справедливі лише у вузькому діапазоні зовнішніх умов, або вимагають проведення трудомістких випробувань за визначенням значень коефіцієнтів, що входять в розрахункові формули.

3. Існуючі методи оцінки зносу вузлів тертя не повно враховують закономірності різних фізичних і фізико механічних явищ процесу тертя і зношування. Існуючі методи розрахунку на знос придатні тільки для заданих видів зношування, поява яких заздалегідь непередбачувана.

4. Найбільш перспективним з розглянутих підходів створення методу розрахунку зносу є енергетичний підхід.

Список літератури.

1. Журавель Д. П. Моделювання енергетичного балансу трибосистеми сільськогосподарської техніки в середовищі змащувальних матеріалів. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Запоріжжя, 2013. Вип. 1. С. 126-132.

2. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Реологічні процеси у контакті абразивного зерна з поверхневим шаром металу при зношуванні. *Праці ТДАТА.* Вип. 31. Мелітополь, 2005. С.180-183.

3. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Деформація та енергоємність поверхневого шару перлітної основи чавунів при абразивному зношуванні. *Праці ТДАТА*. Вип. 32. Мелітополь, 2005. С.76-80.

4. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Знос матеріалів в середовищі біопалив. *Праці ТДАТУ*. Вип. 10, т.2. Мелітополь, 2010. С. 77-90.

5. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2012. Вип. 12, т.2. С. 28-33.

СЕКЦІЯ 5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ АПК, ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ.

УДК 621.313

УСТРОЙСТВО БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Зеленькевич А.И.[1], ст. преподаватель,
Зеленькевич Д.А.[2], студент,
[1]*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь.*
[2]*УО «Гимназия-колледж им. Ахремчика», г. Минск, Республика Беларусь.*

Использование энергии ветра – одно из интенсивно развивающихся направлений энергетики. Существенную долю из всех ВЭУ (ветроэнергетических установок) составляют маломощные установки с номинальной мощностью до 100кВт.

Для небольших группы потребителей, находящихся в зоне децентрализованного электроснабжения, в частности для потребителей АПК целесообразно применение автономных электротехнических комплексов малой мощности на основе ВЭУ.

Недостатком таких комплексов является сложность обеспечения надежного бесперебойного электроснабжения потребителей 1-й категории. Одним из путей решения данной проблемы является использование совместного применения дизель-генераторов – аккумуляторных батарей – ВЭУ [1].

На рисунке 1 изображена структурная схема устройства бесперебойного электроснабжения потребителей на базе ВЭУ.

Описание работы предлагаемого устройства бесперебойного электроснабжения потребителей удобнее вести для трех режимов:

1. Энергия ветра больше номинальной мощности.
2. Энергия ветра отсутствует (ВЭУ не вырабатывает электроэнергии).
3. Энергия ветра меньше номинальной мощности.

1-й режим. В этом режиме при избыточной энергии ветра избыточная мощность, вырабатываемая генератором переменного тока, поступает в сеть потребителя, при этом синхронная электромашина переводится в режим двигателя, созданием на ее валу момента $M_г$. Возникающий при

этом электромагнитный момент равен противодействующему тормозному моменту на валу синхронной электромашины $М_{э.м.}=М_{торм.}$

Данный тормозной момент реализуется двигателем постоянного тока. В данном режиме ключ открыт всегда.

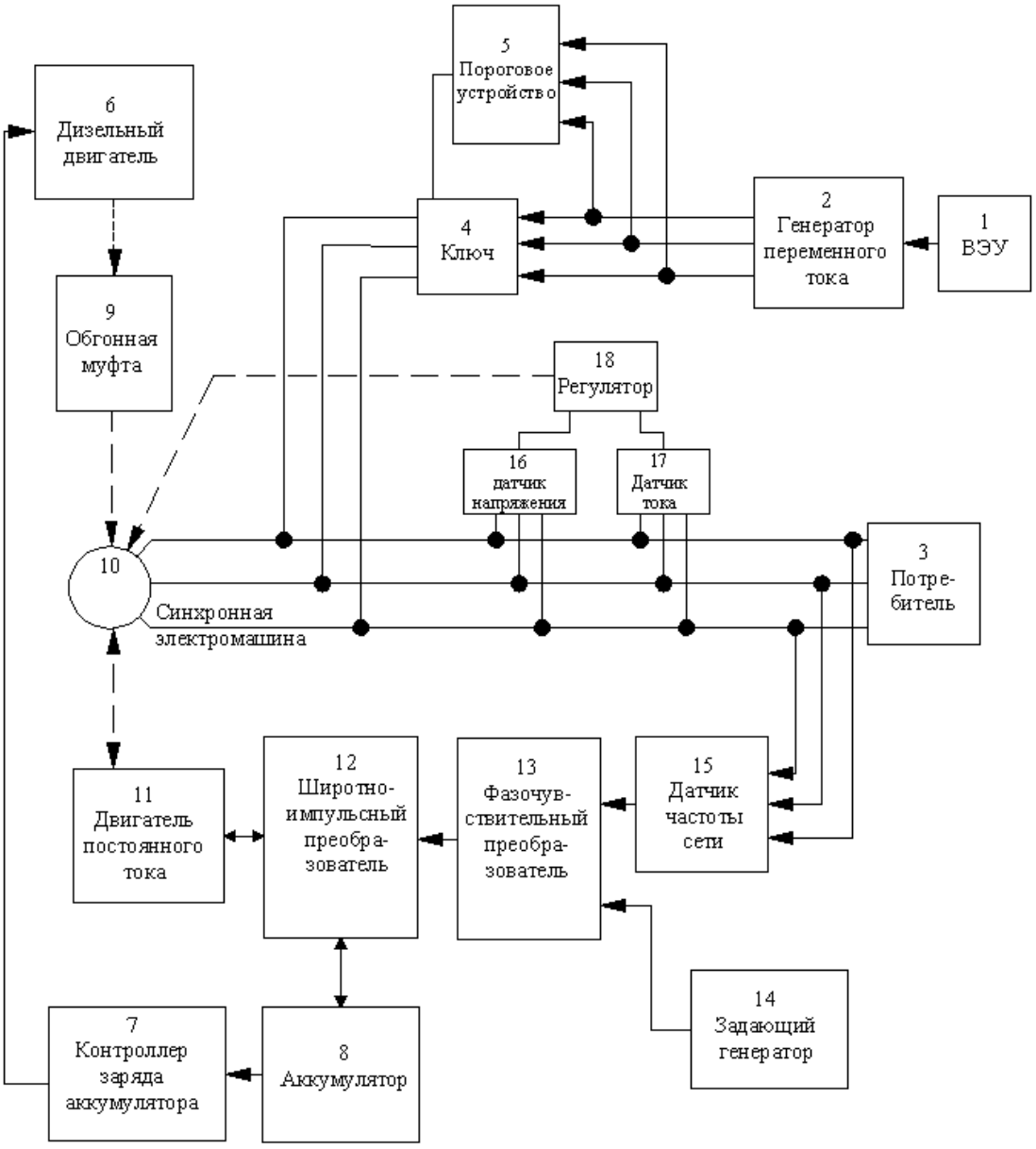


Рис. 1. Структурная схема устройства бесперебойного электроснабжения потребителей:

1 – ветроэнергетическая установка (ВЭУ); 2 – генератор переменного тока, соединенный с сетью промышленной частоты; 3 – потребитель электроэнергии; 4 – ключ (коммутационный аппарат); 5 - пороговое устройство управления ключом; 6 – дизельный двигатель, который снабжен устройством автоматического включения (на схеме не обозначено); 7 – контроллер заряда аккумулятора; 8 – аккумулятор; 9 – обгонная муфта; 10 – синхронная электромашина; 11 – двигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов; 12 – 4-квадрантный широтно-импульсный преобразователь; 13 – фазочувствительный выпрямитель; 14 – задающий генератор промышленной частоты; 15 – датчик частоты тока сети потребителя; 16 – датчик напряжения; 17 – датчику тока; 18 – регулятор.

Двигатель в этом режиме через широтно-импульсный преобразователь подключен к аккумулятору так, что обеспечивает рекуперативный режим между двигателем и аккумулятором. Т.е. энергия с двигателя идет в аккумулятор, заряжая последний, а ток заряда регулируется из условия поддержания частоты сети. При этом частота сети измеряется датчиком частоты сети и сравнивается с частотой задающего генератора на фазочувствительном преобразователе, выход которого управляет широтно-импульсным преобразователем так, что при увеличении частоты сети увеличивается ток заряда аккумулятора. Больший зарядный ток, который генерируется двигателем, находящимся в режиме «генератора», создает больший момент на его валу, а значит и на валу синхронной электромашины, тем самым изменяя ее угол между напряжением и током. За счет изменения угла между током и напряжением в сети будет уменьшаться частота согласно уравнению синхронной машины:

$$f = \frac{3p}{2\pi} i \cdot U \frac{\sin\Theta}{X} \cdot \frac{1}{M}$$

где f - частота сети, Гц;
p - число полюсов, шт;
i - ток в обмотке, А;
U - напряжение в сети, В;
X - реактивное сопротивление обмотки, Ом;
Θ - угол между Е э.д.с. генератора и U напряжением сети.

Здесь описано векторное регулирование частоты сети. Чтобы оно реализовалось, необходимо выбирать электрическую машину мощностью большей номинальной мощности генератора переменного тока ВЭУ.

При увеличении тормозного момента на валу синхронной электромашины ротор машины замедляет частоту своего вращения и значение Θ начинает возрастать, что приводит к увеличению электромагнитного момента, а значит и потребление из сети машиной увеличивается. Т.е. при увеличении энергии ветра автоматически растет потребление независимо от ответственного потребителя. При этом обгонная муфта дизеля размыкает его вал от синхронной электромашины и дизеля, который выключен и не оказывает влияния на работу системы.

2-й режим. В этом режиме при отсутствии энергии ветра (ветер мал для вращения ветроколеса или ВЭУ отключена по другим причинам) включается дизель и он вращает вал синхронной электромашины, которая в этом режиме переводится в режим генератора и обеспечивает питание сети. В течение времени переходного процесса, пока дизель не наберет требуемые номинальные обороты и момент на валу

синхронной электромашины обеспечивает двигатель, регулируемый исходя из поддержания частоты сети.

3-й режим. В этом режиме при недостаточной энергии ветра недостаток энергии компенсируется энергией аккумулятора, запасенной в режиме, когда энергия ветра была избыточной. Это происходит следующим образом. При уменьшении энергии, вырабатываемой генератором, ВЭУ, потребитель потребляет номинальный ток, но из-за уменьшения момента на валу генератора последний начинает сбавлять скорость, т.е. частота сети должна была бы падать. Но датчик частоты сети при этом выдаст также уменьшение частоты и на фазочувствительном преобразователе увеличится сигнал рассогласования между задающим генератором и датчиком частоты сети. При этом широтно-импульсный преобразователь увеличит длительность подключения двигателя постоянного тока к аккумуляторной батарее и на валу синхронной электромашины увеличивается механический момент, который возвращает скорость вращения генераторов в исходное стабильное состояние, но уже при других значениях их токов.

При полной потере мощности энергии ветра ключ закроется и сеть полностью переходит на питание от синхронной электромашины, а далее следует переход в режим с включением дизеля и зарядкой аккумулятора, если последний разряжен.

Во всех трех режимах информация о величине реактивной мощности в сети потребителя с датчика напряжения и датчика тока подается на вход регулятора, который изменяет величину тока возбуждения синхронной машины. При величине тока возбуждения меньше номинального значения синхронная машина недовозбуждена и потребляет реактивную энергию из сети, а при величине тока возбуждения больше номинального значения синхронная машина перевозбуждена и генерирует реактивную энергию в сеть.

Выводы. Использование предложенного устройства бесперебойного электроснабжения потребителей на базе ВЭУ позволяет расширить функциональные возможности и уменьшить потери электроэнергии, путем компенсации реактивной мощности.

Список литературы

1. Патент №5564 Устройство бесперебойного электроснабжения потребителей: / А.И. Зеленькевич, Михайлова Е.В; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № a 20090155; заявл. 2009.02.03; опубл. 30.10.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5(70). – С. 204-205.

УДК 628.336.1:631.879.25

ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

В.В. Братішко[1], д.т.н., e-mail: vbratishko@nubip.edu.ua,
Д.О. Мілько[2], д.т.н.,
І.В. Зінченко[3],
С.Г. Карпусь[4], к.ф-м.н.,
О.Р. Павлов[1]
[1] *Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна*
[2] *Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна*
[3] *Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків, Україна*
[4] *ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут», м. Харків, Україна*

Постановка проблеми. За даними Національного інституту стратегічних досліджень однією з ключових проблем аграрного сектору України, що потребують першочергового вирішення, є виснаження ґрунтів [1]. При цьому, одним із основних заходів, що дасть змогу призупинити дегуміфікацію ґрунтів, є застосування усіх видів вуглецевмісної сировини в якості органічних добрив [2].

Серед наявних джерел органічної сировини варто виділити осад стічних вод систем водовідведення та водоочищення населених пунктів – за різними даними [3] на сьогодні в Україні накопичено близько 1 млрд тон цього осаду, при цьому щорічно на каналізаційних очисних спорудах міст України утворюється близько 25-30 млн м^3 осаду стічних вод або 0,7-1,0 млн т за сухою речовиною. Однак, використання органічної сировини несільськогосподарського походження в якості органічних добрив тягне за собою необхідність врахування її особливостей, небезпек та ризиків, що можуть бути спричинені її застосуванням. З огляду на це, необхідним є аналіз нормативно-правової бази використання органічних відходів різного походження в якості добрив.

Основні матеріали дослідження. Законодавство України у сфері поводження з відходами складається з низки законодавчих актів та регуляторних документів, основними з яких є: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про відходи», Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», Водний кодекс України, постанова Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 р. № 465 «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними

водами»; накази Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01 грудня 2017 р. № 316 «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення», від 12 грудня 2018 р. № 341 «Про затвердження Порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин» та інші документи.

Нормативно-технологічні та еколого-санітарні вимоги містяться у національному стандарті України ДСТУ 7369:2013 «Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання», ДСТУ 8727:2017 «Осад стічних вод. Підготування органо-мінеральної суміші з осаду стічних вод», інших стандартах групи 65.080 «Добрива» згідно з державним класифікатором нормативних документів ДК 004, ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», а також у відомчих нормах технологічного проектування ВНТП-АПК-09.06 «Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною», затверджених наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01 лютого 2006 року № 29.

Регулювання засобів обробляння й утилізації осаду в країнах Європейського Союзу, головним чином, здійснюється за Директивами, які входять в національні правові системи держав-членів ЄС. З нормативно-правової точки зору, Рамкова директива про відходи № 2008/98/ЄС від 19.07.2008 року є основним правовим актом, що встановлює порядок поводження з усіма видами відходів, у тому числі осадом стічних вод, та зобов’язує держави-члени ЄС вживати заходи для запобігання й зниження утворення відходів і їх потенційного шкідливого впливу.

Директива ЄС щодо Осаду стічних вод № 86/278/ЄЕС від 12.06.1986 року є єдиним і найбільш важливим правовим актом на рівні ЄС стосовно використання осаду стічних вод. У Директиві зазначено, що у сільському господарстві може використовуватися осад стічних вод, оброблений біологічним, хімічним або тепловим методом, або за умов тривалого зберігання або будь-якого іншого відповідного процесу, який дозволить значно знезаразити, знизити ступінь бродіння осаду та небезпеку для здоров’я в результаті його застосування. Необроблений осад допускається використовувати лише при заорюванні в ґрунт. Використання осаду стічних вод в сільському господарстві регулюється гранично допустимим вмістом шести важких металів: Cd, Cu, Hg, Ni, Pb і Zn. Для порівняння, в Україні ДСТУ 7369:2013 регламентує вміст десяти важких металів.

Результати. Узагальнюючи зміст наведених документів можна сформувати перелік вимог до органічної сировини, яка може бути використана в якості органічних (органо-мінеральних) добрив або в процесах їх виробництва.

Так, національний стандарт ДСТУ 7369:2013 не дозволяє використовувати в якості добрив осад стічних вод у якому наявні патогенні мікроорганізми, зокрема сальмонела, та життєздатні яйця гельмінтів. Індекс бактерій групи кишкової палички не має перевищувати 50 000 в кубічному дециметрі. Радіологічний показник добрив не повинен перевищувати значення фонової радіоактивності ґрунтів у районі застосування добрив. Одним із головних якісних показників органічної сировини, що визначає можливості та сферу її застосування в якості добрив, є допустимий вміст важких металів в осаді стічних вод, визначений «Правилами приймання стічних вод…». ДСТУ 7369:2013 визначає сферу та можливість застосування осаду стічних вод в якості органічних добрив, поділяючи їх на класифікаційні групи за вмістом важких металів.

Аналіз нормативно-регуляторної бази дає змогу визначити детальний перелік вимог, яким повинна задовольняти органічна сировина, зокрема, осад стічних вод при подальшому використанні в якості сировини для виробництва органічних добрив:

1. Біологічна безпечність: відсутність патогенних мікроорганізмів, зокрема сальмонели, та життєздатних яєць гельмінтів; індекс бактерій групи кишкової палички не має перевищувати 50 000/дм^3.

2. Радіологічний показник добрив не повинен перевищувати значення фонової радіоактивності ґрунтів.

3. Вміст важких металів не повинен перевищувати допустимих норм.

4. Масова частка органічної складової не повинна бути менше 40% (у сухій речовині).

5. Масові частки загального азоту та загального фосфору у сухій речовині не повинні бути меншими 1,5% та 0,7% відповідно.

Аналіз наведеного переліку дає можливість умовно виділити показники, що можуть бути змінені або поліпшені в процесі виробництва добрив (1, 3), а також показники, що обумовлюють придатність осаду для подальшого використання та визначаються на основі агрохімічних досліджень осаду мулових майданчиків каналізаційних очисних споруд (2, 4, 5).

Вибір методів знезараження осаду обумовлюється рядом таких факторів, як хімічний склад стічних вод, економічність, безпека, можливість утворення токсичних побічних продуктів в осаді при його знезараженні, бактерицидна та дезінвазійна ефективність, кліматичні особливості місцевості тощо. При цьому компостування є одним з перспективних методів переробляння осаду який відрізняється

простотою, доступністю та забезпечує знезараження від патогенної мікрофлори і яєць гельмінтів. Також компостування є єдиною технологією, при якій органічна частина осаду перетворюється в гумус. Недоліком використання методу компостування є тривалість процесу та його залежність від температурних та кліматичних умов.

Застосування технології компостування дозволяє забезпечити знезараження органічної речовини за рахунок тривалої дії термофільних температур, а також забезпечити істотне прогнозоване зменшення вмісту важких металів, що відбуватиметься внаслідок додавання до компостної суміші вуглецевмісних компонентів з метою забезпечення раціональних значень азото-вуглецевого співвідношення [4]. Причому ефективність знезараження буде залежати від вмісту органічної речовини у доступній для споживання мікроорганізмами формі, а, відповідно, вищий вміст азоту в початковій речовині призведе до суттєвішого зменшення відсоткового вмісту важких металів.

Відомо, що на вміст органічної речовини у осаді найбільше впливає час зберігання. З аналізу динаміки зміни вмісту органічної речовини та загального азоту в осадах в процесі їх зберігання [3] можна встановити, що середній термін зберігання осаду на мулових картах не має перевищувати кількох місяців, що обумовлено дійсними обмеженнями на використання осаду з вмістом органічної речовини менше 40% в якості органічних добрив.

Оскільки основним технологічним підходом при виробництві органічних (органо-мінеральних) добрив на основі осаду стічних вод є компостування, слід зазначити, що головну цінність для використання в якості сировини при виробництві органічних добрив має свіжий осад, а також осад, що накопичувався в період психрофільних температур. При організації компостного виробництва із використанням відкритих компостних систем перевага має віддаватися свіжому осаду. Накопичений у пізньоосінній та зимовий періоди осад може ефективно використовуватись у початковий період компостного виробництва (березень-травень), оскільки при встановленні сприятливих для компостування (й мікробної життєдіяльності) температур в ньому буде спостерігатися втрата органічної речовини, в першу чергу легкодоступної, що негативно вплине на подальший перебіг процесу активного компостування, зокрема, на ефективність знезараження компостної суміші.

Використання при виробництві компостів осаду, що зберігається на мулових майданчиках терміном пів року і більше та характеризується меншим вмістом органічної речовини (і в першу чергу у легкодоступній для мікроорганізмів формі), потребуватиме особливого контролю процесів знезараження, оскільки ефективність компостування, а саме інтенсивність мікробної діяльності та тривалість періодів термофільних температур у такому осаді може бути

недостатньою для гарантованого знищення патогенів. З цією метою доцільним є застосування додаткових засобів знезараження стічних вод, наприклад, радіаційних, а саме: ультрафіолетового опромінення, опромінення пучками високоенергетичних електронів тощо. Як показала світова практика [5], за певних умов такі засоби знезараження можуть бути невід'ємною складовою технологічних процесів каналізаційних очисних споруд.

Висновки. 1. Нормативно-правова база України містить достатньо повний перелік показників, яким повинна відповідати органічна сировина (осад стічних вод) для подальшого використанні в якості органічних добрив. Окремі з цих показників – біологічна безпечність та вміст важких металів – можуть бути покращені в процесі виробництва добрив методом компостування.

2. Головну цінність для використання в якості сировини при виробництві органічних добрив має свіжий осад, а також осад, що накопичувався в останній пізньоосінній та зимовий періоди.

3. Використання при виробництві компостів осаду, що зберігається на мулових майданчиках терміном пів року і більше, потребує особливого контролю процесів знезараження та зумовлює доцільність застосування додаткових засобів знезараження стічних вод.

Список літератури.

1. Русан В. М., Собкевич О.В., Юрченко А.Д. Організаційно-економічні інструменти державної аграрної політики в Україні: аналітична доповідь. К.: НІСД, 2012. 88 с. ISBN 978-966-554-199-8.

2. Балюк С.А., Носко Б.С., Скрильник Є.В. Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості. *Вісник аграрної науки.* 2016. № 1. С. 11-17.

3. Багно А.О., Волошин М.Д. Дослідження якісного складу осаду міських стічних вод в залежності від терміну зберігання на мулових картах. *Сборник научных трудов «Вестник НТУ «ХПИ».* 2011. С. 57-63.

4. Пат. на корисну модель № 136395Україна, МПК (2019.01) C05F 17/00, C05F 7/00. Спосіб виробництва компосту. В.В. Братішко, Г.А. Голуб, О.А. Марус, А.В. Хмельовська. № u201903132. Заявл. 29.03.2019. Опубл. 12.08.2019. Бюл. № 15. 4 с.

5. Wang J., Wang J. Application of radiation technology to sewage sludge processing: a review. *Journal of Hazardous Materials*. 2007. Issue 143. Vol. 1-2. P. 2-7.

УДК 628.51

МОДЕЛЬ БЕЗСТРУМОВОГО АПАРАТУ ПІДІГРІВАННЯ ІМПЛАНТАНТІВ

Сілі І.І. к.т.н., асист.,
Азархов О.Ю. д.м.н., проф.,
Приазовський Державний Технічний Університет,
м. Маріуполь, Україна

Постановка проблеми. У сучасному світі пересадка органів, їх трансплантація, вживляння людині штучностворених, вже є буденною справою. Все більше лікарів і вчених обирають подібні справи за свої профільні направленості, все більше з'являється найякісніших і найліпших фахівців, які навчаються цій справі в найліпших закладах світу. На сьогоднішній день ризик невдало проведеної операції мінімізувався [1].

Аналізуючи показники операційних втручань з приводу трансплантації різних напрямків, можна відстежити одну з найважливіших умов для вдалого приживлення нових «деталей» організму. Ця умова – температурний конфлікт між тканиною людини та поверхнею імплантанту. Тому перед вживленням штучних імплантантів доцільним є їх підігрів знезараженим повітрям.

Основні матеріали дослідження. Вихровий ефект (ефект Ранка-Хільша *англ.Ranque-Hilsch Effect*) — ефект розділення газу чи рідини при закручуванні в циліндричній або конічній камері на дві фракції. На периферії утворюється закручений потік з більшою температурою, а в центрі закручений охолоджений потік, причому обертання в центрі відбувається в інший бік, ніж на периферії. Вперше ефект відкритий французьким інженером Жозефом Ранком в кінці 20-х років при вимірюванні температури в промисловому циклоні. В кінці 1931 Ранк подає заявку на винайдений пристрій, названий їм «Вихровою трубою» (у літературі зустрічається як труба Ранка-Хілша) [2].

Вихрова труба являє собою гладку циліндричну трубу, забезпечену тангенціальним соплом, діафрагмою з осьовим отвором і дроселем. При протіканні газу через сопло утворюється інтенсивний круговий потік, приосьові шари якого помітно охолоджуються і відводяться через отвір діафрагми у вигляді холодного потоку, а периферійні шари підігріваються і виходять через дросель у вигляді гарячого потоку [3].

Перше широке дослідження вихрового ефекту було проведено науковцем Хілшем. Відповідно до його дослідження, якщо повні температуру і тиск у стисненого газу, який надходить в сопло позначити через T_1 і P_1, у холодного потоку - через T_x і P_x, а у гарячого

потоку - через $T_г$ і $P_г$, то ефект охолодження холодного потоку можна виразити наступним чином [2]:

$$\Delta t_x = T_1 - T_x, \quad (1)$$

І для гарячого потоку:

$$\Delta t_Г = T_Г - T_1, \quad (2)$$

При загальній секундній ваговій витраті стисненого повітря G, витрата холодного потоку G_x і гарячого потоку $G_г$ відносна вагова витрата μ холодного потоку складе:

$$\mu = \frac{G_x}{G} \quad (3)$$

Експериментами встановлено, що на характеристики вихрової труби впливають такі геометричні величини, як діаметр отвору діафрагми, довжина і геометрія вихрової зони (або гарячої частини) вихрової труби, площа прохідного перетину сопла, масштаб вихрової труби, а також термодинамічні параметри такі як: температура і тиск газу, тиск холодного потоку, фізичні властивості газу і деякі інші [3].

Наукові розробки з використанням вихрового ефекту проводяться і в Україні. Так розроблений і запропонований стаціонарний вертикальний вітрогенератор, який містить раму, яка виконана у вигляді гіперболічної труби Ранка-Хілша, та згідно пропонованої моделі, встановлено направляючу шайбу у нижній частині труби, два типи завихрувачів, що задають протилежні напрямки потоку вітру в трубі, елементи Пельт'є і витяжну шайбу [4].

Сьогодні є перспективи впровадження даного ефекту для побудови нових приладів для швидкого нагріву або охолодження медичних препаратів, обладнання, протезів та імплантантів шляхом встановлення деяких конструктивних елементів [5].

Нами розроблена та запропонована конструкція (рис.1) стаціонарного горизонтальний нагрівача, який містить раму, виконану у вигляді гіперболічної труби Ранка-Хілша, направляючу конусну шайбу, завихрувач, що задає напрямок потоку повітря в трубі і ультрафіолетовий опромінювач. Для стерилізації потоку повітря у розроблену конструкцію пропонується

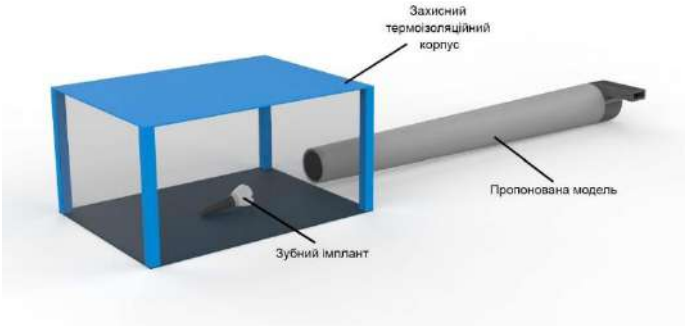


Рис. 1. Пропонована конструкція апарату

встановити фільтри та кварцеві лампи у самій трубі, щоб безпосередньо перед подаванням повітря до об'єкту воно проходило потрібну підготовку, щоб не завдати зайвої шкоди.

Висновки

В роботі представлено аналіз існуючих методів використання вихрового ефекту в промисловості та медицині, головним елементом якого є аеродинамічна труба Ранка-Хілша. Науковими спеціалістами України розроблені та запатентовані ряд пристроїв на основі вихрової труби для використання в промислових цілях.

На основі попередніх досліджень, нами запропонована нова модель безструмового швидкого нагрівача людських імплантантів на базі аеродинамічних труби Ранка-Хілша, в якому нагрів повітря відбувається не за рахунок електричного струму певної величини, а за рахунок розділення завихрених потоків повітря в трубі.

Список літератури.

1. Сілі І.І., Федюшко Ю.М. Радіоімпульсні біотехнології в медицині та сільському господарстві. *Актуальні питання розвитку інформаційних технологій: тези доповідей Всеукраїнської конференції молодих учених* (Маріуполь, 18 листопада 2019 р.). ДВНЗ «ПДТУ». Маріуполь: ПДТУ, 2019. С. 105.

2. Сілі. І.І., Петров В.О. Перспективи застосування вихрового ефекту ранка у вітроенергетиці. *Сучасні наукові дослідження на шляху до Євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму. Матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного;* за загальною редакцією д.т.н. професора Надикто В.Т. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В. 2019. Частина 1. 296-298 с.

3. Сілі І.І., Петров В.О. Стаціонарний вертикальний вітрогенератор на основі вихрової гіперболічної труби Ранка-Хілша. *Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті І.І. Мартиненка "Енергозабезпечення технологічних процесів"* (13-14 червня 2019 року). Мелітополь: ТДАТУ, 2019. 65-66 с.

4. Стаціонарний вертикальний вітрогенератор. Патент України на корисну модель № 139807. МПК F03D 5/00; № u201906121; Заявл. 03.06.2019; Опубл. 27.01.2020, Бюл. № 2-5 с. Сілі І.І., Лисенко О.В., Петров В.О., Коваль Д.М.

5. Сілі, І.І. Азархов О.Ю. Ефект Ранка-Хілша у біоінженерії. *Перспективи розвитку сучасної науки і техніки: зб. тез доп. Всеукр. інтернет-конференції* (Маріуполь, 20-21 лютого 2020 р.). ДВНЗ «ПДТУ». Маріуполь, 2020. С. 87–90.

УДК 620.92

МАЛОПОТУЖНИЙ ВІТРОЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОР НА НЕОДИМОВИХ МАГНІТАХ

С.В. Галько, к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна
e-mail: galkosv@gmail.com

Постановка проблеми. Сучасна вітроенергетика є однією з найбільш розвинених і перспективних галузей відновлюваної енергетики. Енергія вітру є одним з найбільш розвинутих відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), забезпечуючи близько 3% споживання електроенергії у світі [1,2].

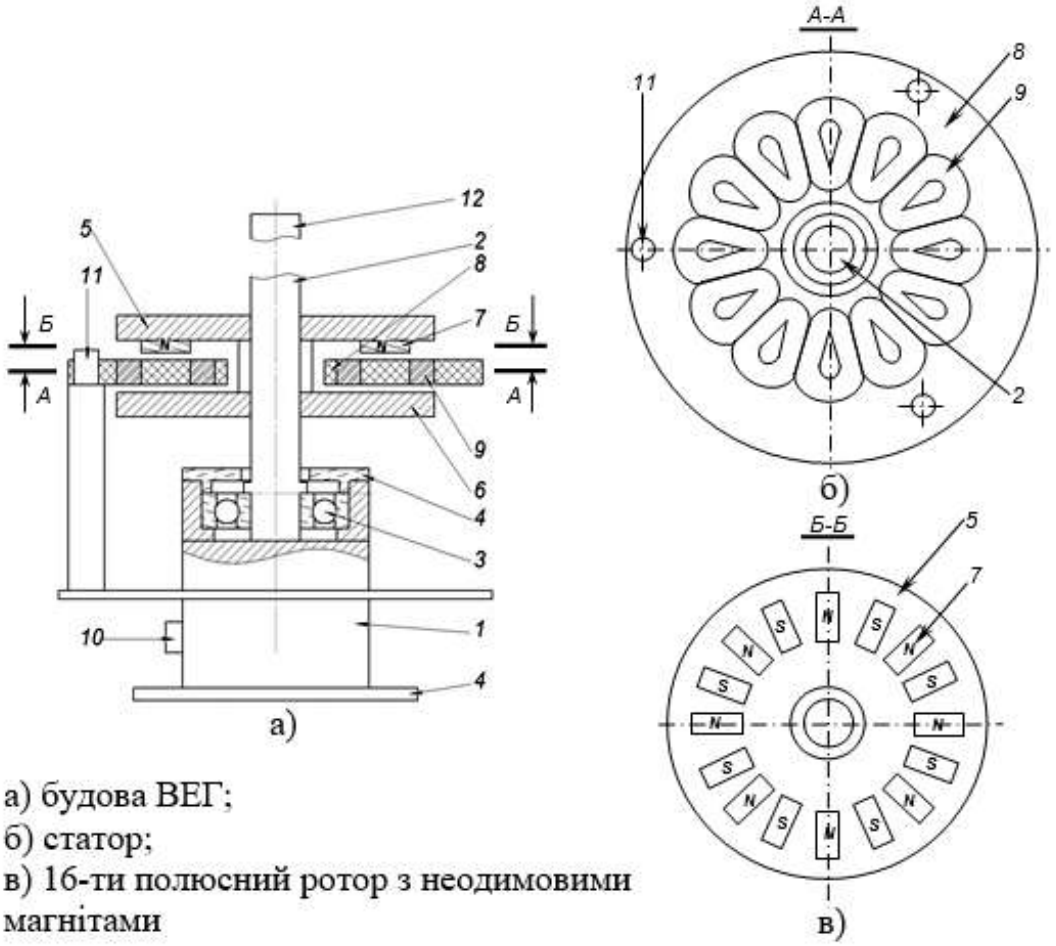
Дослідження в галузі малої вітроенергетики показують, що світовий ринок цієї галузі знаходиться на початковому етапі і, відповідно дослідженням Всесвітньої вітроенергетичної асоціації (ВВЕА), приріст світового сектору малої вітроенергетики з 2015 року складає 125 МВт у рік. ВВЕА прогнозує, що до 2020 р. загальна встановлена потужність малих ВЕУ у світі досягне 5 ГВт, а ринок нових невеликих ВЕУ - близько 1 ГВт [3,4].

Виробники обладнання для малої вітроенергетики зосереджені у п'яти країнах (Канада, Китай, Німеччина, Англія та США) і займають більше 50% світового ринку. В більшості розвинених країн заплановано у першій половині XXI ст. довести частку ВДЕ в загальному енергобалансі до 20…50% [5].

Досягнення ж України у впровадженні ВДЕ важко назвати суттєвими, тому передбачається збільшення частки ВДЕ у загальному балансі встановлених потужностей до 20% [6]. Окрім розвитку комерційної відновлюваної енергетики, в Україні є необхідність розвивати некомерційну ("сільську", "фермерську", "для двору"). Такі самостійні невеликі системи служать децентралізації енергопостачання, дозволяють диверсифікувати джерела енергії, зробити більш енергонезалежною Україну, і фермерів зокрема [7].

Вирішення цієї проблеми неможливо без рішення науково-технічної задачі, яка полягає в розробці, дослідженні, обґрунтуванні параметрів та режимів функціонування вітроелектромеханічних пристроїв для перетворення енергії вітру в інші види енергії. Одним з етапів вирішення цієї задачі є розробка, експериментальні дослідження і побудова математичних моделей одного з головних конструктивних елементів будь якої ВЕУ – електричного генератора, що підвищить надійність і загальний ККД ВЕУ.

Основні матеріали дослідження. На основі виконаного аналізу існуючих ВЕГ малої потужності для ВЕУ домогосподарств, розроблено і запатентовано малопотужний ВЕГ зі здвоєним ротором спрощеної конструкції [8], будова якого наведена на рис. 1.



а) будова ВЕГ;
б) статор;
в) 16-ти полюсний ротор з неодимовими магнітами

Розроблений малопотужний ВЕГ зі здвоєним ротором спрощеної конструкції складається з корпусу 1, вала 2, встановленого на підшипниках 3, що закриті з обох сторін кришками 4. На валу 2 розташований дводисковий ротор 5, 6. Диск 6 виконаний стальним. На диску 5 рівномірно по колу закріплені 16 неодимових магнітів 7 з чергуванням полюсів, закріпленими рівномірно по колу на периферії диска, що утворюють багатополюсний дисковий ротор (рис. 1,в). Між роторними дисками 5 і 6 з зазором розташований нерухомий пластмасовий (бакелітовий) статор 8 з плоскими якірними котушками 9 трапецієвидної форми без осердя (рис.1,б). Якірні котушки 9 з'єднані згідно послідовно. Статор 8 розташований перпендикулярно осі вихідного валу 2, і залитий разом з котушками компаундом. Кінці обмоток 9 виведені на клемну коробку 10. Шпильками 11 пластмасовий статор 8 жорстко закріплений в корпусі 1. Вал 2 ВЕГ з'єднаний з вихідним валом 12 вітродвигуна (не показано).

Принцип дії ВЕГ. Вихідний вал 12 вітродвигуна, що приводиться у рух вітром, передає обертовий момент через кінематичний зв'язок валу 2, який, у свою чергу, обертає закріплені на ньому роторний диск 5 з

неодимовими магнітами 7 і диск 6. Так як магніти 7 розташовані рівномірно на периферії роторного диску 5, то вони створюють потужний магнітний потік $Ф_{зб}$, який пронизує плоскі якірні котушки 9 і замикається через стальні роторні диски 5 і 6. При обертанні дисків 5 і 6 магнітний потік $Ф_{зб}$ постійних магнітів по черзі пронизує якірні котушки 9 і індукує в них змінну ЕРС $e_к$. Для збільшення вихідної ЕРС якорю $e_я$ котушки 9 з'єднані згідно послідовно в обмотки, кінці яких виведені на клемну коробку 10.

Переваги розробленого ВЕГ такі: не потребує мультиплікатора, так як багатополюсне виконання ротора забезпечує збільшення частоти генерованої ЕРС; рівномірне закріплення по колу на периферії першого роторного диску неодимових постійних магнітів забезпечує надійне збудження магнітного поля і стабільність частоти генерованої ЕРС в якірних обмотках; виконання другого диска ротора у вигляді стальної пластини забезпечує спрощення конструкції, зменшення кількості магнітів, габаритів і вартості конструкції; виконання статорного диска пластмасовим, усуває втрати на нагрів диска, зменшує момент зрушення, що розширює діапазон робочої швидкості вітру; розташування обмоток на нерухомому статорі дозволяє уникнути рухомих контактів, а отже підвищити ККД і надійність генератора; виконання статорних котушок без осердя і стального магнітопроводу забезпечує зменшення моменту зрушення генератора, а отже його запуск при незначній швидкості вітру; виготовлення статорних котушок плоскими трапецеїдальної форми покращує компактність статора, збільшує коефіцієнт використання об'єму статора, а отже сприяє зменшенню габариту і маси генератора; з'єднання статорних котушок згідно послідовно забезпечує збільшення ЕРС в обмотках генератора; використання потужних неодимових магнітів сприяє зменшенню габариту і маси генератора.

Цей генератор може бути однофазним (всі обмотки з'єднані послідовно) або трифазним (три групи обмоток). Останній варіант кращий, оскільки в такому разі буде більш висока частота струму при однаковій частоті обертання ротора. Для розрахунку СГ з постійними магнітами з урахуванням втрат у магнітопроводі існує методика, яка наведена у [9]. Недоліками цієї методики є: складність розрахунків, генератор з статорним магнітопроводом буде мати значне залипання ротора, а виконання пазів під кутом, для зменшення залипання, збільшує втрати в самому генераторі; виконання обмоток з укороченим кроком, призводе до збільшення масо-габаритних розмірів генератора. Отже приведена методика [9] не прийнятна для розрахунку ВЕГ у яких відсутній магнітопровід на статорі. Тому для розробленого ВЕГ на неодимових магнітах пропонується інша методика розрахунку.

Для розрахунку генератора необхідно знати середнє значення обертів при середньорічній швидкості вітру в даному регіоні. При

виборі кількості магнітів треба орієнтуватися на середнє значення частоти обертання і на фінансові можливості, магніти з достатнім магнітним потоком недешеві. Потужність вітроколеса визначаємо за рівнянням [10]:

$$P = C_p \pi D^2 \rho \frac{V_o^3}{8}, \quad (1)$$

де C_p – коефіцієнт потужності вітроколеса;

ρ – густина повітря, кг/м^3, ($\rho \approx 1{,}2$ кг/м^3);

V_o – швидкість вітру, м/с;

D - діаметр вітроколеса, м.

У швидкохідних добре спроектованих ВЕУ C_p досягає 0,4 [10].

Діаметр вітроколеса рахуємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{P \cdot 8}{C_p \pi \rho V_o^3}}. \quad (2)$$

Оптимальна швидкохідність вітроколеса дорівнює:

$$Z_o \approx 4\pi/n, \quad (3)$$

де n – кількість лопатей.

Для двохлопатевого вітроколеса $Z_o = 4\pi/2 \approx 6$; для 4-х лопатевого - $Z_o = 4\pi/4 \approx 3$; для 3-х лопатевого - $Z_o = 4\pi/3 \approx 4$ [10].

Найбільш економічні ВЕУ мають по 2 лопаті, але з метою зниження динамічних навантажень рекомендується виготовляти швидкохідні ВЕУ з 3 лопатями.

Формула для визначення частоту обертання вітроколеса:

$$n = \frac{60 V_o Z_o}{\pi D}. \quad (4)$$

Фазну напругу холостого ходу СГ розраховуємо за виразом:

$$U_{Ф.XX} = 2 \cdot n \cdot m \cdot N \cdot W_к \cdot B \cdot S, \quad (5)$$

де n – частота обертання ротора з магнітами, с$^{-1}$;

m – число магнітних полюсів;

N – кількість котушок у фазі, а для однофазного - число котушок у статорі;

$W_к$ – кількість витків в одній котушці статора;

B – магнітна індукція в зазорі, Тл;

S – площа поверхні одного магніту, м^2.

З (5) знаходимо потрібну кількість витків котушки:

$$W_к = \frac{U_{Ф.XX}}{2 \cdot n \cdot m \cdot N \cdot B \cdot S}. \quad (6)$$

Значення магнітної індукції в зазорі визначаємо з залежності, яка приведена у [9]. Співвідношення кількості полюсів магнітів до якірних котушок повинно бути 4:3 [9]. В нашому випадку кількість полюсів розміром 40х20х10 мм на неодимових магнітах становить m = 16, а кількість якірних котушок - 12, по 4 на кожну фазну обмотку, N = 4. При повітряному зазорі δ = 1 мм, магнітна індукція B для магніту N35 дорівнює 0,5 Тл [9].

Використовуючи запропоновану методику розрахунку ВЕГ можна визначити розрахункову потужність при будь якій швидкості вітру і струмі навантаження. Нами виконані розрахунки ВЕГ для зарядки акумуляторної батареї з номінальною напругою $U_н$ = 14 В при номінальному струмі навантаження $I_н$ = 25 А (таблиця 1). На рис. 2,3 зображені розрахункові характеристики для 12-ти полюсного ВЕГ.

Таблиця 1

Розрахункова потужність ВЕГ при швидкості вітру 12 м/с і струмі навантаження 25 А

Кількість магнітних полюсів, *m*	4	8	12	16	20
Потужність ВЕГ, Вт	220	440	660	880	1100

Рис. 2. Зовнішня характеристика ВЕГ

Рис. 3. Залежність потужності ВЕГ від швидкості вітру при струмі навантаження 25 А

Висновки. На основі аналізу існуючих малопотужних ВЕГ і виявлених конструктивних недоліків розроблено малопотужний ВЕГ

(до 10 кВт) зі здвоєним дводисковим ротором спрощеної конструкції з використанням неодимових магнітів, що відрізняється надійністю та підвищеним ККД. Доведено недоцільність використання методики розрахунку синхронного генератора з постійними магнітами і визначені її недоліки. Запропоновано методику розрахунку ВЕГ на неодимових магнітах, яка відрізняється простотою та практичністю.

Список літератури.

1. Gan L.K., Echenique Subiabre E.J. (2019). A realistic laboratory development of an isolated wind-battery system. *Renewable Energy*. P. 645-656.

2. Merizalde Y., Hernández-Callejo L., Duque-Perez O., Alonso-Gómez V. Maintenance models applied to wind turbines. A comprehensive overview. EnergiesVolume 12, Issue 2, 11 January 2019, Article number 225.

3. Жарков В.Я., Жарков А.В., Галько С.В. Технічні рішення в енергозбереженні та енергоефективності. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти: колективна монографія; за заг. ред. П.М. Макаренка, О.В. Калініченка, В.І. Аранчій. Полтава: ПП “Астрая”, 2019. С. 401-426.

4. Галько С.В., Жарков В.Я., Жарков А.В. Технології та засоби перетворення відновлюваних джерел енергії для приватних домогосподарств: монографія. Мелітополь: Люкс, 2019. 215 с.

5. World Wind Energy Report 2012_final [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.wwindea.org/wwea-half-year-report-worldwind.

6. http://doe.com.ua/energoeffektivnost/.

7. Удосконалення технологій та засобів перетворення відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії для сільськогосподарського виробництва: Звіт про НДР (кінцевий) / ТДАТУ; кер. *В.Я. Жарков*; виконавці: *Галько С.В., Жарков А.В., Катюха І.А.* [та ін.]. Мелітополь, 2016. 160 с. №ДР0111U002543.

8. Малопотужний вітроелектрогенератор зі здвоєним дводисковим ротором спрощеної конструкції: пат. 116122 Україна: МПК H02K21/26, F03D7/06, F03D1/06. №201611504; заявл. 14.11.2016; опубл. 25.05.2017, Бюл. № 10.

9. Расчет и проектирование ветроэлектрических установок с горизонтально-осевой ветротурбиной и синхронным генератором на постоянных магнитах / *Яковлев А.И.* [и др.]. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2006. 125 с.

10. *Twidell J., Weir T.* Renewable Energy Resources. London and New York: Taylor & Francis, 2006. 601 p.

УДК 631.173

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Болтянська Н.І., к.т.н.,
Дереза С.В.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Найбільш ефективним інструментом боротьби з наслідками зміни клімату, на думку вчених, є передові енергозберігаючі технології. За допомогою цих технологій та інноваційних рішень можна підвищити енергоефективність, сприяти раціональному використанню ресурсів та скорочення викидів парникових газів. Енергозбереження також дозволяє поєднувати переваги від впровадження інтелектуальних рішень для захисту навколишнього середовища з економічною вигодою.

Енергоефективність та енергозбереження входять в п'ятірку пріоритетних напрямків технологічного розвитку. В даний час проблема ресурсозбереження взагалі й електричної енергії, зокрема, стає гранично гостросоціальною, оскільки майбутнє благополуччя людства багато в чому залежить від того, наскільки раціонально, бережно і ефективно використовуються ресурси в даний час [1–5].

Основні матеріали дослідження. Особливий науковий інтерес представляє енергетичне забезпечення сільськогосподарського виробництва. Галузі агропромислового комплексу (АПК) України є складними і своєрідними об'єктами з точки зору енерго- та електрозабезпечення, тому проблема енергозбереження в кожній з галузей АПК в умовах нестримного зростання тарифів на енергоносії вельми актуальна. При цьому сучасний стан вітчизняного сільського господарства характеризується [4–7]:

- низьким рівнем продуктивності праці в порівнянні з розвиненими країнами.
- високою енергоємністю продукції, в 4–6 рази вище, ніж у розвинених країнах. Втрати енергії в енергомережах у споживача дуже великі і в ряді випадків досягають 40%.
- великим набором використовуваних технологічних і енергетичних засобів при вкрай низькому коефіцієнті корисного використання ПЕР (не перевищує 35%), що значно нижче, ніж у промислових галузях.

Так, середньорічний коефіцієнт використання електричних

підстанцій, котелень, встановленої потужності двигунів внутрішнього згоряння не досягає навіть 20%;

- складною структурою паливно-енергетичного балансу, основними складовими якого є такі види паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР): дизельне паливо і бензин (близько 1/3), електроенергія (12%), тверде паливо (понад 1/3), газ, рідке пічне паливо та ін;
- наявністю застарілого обладнання та засобів комунікації – близько 90% їх працює за межами строків амортизації;
- дефіцитом працездатних кадрів необхідного рівня кваліфікації.

Особливості функціонування сільськогосподарської галузі пов'язані з тим, що в якості об'єкта впливу енергетичних технологій найчастіше виступають біологічні об'єкти: ґрунт, рослина, тварина. Це накладає відбитки на особливості споживання і розподілу енергії, а також на вибір можливих енергетичних джерел.

Для збільшення виробництва сільськогосподарської продукції АПК країни повинен розвиватися інтенсивно, використовуючи інноваційні енергозберігаючі технології, а цей процес нерозривно пов'язаний зі зростанням споживання енергії. В даний час приріст продукції на 1% тягне за собою збільшення витрат енергоресурсів на 2–3%.

У тваринництві споживається 18–22% рідкого палива і 19–20% електричної енергії від усіх енергоресурсів, що використовуються на виробничі цілі в сільському господарстві [8–10].

Потужності електричної і теплової енергії генеруються наступними способами (рис. 1):

- на теплових електричних станціях (ТЕС) на органічному паливі з використанням у турбінах водяної пари (паротурбінні установки – ПТУ); продуктів згоряння – ГТУ, їх комбінацій (парові установки – ПДТУ);
- на гідравлічних електричних станціях (ГЕС), що використовують енергію потоку води;
- на атомних електростанціях (АЕС), що використовують енергію ядерного розпаду;
- на установках, що перетворюють енергію сонця в електричну;
- на вітроенергетичних установках (саме цей напрямок виробництва електроенергії отримав найширше розповсюдження в Німеччині і має перспективи в українському сільському господарстві).

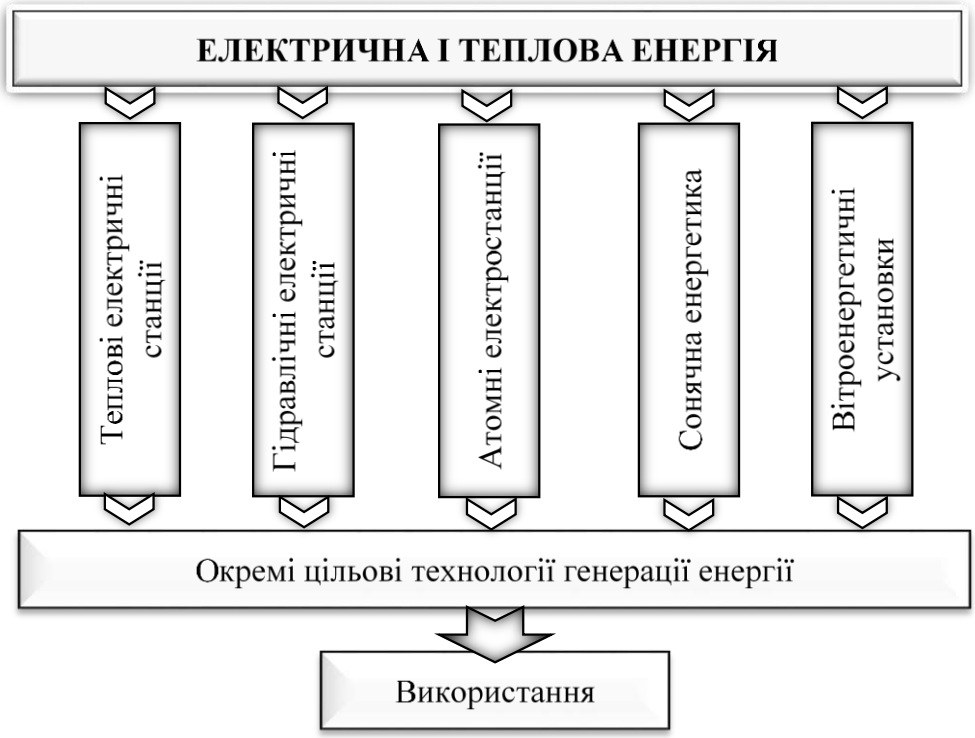


Рис. 1. Способи отримання електричної і теплової енергії

Аналіз функціонування паливно–енергетичних об'єктів показує, що економічно найбільш ефективні електростанції, які не мають громіздкого паливного циклу: гідроелектростанції, сонячні, вітряні, геотермальні і ряд інших, що працюють на поновлюваних джерелах енергії. Найважливішими пріоритетами державної енергетичної політики в Україні, поряд із стійким забезпечення країни енергоносіями, є створення умов для функціонування і розвитку економіки при максимально ефективному використанні ПЕР.

Незважаючи на наявність значних власних запасів корисних копалин ПЕР, стратегічною метою діяльності у сфері енергозбереження є зниження енергоємності валового внутрішнього продукту (ВВП) і, як наслідок, зниження залежності економіки АПК від загрозливого зростання внутрішніх цін та тарифів на постачання ПЕР господарюючих суб'єктів, що може бути досягнуто за рахунок:

• підвищення ефективності використання енергоносіїв в результаті впровадження нових енергозберігаючих технологій, обладнання, приладів і матеріалів, утилізації вторинних енергоресурсів та ін;

• структурною перебудовою галузей АПК;

• оптимізації паливного балансу зі збільшенням частки місцевих видів палива, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

Україна має величезний потенціал енергозбереження, який можна порівняти з приростом виробництва всіх первинних енергоресурсів. Потенціал України з енергозбереження здатний вирішити проблему

забезпечення економічного зростання країни. Але в даний час ці можливості не використовуються, і країна залишається однією з найбільш багатовитратних в світі. Енергоємність економіки України істотно перевищує показник Японії та США за паритетом купівельної спроможності. Суттєвим фактором зниження економічного зростання країни може стати нестача енергії. Якщо в країні буде відсутня скоординована політика енергоефективності, то, за оцінками експертів, темпи зниження енергоємності до 2022 р. можуть різко впасти. Енергозбереження стає в даний час домінуючим критерієм ведення в регіонах країни сільськогосподарського виробництва і раціонального використання ресурсів, залучених до нього: ґрунтових, водних, енергетичних, біологічних, фінансових і трудових. Але причина суттєвих втрат в АПК в даний час ніби як встановлено: в галузі широко застосовується електропривод з асинхронними короткозамкненими електродвигунами. Саме на нерегульований асинхронний електропривод припадає до 60% споживаної електричної енергії.

Власне енергетика АПК має ряд особливостей: розосередженість сільських споживачів; мала одинична потужність; велика протяжність мереж – електричних, теплових, газових, значна частина яких вже зруйнована, небезпечна і непридатна для подальшої експлуатації, а також наявність регіонів, де ведеться сільськогосподарське виробництво, без централізованого енергозабезпечення.

Підвищення енергетичної ефективності сучасних технологій у рослинництві АПК може бути досягнута двома способами: підвищення біологічного (генетичного потенціалу рослин за рахунок селекційної роботи та модифікації генофонду; зниженням витрат енергії і підвищення ефективності процесів обробки ґрунту, вирощування, збирання та переробки рослин. Необхідність селекційної роботи сьогодні ні в кого не викликає сумніву. Досягнення гарних результатів неможливе без використання елітного насіннєвого фонду. Так, наприклад, використання високопродуктивних сортів дозволяє заощадити понад 240 кг у. о. на 1 т фізичної речовини насіння зернових і понад 280 кг на 1 т насіння картоплі. Зернові культури володіють високою енергетичною ефективністю. При цьому найбільшій енергетичний коефіцієнт мають ярий ячмінь та овес, а найбільший вихід валової енергії – озима пшениця і кукурудза на зерно.

У сучасному землеробстві найбільші можливості економії енергоресурсів є поліпшення організації травосіяння в сівозмінах. Встановлено, що вдосконалення структури багаторічних трав за рахунок заміни злакових травостоїв бобовими (конюшина, люцерна) і бобово-злаковими, а також оптимізація режиму їх використання в сівозмінах (тривалість використання, термін перезалужения, рівень концентрації, період повернення на попереднє поле) дає можливість

значно підвищити продуктивність ріллі при одночасному скороченні витрат азотних добрив, що має важливе економічне і екологічне значення. При цьому значно знижуються енергетичні витрати в землеробстві. Інтенсифікація сільського господарства, підвищення ефективності всіх галузей, збільшення виробництва і поліпшення якості продукції обумовлюють зростаючі потреби енергії, в тому числі електричної енергії. Так, у тваринництві споживаються 18–22% рідкого палива і 19–20% електроенергії від всіх енергоресурсів, що використовуються на виробничі цілі в сільському господарстві. Енергоємність виробництва продукції тваринництва в Україні перевершує США та інші провідні країни Заходу в 2–3,5 рази.

Одна з основних причин цього полягає в тому, що реалізація генетичного потенціалу тварин не перевищує 60%. Тваринницька галузь недостатньо забезпечена кормами, вони не збалансовані за білком і мікроелементів. У структурі повних витрат енергії для різних видів тварин і птиці на частку кормів припадає 59–91%. У вартісному вираженні частка витрат на них також становить понад 50% повної собівартості тваринницької продукції.

Економію ПЕР у тваринництві можна отримати за рахунок зниження витрати палива на опалення та вентиляцію шляхом поліпшення теплоізоляційних характеристик тваринницьких приміщень, ефективної роботи опалювально-вентиляційних систем, впровадження прогресивних технічних пристроїв і засобів вентиляції, переходу до ефективних систем природної вентиляції і іншим нововведенням в АПК. Істотну економію електроенергії, матеріально-технічних і трудових витрат можна досягти за рахунок переведення тварин на глибоку підстилку з бульдозерним прибиранням гною.

Висновки. Дослідження структури втрат у сфері виробництва, розподілу і споживання електроенергії показують, що визначальна частка втрат (до 90%) припадає на сферу енергоспоживання, тоді як втрати при виробництві та передачі електроенергії становлять лише 8–10%. Функціональний і структурний аналізи енерговитрат дозволяють виявити основні напрями, технологічні процеси, елементи систем енергопостачання та енергоспоживання, де енергозберігаючі заходи можуть дати найбільший ефект. До основних заходів енергоефективного функціонування АПК належать: економія електроенергії в системах електропостачання та при її використанні (зниження втрат в мережі, регульований електропривод, впровадження електротехнологій, економне освітлювальне обладнання, якісна експлуатація, достовірній облік); енергоекономні теплові процеси та теплоенергетичне обладнання; використання відходів деревини та рослинних відходів, місцевих видів палива замість традиційних енергоресурсів, газогенератори; нові технології та енергоекономні техніка та обладнання в тваринництві і рослинництві (регульованість

мікроклімату з утилізацією тепла, комбіновані технології); використання ВДЕ; використання вторинних енергоресурсів; альтернативні види паливо; ефективні експлуатаційно-ремонтні служби, організаційно-технічні заходи, раціональна структура енергоносіїв. Кожен з означених заходів, природно, потребує спеціального та ґрунтовного аналізу.

Список літератури.

1. Болтянская Н.И. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa.* 2016. Vol.18. No13, b.P.49–54.

2. Скляр Р.В., Скляр О.Г. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С.210–217.

3. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей ІІ Міжнародної науково–технічної конференції «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54–55.

4. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. С. 36-39.

5. Болтянська Н.І. Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. *Інженерія природокористування*. 2018. №1(9). С. 57–61.

6. Скляр О.Г., Болтянська Н.І. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.

7. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153–159.

8. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2016. Вип.6. Т.1. С. 50–55.

9. Скляр Р.В., Скляр О.Г. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245–251.

10. Болтянська Н.І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів».* 2016. Вип. 10/3 (31) . С. 118–121.

УДК 635.21.077: 621.365

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Дубодел И.Б., к.т.н., доцент;
Кардашов П.В., к.т.н., доцент;
Корко В.С., к.т.н., доцент;
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь.

Длительное время развитие способов защиты окружающей среды от загрязнений вредными отходами шло по пути строительства очистных сооружений. Однако в последнее время становится все более очевидным, что наиболее рациональным решением проблемы является внедрение малоотходных и безотходных технологий.

Применяемые на сегодняшний день методы и технологии очистки стоков являются несовершенными, и в ряде случаев не обеспечивают необходимую степень очистки и утилизацию всех побочных продуктов, образующихся в этом процессе. Кроме того, применяемые решения не всегда являются экономически обоснованными и энергетически эффективными.

Во всех случаях очистки стоков первой стадией является механическая очистка, предназначенная для удаления взвесей и дисперсно-коллоидных частиц. Последующая очистка от загрязняющих веществ осуществляется различными методами:

– физико-химическими (флотация, абсорбция, ионный обмен, дистилляция, обратный осмос, ультрафильтрация и др.);
– химическими (реагентная очистка);
– электрохимическими;
– биологическими;
– прочими.

В настоящее время наиболее эффективным является электрохимический метод, к которому относят электрокоагуляцию.

Достоинства электрокоагуляции состоят:

– компактности установки, простате управления;
– отсутствие химических реагентов;
– невысокое потребление электроэнергии;
– малая чувствительность к изменению условий проведения очистки (pH среды, температура и т.д.);
– высокая степень очистки, получение осадка с хорошими структурно-механическими свойствами;
– возможность получение белков для производства корма для животных.

Предлагаемый способ коагуляции белков основан на химическом действии электрического тока, позволяющий снизить энергоемкость процесса и увеличить выделение белков.

Коагуляция белковосодержащих сред под действием внешнего электрического поля зависит от баланса трех энергий – межмолекулярного притяжения $W_м$, электростатического отталкивания $W_э$, диполь-дипольного взаимодействия частиц $W_д$ [1-4]:

$$W = W_м + W_э + W_д = 16\,\varepsilon_o\varepsilon_c\left(\frac{RT}{F}\right)^2 th^2\left(\frac{\psi_0 z_i e}{4kT}\right)\cdot a\,\frac{e^{-\chi\cdot a(S-2)}}{S} -$$

$$-\frac{A}{6}\left(\frac{2}{S^2-4}+\frac{2}{S^2}+ln\frac{S^2-4}{S^2}\right)-4\varepsilon_o\varepsilon_c\left(0{,}5-3\frac{ch\left(\frac{\psi_0 z_i e}{2kT}\right)-1}{4ch\left(\frac{\psi_0 z_i e}{2kT}\right)+\chi a}\right)^2\left(\frac{a}{S}\right)^3 E^2,$$

где $\varepsilon_0, \varepsilon_c$ – электрическая постоянная, Ф/м, и относительная диэлектрическая проницаемость среды;

R – газовая постоянная, Дж/(моль·К);

T – температура, К;

F – число Фарадея, Кл/моль;

ψ_0 – полный потенциал (потенциал диффузной части двойного слоя), В;

z_i – валентность иона;

e - заряд электрона, Кл;

k – постоянная Больцмана, Дж/К;

а – размер частицы, М;

$S = h/a+2$ – относительное расстояние между частицами;

h – расстояние между частицами, м;

$\chi = \sqrt{\frac{8\pi e^2 \sum n_i z_i}{\varepsilon_o \varepsilon_c kT}}$ - параметр Дебая-Гюккеля, м$^{-2}$;

A – постоянная Гамакера, Дж;

E – напряженность электрического поля, В/м.

Коагуляция происходит в случае, когда энергия молекулярного притяжения и дипольного взаимодействия превосходят энергию электростатического отталкивания, т.е. при отрицательном знаке суммарной энергии. Анализ уравнения, проведенный на ЭВМ, показал, что суммарная энергия взаимодействия коллоидных частиц в наибольшей мере зависит от температуры T и потенциала диффузной части двойного слоя ψ_0. Напряженность электрического поля не

оказывает заметное влияние на суммарную энергию взаимодействия частиц. Следовательно, возможна тепловая и химическая коагуляция белковосодержащих сред.

Тепловая коагуляция происходит при температуре выше 60^0С. Химическая коагуляция возможна при $\psi_0 = (30 – 40)\cdot 10^{-3}$В. Так как ψ_0-потенциал не поддается экспериментальному определению, его заменяют на электрокинетический потенциал ζ (дзета-потенциал), близкий по значению. На величину электрокинетического потенциала, особенно растворов белков, влияет pH среды, так как водородные и гидроксильные ионы обладают высокой способностью адсорбироваться; первые – благодаря малому радиусу, что позволяет им близко подходить к поверхности частицы, вторые – из-за большого дипольного момента. В кислой среде ζ - потенциал имеет положительный знак, а в щелочной – отрицательный. Значение ζ – потенциала равное нулю соответствует изоэлектрической точке (ИЭТ). В этой точке белки наименее устойчивы, так как число взаимодействующих ионизированных щелочных и кислотных групп в белковой молекуле будет одинаково и приведет к сворачиванию ее в клубок, плотность которого вследствие сил притяжения между разноименно заряженными группами максимальна. ИЭТ различна для разных растворов белков и колеблется от pH = 2 до pH = 11. Например, для картофелекрахмальных предприятий ИЭТ соответствует pH ≈ 4,8. Следовательно, изменяя pH можно воздействовать на значение ζ - потенциала, а значит на суммарную энергию взаимодействия молекул белков и, в конечном счете, на процесс коагуляции.

Изменить pH среды можно воздействием внешнего электрического тока, регулируя вводимое количество электричества Q, при определенном значении которого белок переходит в изоэлектрическое состояние, наиболее благоприятное для его коагуляции, то есть варьируя величину Q, можно воздействовать на значение электрокинетического потенциала и тем самым контролировать коагуляционные процессы. Кроме того, способ коагуляции белковых молекул снижением ζ – потенциала предпочтительнее способу, основанному на изменении температуры, так как требует меньших затрат энергии.

На основании данных положений получена следующая математическая зависимость процесса электрокоагуляции белков сока картофеля:

$$W = 16\varepsilon_o\varepsilon_c\left(\frac{RT}{F}\right)^2 th^2\left(\frac{\left(6{,}9\cdot10^{-2}-10^{-5}Q\right)z_i e}{4kT}\right)\times a\frac{e^{-\chi a(s-2)}}{S}-$$

$$-\frac{A}{6}\left[\frac{2}{S^2-4}+\frac{2}{S^2}+\ln\frac{S^2-4}{S^2}\right]-4\varepsilon_o\varepsilon_c\left(0{,}5-3\frac{ch\left(\frac{\left(6{,}9\cdot10^{-2}-10^{-5}Q\right)z_i e}{2kT}\right)-1}{4ch\left(\frac{\left(6{,}9\cdot10^{-2}-10^{-5}Q\right)z_i e}{2kT}\right)+\chi a}\right)$$

$$\left(\frac{a}{S}\right)^3 E^2.$$

Оптимальные параметры электрокоагуляции белков сока определены методом Монте-Карло. Критерием оптимизации служил минимум энергии взаимодействия белковых частиц. В результате получены следующие значения факторов, степень коагуляции при которых максимальна:

– количество электричества – (6,5…7,5) $\cdot10^{-3}$Кл/кг;

– pH среды – 4,6…5,0;

– температура обработки – 30…40^{0}C.

Выход белков составил 93…95%. Таким образом, электрохимический способ увеличивает выход белков на 10…40%. Эффективность способа обработки белковосодержащих сред подтверждена лабораторией транспорта и регуляции обмена веществ растений института экспериментальной ботаники АН РБ.

Максимально полный сбор и переработка белковосодержащих продуктов, переход на безотходные энергоэкономичные технологии позволит решить проблему охраны окружающей среды и получить ощутимый экономический эффект.

Список литературы

1. Эстрелла-Льонис В.Р., Духин С.С. Поляризационные взаимодействия и электрокоагуляция. *Коллоидный журнал* 1981. Вып.5 т.43.

2. Дерягин Б.В. Теория гетерокоагуляции, взаимодействие и влияние разнородных частиц в растворах электролитов. *Коллоидный журнал.* 1954. Вып.16 т.6.

3. Эстрелла-Льонис В.Р. и др. Об энергии взаимодействия двух физических коллоидных частиц во внешнем электрическом поле. *Коллоидный журнал*. 1974, Вып. 6 т. 36.

4. Дерягин Б.В. Устойчивость коллоидных систем. *Успехи химии*. 1979. № 4 т.48.

УДК [631.17:620.9]:636

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Болтянський Б.В.[1], к.т.н.,
Болтянська Л.О.[1], к.е.н.,
Сиротюк С.В.[2], к.т.н.,
[1]Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.
[2]Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Україна.

Постановка проблеми. Одним з найбільших споживачів енергії у народному господарстві є сільськогосподарське виробництво. Так, агропромисловий комплекс України споживає 35 млн. т умовного палива за рік, половина якого – у вигляді дефіцитного рідкого палива. Тому у найближчі роки необхідно поліпшити енергетичну базу с.-г. виробництва, а насамперед – забезпечити його теплотою та енергією. Однак, поки що ці завдання вирішуються без належного економічного обґрунтування [1].

В даний час як в Україні, так і за кордоном ведуться роботи по зниженню енерговитрат при виробництві с.-г. продукції. Розробляються енергозберігаючі технології, виробничі процеси, машини і устаткування, створюються методологічні основи для енергетичної оцінки різних технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. Це пов'язано з енергетичною кризою і використанням великої кількості енергії в сільському господарстві.

В той же час, в агропромисловому комплексі країни близько 700 технологічних процесів піддаються електрифікації. У зв'язку з цим виникла необхідність зниження споживання електроенергії і використання енергоощадних технологій при виробництві с.-г. продукції.

Вирішити проблему зниження енерговитрат на виробництво продукції сільського господарства дозволить раціональне використання енергії природних явищ, відходів виробництва, потенціалу насіннєвого матеріалу рослин і потенціалу тварин, вдосконалення технологій і технічних процесів, технологічних ліній і операцій, а також поліпшення використання людського чинника [8].

Основні матеріали дослідження. Сутність економічного механізму вирішення проблеми виробництва продукції сільського господарства з мінімальними витратами енергії знаходить різне відображення в поглядах вчених А.М. Букрєєва, І.В. Діяка, М. Ковалко, О. Ковалко, Л.І. Грачової, М.В. Брагинця тощо. Деталізація та аналіз

складових механізму енергозбереження відображено в працях Т.М. Афоченкова та І.В. Сизонової [1, 2, 5-7].

Проблеми зниження енерговитрат і енергоємності економіки та сільського господарства, як передумови посилення енергетичної незалежності України розглядались в Стратегії енергозбереження в Україні на період до 2030 року [3].

Енергоємність вітчизняної с.-г. продукції складає 600-700 МДж/ц, що в 1,5-2 рази більше, ніж в розвинених країнах світу. Частка витрат на енергетичні ресурси в структурі собівартості сільськогосподарської продукції зросла з 5-10% до 40-50%, що значно знизило рентабельність с.-г. виробництва.

У США витрати енергії на виробництво с.-г. продукції складають 22% від всіх енергоресурсів, у Франції – близько 20%, а в с.-г. виробництві України використовуються бензину – 30-35%, дизельного палива – 40-45%, електроенергії – близько 7% від загального їх використання в народному господарстві.

Структура витрат енергоресурсів в сільському господарстві України (тис. тонн у.п.) наведена на рисунку 1 [1].

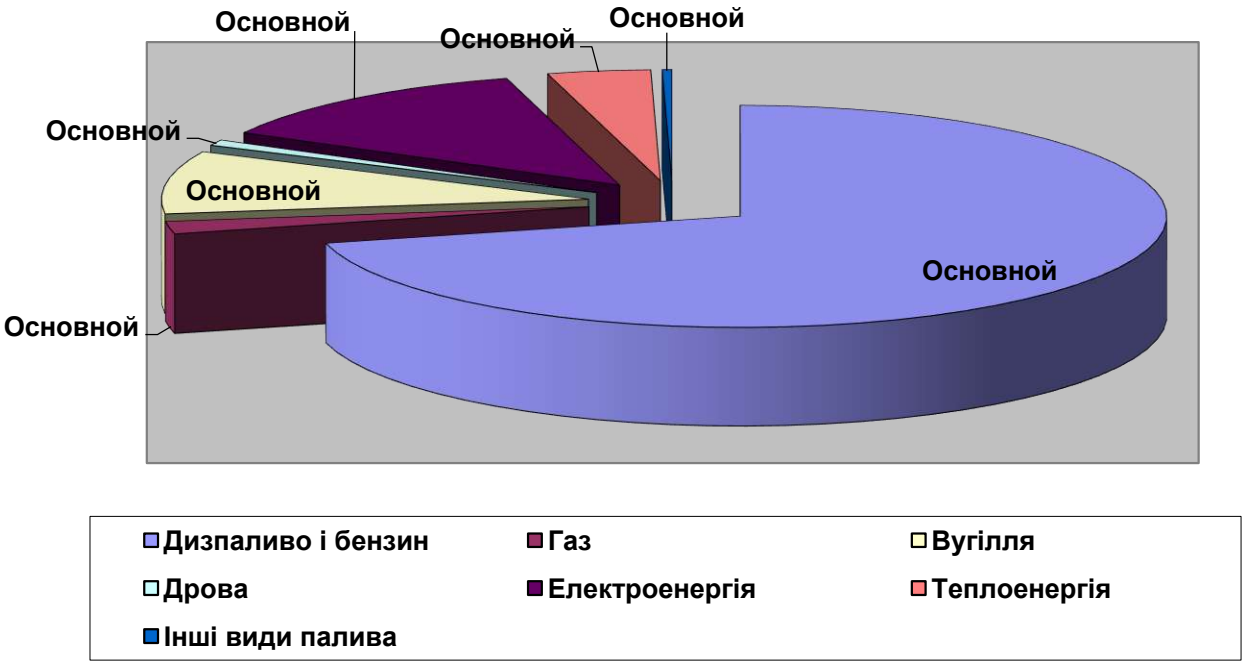


Рис. 1. Структура витрат енергоресурсів у сільському господарстві України

У виробництві продукції тваринництва важливо, щоб технологія утримання тварин (птиці) і засоби механізації та електрифікації виробничих процесів сприяли збільшенню долі енергії, яка витрачається на створення нових органічних речовин, заради яким утримуються тварини, при мінімальних витратах сукупної енергії.

На даний час більше половини енерговитрат в тваринництві і птахівництві припадає на створення мікроклімату у виробничих приміщеннях, 3,4-8,3% – на підготовку і роздавання кормів, 37,3% – на підігрів води, доїння і переробку молока, в птахівництві від 17 до 23% припадає на освітлення [2].

Основна питома вага витрат сукупної енергії при виробництві кормів із зеленої маси припадає на [4]:

- машини – 13,7-32,0%;
- паливно-мастильні матеріали – 19,0-67,5%;
- витрати, що пов'язані з виробництвом вихідної зеленої маси – 5,9-34,3%.

Енерговитрати на заготівлю розсипного сіна розподіляються таким чином:

- на скошування злакових і бобових трав урожайністю 275 і 250 ц/га – 9,9-13,8%;
- на перегортання – 4,1-4,4%;
- згрібання у валки – 6,0-6,4%;
- складання копиць – 10,7-10,3%;
- навантаження кіп – 26,0-24,1%;
- транспортування – 26,0-24,0%;
- скиртування – 17,8-16,7%.

Структура повної енергоємності утримання корів у традиційних і комплексно-механізованих (у дужках) фермах [5]:

- корми – 77,7% (73,2%);
- будівлі та споруди – 5,8% (8,4%);
- машини та обладнання – 4,2% (7,3%);
- транспорт – 7,6% (8,3%);
- жива праця – 4,7% (2,8%).

В сукупному енергетичному балансі виробництва молока прямі витрати енергії становлять 12%, решта – непрямі витрати, що включають:

- 29,1% – енерговитрати на мінеральні добрива;
- 44,0% – на концентровані корми (40% цієї величини витрачається на вирощування кормів, 39% – на сушіння, 18% – на транспортування, 6% – на подрібнення та пресування);
- 2,1% – на виготовлення трав'яного борошна;
- 1,4% – на зберігання кормів;
- 4% – на техніку й обладнання;
- 5,6% – на тепло та освітлення у приміщеннях;
- 1,8% – на службові потреби.

В сукупній енергоємності виробництва молока питома вага кормів становить:

- 60,4-61,4% енергії приміщень, засобів механізації, паливно-мастильних матеріалів;

- електроенергії – 10,0-11,2%,
- теплової енергії (обігрів приміщень, підігрів води для доїльно-молочного блоку) – 22,2-22,5%.

В таблиці 1 наведена структура енергоємності виробництва яловичини при електрифікованих виробничих процесах [2].

Таблиця 1

Структура енергоємності виробництва яловичини при електрифікованих виробничих процесах, проц.

Технологічні процеси	Комплексно-механізовані ферми по відгодівлі молодняку	Відгодівельні майданчики
Прибирання гною	0,6	-
Роздавання кормів	9,5	26,8
Напування тварин	3,9	33,9
Вентиляція приміщень	64,2	-
Переробка гною	2,7	-
Освітлення	12,1	22,6
Інші потреби	7,0	16,8
Всього	100,0	100,0

Структура витрат енергоресурсів на виробництво молока на прикладі Запорізької області представлена на рисунку 2 [2].

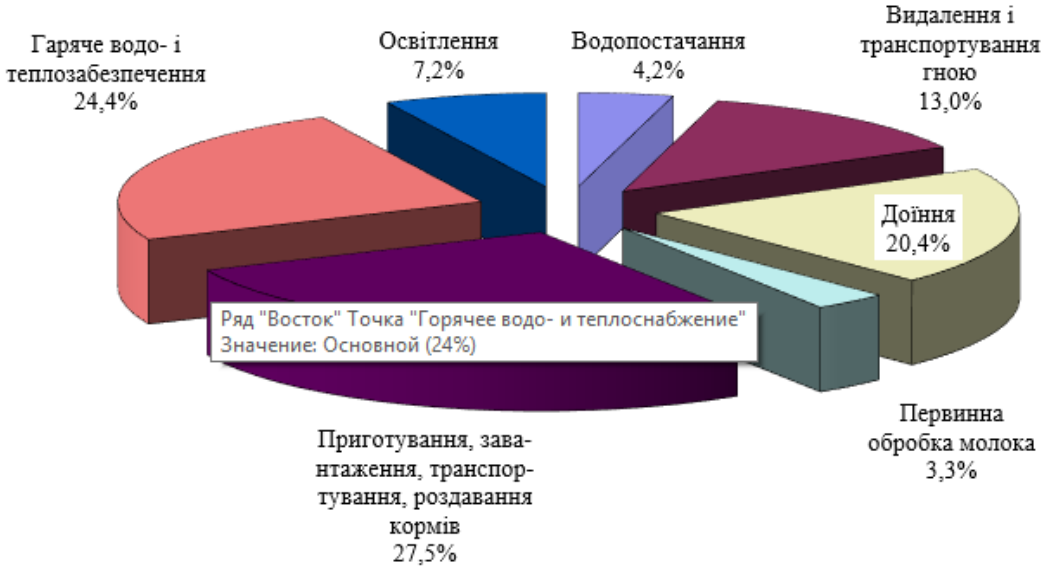


Рис. 2. Структура витрат енергоресурсів на виробництво молока в Запорізькій області

Структура повної енергоємності виробництва свинини:
- корми – 68,1-93,5%;
- паливно-мастильні матеріали – 2,3-23,9%;
- машини та обладнання – 1,1-7,9%;
- електроенергія – 0,9-6,3%;
- жива праця – 0,7-2,1%;
- тваринницькі приміщення – 0,07-0,11%.

З огляду на те, що на виробництво 1 кг протеїну молока потрібно витратити значно більше умовного палива (25-30 кг), ніж на виробництво 1 кг протеїну м'яса (12 кг), виробництво молока вимагає більш пильної уваги вчених.

Біоенергетична оцінка технологічних процесів у тваринництві. Використання тварин і птиці в сільському господарстві для виробництва продукції тваринництва пов'язано безпосередньо з використанням енергії.

Частина енергії, яка поступає в організм, витрачається на створення нових органічних речовин (м'ясо, молоко, тощо), частина – на здійснення його життєдіяльності (робота серця, легенів та інших органів, терморегуляція), частина – на переміщення тварини.

Витрати енергії в організмі тварини на різноманітні цілі обумовлені багатьма факторами: генетичною схильністю; технологією утримання, яка включає годівлю, напування, створення оптимального мікроклімату в приміщеннях тощо.

Кількість енергії, яка витрачається на одиницю продукції тваринництва і на підтримання життєдіяльності організму, дозволяє визначити біоенергетичну ефективність різних технологій і систем машин, створити технічну політику при обиранні шляхів реалізації прогресивних енергоощадних технологій.

Для розрахунку сукупної енергії, яка витрачається на виробництво продукції тваринництва зазначеного виду, використовують енергетичні еквіваленти сукупної енергії. Під *енергетичним еквівалентом* розуміють витрати сукупної енергії на одиницю основних засобів виробництва, обігових фондів і витрат праці.

При формуванні витрат сукупної енергії на продукцію тваринництва слід виходити з того, що на виробництво продукції витрачається в рік (МДж) [9]:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 , \qquad (1)$$

де Q_1 – сукупна енергія, яка витрачається на виробництво поголів'я (ремонтних тварин);

Q_2 – сукупна енергія, що переноситься основними засобами виробництва (окрім поголів'я);

Q_3 – сукупна енергія, що переноситься обіговими засобами (окрім кормів та підстилки);

Q_4 – сукупна енергія, яка пов'язана з прямими та непрямими витратами праці;

Q_5, Q_6 – сукупна енергія, яка міститься у кормах і підстилці.

Енергія, яка накопичилася в продукції тваринництва (калорійність) характеризується енергоємністю і розраховується також у МДж.

Загальну енергоємність тваринницької продукції розраховують окремо для ВРХ, свиней, птиці, овець тощо. А також окремо для молока, м'яса, яєць.

З енергетичної точки зору найбільш вигідна така технологія, яка на одиницю вкладеної сукупної енергії забезпечує максимальний вихід (конверсію) енергії в продукцію. Відношення енергії, яка міститься в продукції тваринництва, до вкладеної сукупної енергії визначається *біоенергетичним коефіцієнтом ефективності*, який визначається за формулою [10]:

$$\eta = \frac{V}{Q} \cdot 100, \qquad (2)$$

де V – енергоємність продукції, МДж;

Q – сукупна енергія, яка втрачається на виробництво продукції, МДж.

Треба прагнути, щоб біоенергетичний коефіцієнт ефективності η наближався до 100% або 1.

Висновки. Отже, важливою проблемою агрокомплексу України є виробництво продукції сільського господарства з мінімальними витратами енергії.

Для цього необхідні нові енергоощадні технології, які дозволять шляхом застосування ефективних технологічних процесів і агро-зооінженерних прийомів, своєчасного і ефективного використання добрив, а також хімічних засобів захисту рослин і найбільш прогресивних кормів, збільшити виробництво продукції сільського господарства і зменшити енерговитрати на її виробництво.

Список літератури.

1. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: вид-во «Підручники і посібники», 2001. 984с.

2. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Сучасний стан розвитку галузі тваринництва в Запорізькій області. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* Вип. 8, том 3. Мелітополь, ТДАТУ, 2008. С.44-51.

3. Енергетична стратегія України на період до 2030 р.: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р., № 1071.

4. Болтянський Б.В. Заготівля та використання високоякісного комбісилосу – один з шляхів підвищення ефективності галузі тваринництва. *Збірник тез наукових робіт Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна наука на сучасному етапі розвитку: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення».* Одеса: Південноукраїнський центр аграрних досліджень, 2012. С. 8-11.

5. Болтянський Б.В. Перспективи та доцільність використання нетрадиційних джерел енергії в тваринництві. *Науковий вісник ТДАТУ*. Вип. 4, том 1. Мелітополь, ТДАТУ, 2014. С. 69-75.

6. Болтянський В.М., Мітков Б.В., Болтянський Б.В., Ігнатьєв Є.І., Шульга О.В. Стан ресурсної забезпеченості підприємств АПК на прикладі Запорізької області. *Науковий вісник Таврійського ДАТУ*. Вип. 5, том 1. Мелітополь, ТДАТУ, 2015. С. 68-74.

7. Болтянський Б.В. Прогресивні технології як основа мінімізації сукупних витрат енергії в тваринництві. *Матеріали IV-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»*. Глеваха, 2016. С.16-18.

8. Serhii Syrotiuk, Valerii Syrotiuk, Boris Boltianskyi. Hybrid system of power supply with application of wind and solar energy.– *TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2017, Vol. 17, No. 4, 37-44.

9. Александров С.Н. Энергосбережение в животноводстве. *Энергосбережение: Специализированный журнал*. 2009. № 11. С. 28-30.

10. Болтянська Л.О., Болтянський Б.В. Напрями підвищення економічної ефективності виробництва продукції в галузі тваринництва. *Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційний розвиток аграрної сфери» в рамках III Міжнародної спеціалізованої виставки «Київський технічний ярмарок* – 2016», Київ: НУБіП, 2016. С.19-21.

УДК 620.92

ЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТРИГЕНЕРАЦІЙНА УСТАНОВКА З ВИКОРИСТАННЯМ ГІБРИДНИХ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Галько С.В., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна
e-mail: galkosv@gmail.com

Постановка проблеми. Тригенерація є децентралізованою енергоперетворювальною системою, в якій один вид первинної енергії одночасно трансформується у три корисних енергетичних ефекту - електроенергію, тепло і холод. Тригенерація забезпечує використання пристрою генерації круглий рік, тим самим не знижуючи високий ККД енергетичної установки і є на сьогоднішній час однією з найбільш ефективних технологій підвищення енергетичної ефективності і екологічної безпеки. Економія енергоресурсів при використання тригенераційних технологій досягає 60% [1].

Технологія тригенерації дає можливість перетворити у холод до 80% теплової потужності когенераційної установки, що значно збільшує її сумарний ККД і підвищує коефіцієнт ресурсів її потужності.

Переваги тригенераційної технології:

- тепло є джерелом енергії, що дозволяє використовувати надлишкову теплову енергію, яка має дуже низьку собівартість;
- вироблена електрична енергія може бути подана у загальну електромережу або використовуватися для забезпечення власних потреб;
- тепло може бути використане для забезпечення потреб у тепловій енергії під час опалювального сезону;
- вимагається мінімальні витрати на технічне обслуговування у зв'зку з відсутністю у абсорбційних холодильних установок рухомих деталей, які можуть бути зношені;
- безшумна робота абсорбційної системи;
- низькі експлуатаційні витрати і витрати у продовж всього терміну служби;
- в якості холодоагенту використовується вода замість засобів, які руйнують озоновий шар.

Аналіз останніх досліджень. В загалі в якості базових двигунів у тригенераційних установках використовуються теплові двигуни, які працюють на природному газі і альтернативних газоподібних паливах (біогаз і т.п.): газотурбінні і газопоршневі двигуни або переобладнані для роботи на газі традиційні дизель-генератори. Ряд ведучих

двигунобудівних фірм для використання в установках автономного енергозабезпечення налагодили випуск газових двигунів у когенераційному виконанні, які обладнані штатними теплообмінниками для отримання гарячої води або водяної пари за рахунок використання теплоти випускних газів, наддувочного повітря або газоповітряної суміші, теплоти охолоджуючої сорочки двигуна води і мастила, яке змазує.

Перша на Україні тригенераційна установка введена в експлуатацію на заводі ВАТ "Сандора" – "Persico Ukraine" (Миколаївська обл.) у 2011 р. Джерелом енергії в установці є газопоршневий двигун JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher, що працює на природному газі [2].

Недоліком описаних вище тригенераційних установок є використання традиційних джерел енергії (природний газ, дизельне паливо) або біогазу з установкою для його виробництва, що приводить до значного подорожчання в цілому цих установок

Основні матеріали дослідження. У всьому світі постійно зростає попит на електроенергію. Для його задоволення здійснюється розвиток альтернативних джерел енергії з використанням сонячної, вітрової, геотермальної та інших джерел енергії. Одним з ключових рішень є розвиток нових технологій перетворення сонячної енергії [3]. Сонячна енергія є найбільш ефективним та чистим джерелом енергії, а також дешевим і вічним джерелом відновлюваної енергії, за допомогою якого можна подолати залежність суспільства від звичайних видів палива та ресурсів [4]. У роботі [5] розроблені рекомендації щодо застосування сонячних станцій: кондиціонування, охолодження, нагрівання, використання в якості зарядних пристроїв тощо.

За існуючих темпів нарощування встановленої потужності сонячних фотоелектричних станцій в Україні вже до 2030 року їх сумарна потужність досягне 8,5 ГВт [6]. Одним з варіантів збереження існуючих темпів приросту потужності фотоенергетики в Україні є розвиток та популяризація автономних систем електроспоживання, наприклад сонячних електростанцій для зарядки екомобілів [7]. Досить привабливим у цьому ракурсі виглядає розробка тригенераційних технологій, а на їх основі і установок [8].

Нами пропонується у тригенераційній установці використовувати гібридні сонячні фотоелектричні панелі (ГСФП) на основі циліндричних когенераційних фотоелектричних модулів (ФЕМ) [9-11]. Експериментальні дослідження і визначення параметрів циліндричного когенераційного ФЕМ для ГСФП приведені у [12,13]. У роботах [9-13] обґрунтовано і експериментально підтверджено використання циліндричних ФЕМ у складі ГСФП. ГСФП за рахунок сонячного випромінювання одночасно генерують електричну і теплову енергії, яка використовується на господарські потреби.

Схематично енергетичний баланс системи тригенерації на основі ГСФП з циліндричними ФЕМ приведений на рис. 1. В системі головною є енергетична установка (ЕУ), в нашому випадку ГСФП, яка генерує електроенергію (ЕЕ) і теплову енергію (ТЕП). Первиною енергією (ПЕ) є енергія сонячного випромінювання.

Рис. 1. Схема енергетичного балансу системи тригенерації

Система має два види обов'язкових втрат: в оточуюче середовище (ОС) та внутрішні незворотні втрати в системі – деструкція системи (ДЕ). Співвідношення когенерації повністю визначається термодинамічними властивостями енергетичної установки. Тепло утилізується для отримання двох ефектів – тепла (ТЕП) і холоду (ХОЛ). Співвідношення продуктивності і температурних режимів установок виробництва тепла і холоду повністю визначається конкретним споживачем.

В загальному вигляді енергетичний баланс системи тригенерації можна представити математичним виразом:

$$Q_{ПЕ} = \frac{Q_{ЕЕ}}{\eta_{ЕЕ}} + Q_{ОС} + Q_{ДЕ} + \frac{Q_{ТЕП}}{\eta_{ТЕП}} + \frac{Q_{ХОЛ}}{\eta_{ХОЛ}}, \qquad (1)$$

де $Q_{ЕЕ}$ – електроенергія, що виробляється ГСФП;

$Q_{ОС}$ – втрати енергії в оточуюче середовище;

$Q_{ДЕ}$ – внутрішні втрати в системі (деструкція системи);

$Q_{ТЕП}$ - теплова енергія, що вироблена ГСФП;

$Q_{ХОЛ}$ – енергія, що вироблена холодильною машиною;

$\eta_{ЕЕ}$, $\eta_{ТЕП}$, $\eta_{ХОЛ}$ – відповідно, електричний і тепловий ККД ГСФП та ККД холодильної машини.

У літній період, коли потреба у теплі, що генерується $Q_{ТЕП}$, знижується, збільшується потреба у холоді $Q_{ХОЛ}$ (кондиціонування приміщень або технологічні потреби). З цією метою можна використовувати абсорбційні бромистолітієві холодильні установки. Таким чином, величина двох останніх складових у рівнянні змінюється при збереженні загального енергетичного балансу.

Розроблена і запатентована корисна модель тригенераційної установки відноситься до відновлюваної енергетики з використанням сонячної енергії для тригенерації. В основу моделі поставлена задача

створення автономної тригенераційної енергоустановки в якій використано ГСФП та абсорбційний холодильник, приєднаний до бака-акумулятора [14,15].

Автономна тригенераційна енергоустановка складається з сонячних ФЕМ циліндричної форми, акумулятора, контролера заряду-розряду, інвертора, абсорбційного холодильника, вихрового насосу, термодатчика і контролера температури. Сонячні модулі об'єднані в батарею з паралельним з'єднанням пар електричних гермоконтактів, приєднаних через контролер заряду-розряду до акумулятора. До іншого виходу контролера приєднані споживачі постійного струму безпосередньо, а споживачі змінного струму - через інвертор.

Функціональна схема автономної тригенераційної енергоустановки наведена на рис. 2. Енергоустановка працює наступним чином. ГСФП 1 із сонячних когенераційних ФЕМ 2 встановлюється на даху будівель або рухомому об'єкті (яхті, баржі, рухомій пасіці, збиральному комбайні тощо). Теплота з ФЕМ 2 відбирається теплоносієм 14, що протікає по спільному колектору 3 ГСФП.

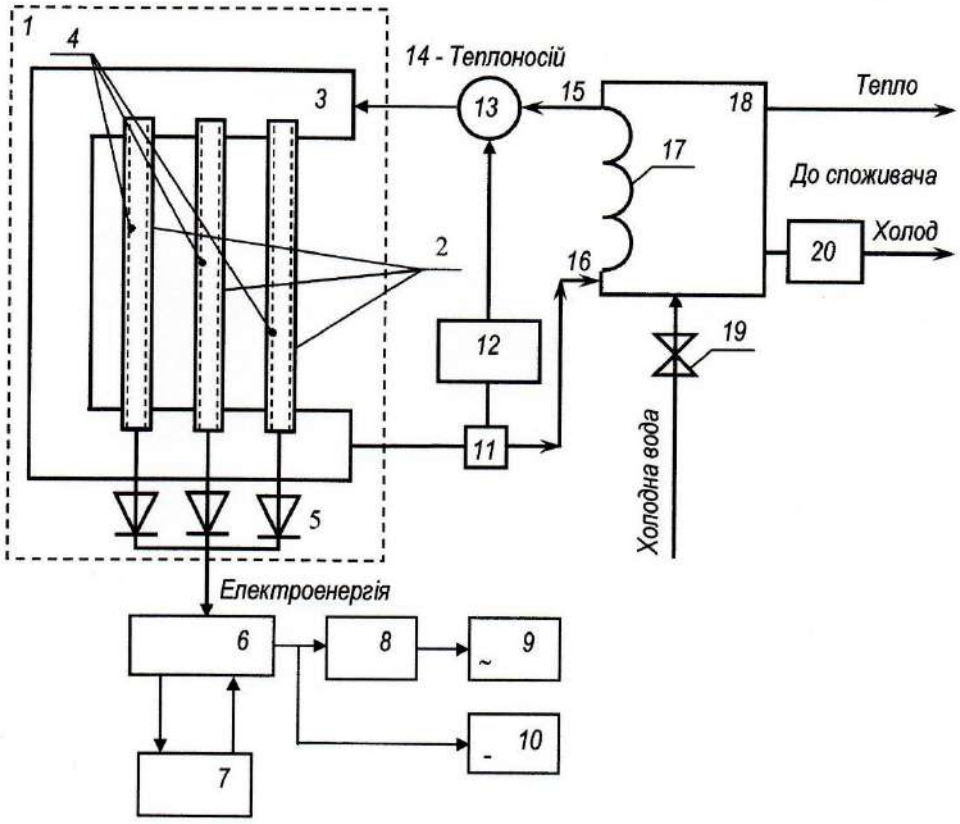


Рис. 2. Функціональна схема автономної сонячної тригенераційної енергоустановки

Струм, генерований охолодженими фотоелектричними перетворювачами (ФЕП) 4 від кожного модуля 2 через низькоомні діоди Шотткі 5 і контролер заряду-розряду 6 поступає на заряд

акумулятора 7, до споживачів постійного струму 10, або через інвертор 8 – до споживачів змінного струму 9.

При досягненні температури теплоносія 14 в спільному колекторі 3 заданої величини, за сигналом термодатчика 11 контролер температури 12 вмикає вихровий насос 13, і той проганяє теплоносій 14 по трубам 15,16, який через теплообмінник 17 віддає генеровану теплоту до бака-акумулятора 18, до якого приєднаний абсорбційний холодильник 20. Холодна вода поступає до бака-акумулятора 18 через електроклапан 19 знизу, а до споживача поступає “тепло” і “холод”.

Висновки. На основі аналізу існуючих тригенераційних установок, що випускаються промисловістю, запропонована тригенераційна установка на основі гібридних сонячних фотоелектричних панелей з циліндричними когенераційними фотоелектричними модулями, що охолоджуються. Технічний результат розробки полягає у збільшенні завантаження і продуктивності автономної генераційної енергоустановки за рахунок додаткової генерації холоду та заощадження традиційних енергетичних природних ресурсів.

Список літератури

1. Галько С. В., Жарков В. Я., Жарков А. В. Технології та засоби перетворення відновлюваних джерел енергії для приватних домогосподарств: монографія. Мелітополь: Люкс, 2019. 215 с.

2. Elsenbruch T. Jenbacter gas engines a variety of efficient applications. *Bureşti*, 2010. 73 p.

3. Solarenergy: Potentialand future prospect / E. Kabir, P. Kumar, S. Kumar, A. A. Adelodun, Kim Ki-Hyun. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 82, № 1. P. 894-900. DOI: https://doi.org/ 10.1016/j.rser.2017.09.094.

4. Rethinking solar energy education on the dawn of the solar economy / R. Ciriminna, F. Meneguzzo, M. Pecoraino, M. Pagliaro. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 63. P. 13-18. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.008.

5. Sansaniwal S., Sharma V., Mathur J. Energy and energy analyses of various typical solar energy applications: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 82, № 1. P. 1576-1600. DOI: https:// doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.003.

6. Zeman System design for a solar powered electric vehicle charging station for workplaces / G. Chandra, P. Mouli, M. Bauer. *Applied Energy*. 2016. Vol. 168. P. 434-443. DOI: https://doi.org/10.1016/ j.apenergy. 2016.01.110.

7. Галько С. В., Довгалюк С. М., Жарков А. В., Жарков В. Я. Про перспективу використання приватних сонячних електростанцій для зарядки екомобілів в Україні. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*: матеріали VI Міжнар. наук.-техн. Інтернет-конф., 19-20

лист. 2018 р. Харків: ДВНЗ “Харківський національний автомобільно-дорожній університет”, 2018. С. 54-56.

8. Жарков В. Я., Жарков А. В., Галько С. В. Технологія використання сонячної енергії для ПДГ. *Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти*: колективна монографія / за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава: ПП “Астрая”, 2019. С. 418-426.

9. Жарков В. Я., Галько С. В., Жарков А. В. Присадибна сонячна електростанція з фотоелектричними модулями циліндричної форми. *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка*.: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. 2015. Вип.165. С.25-26.

10. Присадибна сонячна електростанція з фотоелектричними модулями циліндричної форми: пат. 103043 Україна: МПК (2015.01) H01L 31/00, H02J 7/35 (2006.01). № u 2015 06713; заявл. 07.07.15; опубл. 25.11.2015; Бюл. №22.

11. Галько С. В. Використання когенераційних фотоелектричних модулів для зарядки електромобілів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 19. Т. 3. С. 130-141. DOI: https://doi.org/10.31388 /2078 -0877-19-3-130-141.

12. Галько С. В. Експериментальне дослідження і визначення параметрів когенераційного фотоелектричного модуля для гібридних сонячних електростанцій. *Традиційні та інноваційні підходи до наукових досліджень*: матеріали Міжнар. наук. конф., 10 квіт. 2020 р. Луцьк: МЦНД, 2020. Т. 1. С. 83-90. DOI: https://doi.org/10.36074 /10.04.2020.v1.10.

13. Halko S., Halko K. Research of electrical and physical characteristics of the solar panel on the basis of cogeneration photoelectric modules. *Integración de las ciencias fundamentals y aplicadas en el paradigm de la sociedad post-industrial*: Colección de documentos cientificos «ΛΌΓΟΣ» con actas de la Conferencia Internacional Cientifica y Práctica, 24 de abril de 2020. Barcelona, España: Plataforma Europea de la Ciencia, 2020. Vol. 2. P. 39-44. DOI: https://doi.org/10.36074/24.04.2020. v2.10.

14. Автономна тригенераційна енергоустановка рухомого об’єкта: пат. 131432 Україна: МПК (2018.01) H01L 31/00, B60L 8/00, F28D 15/00. № u 2018 08406; заявл. 1.08.18; опубл. 10.01.19, Бюл. №1.

15. Автономна сонячна тригенераційна енергоустановка: пат. 131994 Україна: МПК (2018.01) H01L 31/00, H01J 7/00, F24S 20/00, F02G 5/00. № u 2018 08400; заявл. 01.08.18; опубл. 11.02.19, Бюл. №3.

УДК [631.17:620.9]:636

РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ДЛЯ ГАРЯЧОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОРІВНИКА НА 200 ГОЛІВ

Мозговий Я.Ю., бакалавр,
Науковий керівник: Болтянський Б.В.,к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Навантаження гарячого водопостачання (тобто кількість теплоти, яка потрібна на нагрівання води) залежить від добової витрати води, початкової і кінцевої її температури.

Як показали дослідження, для технологічних потреб корівника на 200 голів достатня кількість води 2300-2500 літрів на добу з температурою +70°С [1,2].

Місячне навантаження гарячого водопостачання Q_B визначають за формулою [3]:

$$Q_B = N \cdot V \cdot (T_K - T_П) \cdot \rho \cdot C_B, \quad (1)$$

де N – кількість днів в місяці;
V – кількість води, л;
T_K – кінцева температура води, °С;
$T_П$ – початкова температура води, °С;
ρ – щільність води, кг/м^3;
C_B – теплоємність води, C_B = 4,13 кДж/кг °С;

Частка сонячного навантаження в місяць складає [4]:

$$Q_T = I_T \cdot N \cdot \eta \cdot A, \quad (2)$$

де I_T – сумарний потік сонячної радіації на похилу площину протягом доби, МДж/м^2;
N – кількість днів в місяці;
η – коефіцієнт ефективності геліоколектора;
A – площа колекторів, м^2.

Для прикладу розрахуємо частку сонячної радіації в навантаженні нагріву води для технологічних потреб корівника на 200 голів, розташованому на півдні України, φ = 43° пн. ш., кут нахилу геліоколектора S = 30°, орієнтація – південна [5-8].

Середньомісячні значення денних приходів сонячної радіації на горизонтальну поверхню відомі для багатьох географічних пунктів, тоді як таких даних для похилої площини немає.

Середньомісячний денний прихід сумарної сонячної радіації на похилу поверхню $\bar{I}_T$ визначають за формулою [3]:

$$\bar{I}_T = R \cdot \bar{I}, \tag{3}$$

де $\bar{I}$ – середньомісячний денний прихід сумарної радіації на горизонтальну поверхню;

R – відношення середньомісячних денних приходів сумарної радіації на похилу і горизонтальну поверхні.

R залежить від широти місцевості, кута нахилу колекторів до обрію і коефіцієнта прозорості атмосфери $\overline{K}_T$, яке визначають за формулою [3]:

$$R = f\left[(\varphi - S), \overline{K}_T\right]. \tag{4}$$

Коефіцієнт прозорості атмосфери визначають за формулою [3]:

$$\overline{K}_T = \frac{\bar{I}_T}{\bar{I}_0}, \tag{5}$$

де $\bar{I}_0$ – середньомісячний сумарний денний прихід сонячної радіації на горизонтальну поверхню за межами земної атмосфери.

Таким чином, знаючи широту місцевості φ, кут нахилу S, коефіцієнт прозорості атмосфери $\overline{K}_T$, можна визначити прихід сонячної радіації на будь-яку похилу поверхню, орієнтовану в південному напрямі.

В таблиці 1 представлений розрахунок середньомісячного денного приходу сумарної радіації на похилу площину.

За середню температуру вхідної води беремо значення +30°С. В таблиці 2 наведені значення η (коефіцієнт ефективності геліоколектора) для кожного місяця.

Таблиця 1

Середньомісячний денний прихід сумарної радіації на похилу площину, МДж/м^2

Місяці року	$\bar{I}$	$\bar{I}_O$	$\bar{K}_T$	R	$\bar{I}_T$
IV	16,4	33,4	0,49	1,06	17,37
V	21,2	39,0	0,54	0,97	20,6
VI	23,9	41,0	0,58	0,93	22,23
VII	24,4	40,0	0,61	0,94	22,9
VIII	21,56	35,0	0,62	1,03	22,2
IX	16,9	28,4	0,59	1,18	13,94

Таблиця 2

Середньомісячний η коефіцієнт ефективності геліоколектора

Показники	Місяці року					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\bar{I}_T$	743	733	678	624	653	667
$T_П$	13,7	16,8	21,6	26,6	26,8	20,9
$(T_К - T_П)/ \bar{I}_T$	0,021	0,018	0,0124	0,0054	0,0049	0,0136
η	0,43	0,45	0,48	0,51	0,51	0,48

Таблиця 3

Доля місячного і сезонного навантаження геліоустановки в нагріванні води, проц. і т у.п.

Показники	Місяці року						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	За сезон
$\bar{I}_T$,	144,7	177,4	185,3	197,2	191,1	166,1 1	1063,6
Q_T, кВт·год.	2090,6	2682,3	2988,5	3379,2	3274,7	2678,9	17094
Q_B, кВт·год.	4818,5	4979,1	4318,5	4973,1	4973,1	4818,5	29313
q, проц.	43,4	53,9	62,0	67,9	65,8	55,6	58,1
т у.п.	0,76	0,97	1,08	1,22	1,20	0,97	5,2

З таблиці 3 видно, що максимальна частка навантаження за рахунок сонячної енергії доводиться на липень-серпень місяці. Ці місяці характеризуються високими температурами повітря і рівнем сонячної радіації.

Розрахунки проведені без урахування дат заморозків і днів без сонця. Кількість сонячних теплих днів – 183. Площа геліоколектора 33,6 м^2 з розрахунку 75 л/м^2.

Список літератури.

1. Boltyansky B. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

2. Болтянський Б.В. Шляхи зниження витрат енергії на нагрівання води при доїнні корів. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенко*. Вип. 156, 2015. С.641-648.

3. Boltianskyi B. Hybrid system of power supply with application of wind and solar energy / Boltianskyi B., Serhii Syrotiuk, Valerii Syrotiuk // TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2017, Vol. 17, No. 4, 37-44.

4. Сербін В.А. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії в системах ТГВ: навч. посібник. – Макіївка: ДонДАБА, 2003. 153 с.

5. В. Боярчук, В. Сиротюк, С. Сиротюк, В. Гальчак, Б. Болтянський. Розробка експериментального стенда для дослідження ефективності застосування пристроїв, які слідкують за сонцем. *Вісник Львівського НАУ: Агроінженерні дослідження*. №17, 2013. С.286-293.

6. Гальчак В.П. Альтернативні джерела енергії. Енергія Сонця. Львів: вид. ЛНАУ, 2008. 135 с.

7. Болтянський Б.В. Перспективи та доцільність використання нетрадиційних джерел енергії в тваринництві. *Науковий вісник ТДАТУ*. Вип. 4, том 1. Мелітополь, ТДАТУ, 2014. С.69-75.

8. Serhii Syrotiuk, Valerii Syrotiuk, Boris Boltianskyi. Hybrid system of power supply with application of wind and solar energy. *TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol. 17, No. 4, 37-44.

УДК 631.173

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ФАКТОРІВ В РОЗВИТКУ КОНЦЕПЦІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Болтянська Н.І., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. У XXI столітті в структурі світової енергетики відбуваються якісні зміни. Питання енергетичного характеру набувають не лише важливого актуального значення, вони стають фактором формування нової геополітичної та геоекономічної структури світу.

Сьогодні політика країн у галузі підвищення енергоефективності та стимулювання процесів енергозбереження проводиться в багатьох країнах світу. З одного боку, країни-імпортери енергоресурсів стикаються з жорсткими ціновими умовами на основні паливно-енергетичні ресурси, що змушує уряди цих країн вирішувати проблеми конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку, розвивати альтернативні джерела енергії, створювати стимули для розвитку енергозберігаючих технологій в ринкових умовах. З іншого боку, у країнах експортерах енергоресурсів уряди також почали вживати заходи з розвитку процесів енергозбереження для підвищення ефективності рівня доходності від реалізації енергетичних ресурсів. Крім того, перед країнами-виробниками основних первинних енергоресурсів постає проблема вичерпності запасів, що змушує їх інвестувати значні кошти в розроблення важкодоступних родовищ і вживати заходи з розвитку поновлюваних джерел енергії як одного з напрямів зниження рівня імпортозалежності країни. У результаті сьогодні в контексті політики в галузі енергоефективності домінують три складники – економічний розвиток і конкурентоспроможність, енергетична безпека та попередження зміни клімату [1-5].

Енергоресурси мають критичне значення для поліпшення якості життя та розширення можливостей для всіх країн. Тому забезпечення ефективного, надійного й екологічно безпечного енергопостачання за цінами, які відображають фундаментальні принципи ринкової економіки, є одним з найважливіших факторів для всього світового співтовариства. Освоєння чистої й доступної енергії визнано у світі одним з важливих завдань. При цьому сучасні технології розвитку поновлюваних джерел енергії є екологічно більш прийнятними, ніж навіть найдосконаліші технології з використання нафти, вугілля і газу [6].

Поновлювані джерела енергії в більшості випадків, будучи децентралізованими, як і інші розподілені джерела енергії (дизельні електростанції, малі гідроелектростанції), дають можливість вирішувати економічні, соціально-культурні, побутові питання на локальному рівні, сприяють підвищенню енергобезпеки країни і регіонів, створюють нові високотехнологічні галузі виробництва і нові робочі місця.

Основні матеріали дослідження. Питома витрата енергоресурсів у сільському господарстві України значно перевищує відповідні показники зарубіжних країн. Зниження енергоємності валового внутрішнього продукту стало однією з найважливіших умов модернізації сучасної економіки, що вимагає формування адекватних внутрішньогосподарських, регіональних і державних механізмів підвищення ефективності використання енергоресурсів.

Особливістю сільського господарства є те, що в процесі виробництва відбуваються не тільки процеси витрачання енергоресурсів в їх класичному розумінні, але і процеси перетворення і накопичення енергії сонячного випромінювання. Оптичну енергію випромінювання сонця рослини за допомогою фотосинтезу перетворюють на хімічну, знову створювану продукцію рослинництва (біомасу) [7,8]. Узагальнюючи вищесказане, можна зробити висновок, що основним завданням енергозбереження в сільському господарстві в широкому сенсі слова є оптимізація потоків енергії і управління ними в агроекосистемах з метою створення таких методів ведення сільського господарства, які б забезпечили:

– високу економічну ефективність організацій на основі максимального використання біологічними засобами виробництва природних і техногенних ресурсів речовини і енергії для досягнення постійного і стійкого зростання (з найменшими коливаннями по роках) продуктивності сільськогосподарського виробництва;

– збереження, відтворення та підвищення ґрунтової родючості, створення сприятливої екологічної обстановки, збереження якості води, ґрунту, повітря і продуктів харчування в безпечних межах для життя і здоров'я;

– зниження прямих витрат на виробництво та непрямих на охорону навколишнього середовища [9]. Енергоефективність у сільському господарстві ми розглядаємо як сукупність організаційно-економічних та управлінських заходів, спрямованих на створення системи виробництва, яка забезпечує зростаючу віддачу у вигляді кінцевої продукції та найкраще використання біологічного потенціалу рослин і тварин.

Необхідно виділити чотири напрями енергозбереження в сільському господарстві: абсолютне скорочення кількості споживаних видів енергії за рахунок раціоналізації методів господарювання,

підвищення інтенсифікації, впровадження енерго- і ресурсозберігаючих технологій виробництва; заміщення дорогих і дефіцитних енергоресурсів менш дефіцитними; розширення використання нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії; зміна системи управління організації, побудова та впровадження в практику організаційно-економічного механізму енергозбереження.

Енергозбереженням і процесами підвищення енергоефективності необхідно управляти шляхом створення певного організаційно - економічного механізму. Основною метою управління енерговитратами на виробництві є їх мінімізація або раціоналізація використання при відповідних параметрах обсягу та якості виробленої продукції. Управління енерговитратами – це динамічний системний процес регулювання рівня витрат енергетичних ресурсів, що здійснюється для досягнення керуючим суб'єктом заданих обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, економічно і технологічно виправданих енерговитратах. На нашу думку, поряд з поняттям «енергозбереження» необхідно застосовувати поняття «енергоефективність». Особливо це важливо стосовно до конкретних видів діяльності в сільському господарстві, де на відміну від промисловості кінцевий результат використання енергоресурсів значною мірою залежить від ефективності протікання біологічних процесів і сформованих погодних умов [10].

Енергоефективність у сільському господарстві характеризується співвідношенням кінцевого результату виробничого процесу, що відображає обсяг і якість виробленої продукції, і витрат енергоресурсів. Енергоефективність показує виробництво продукції на одиницю енергоресурсів і тісно пов'язана з поняттям енергозбереження, якісно доповнюючи його [3,10].

Аналіз показує, що в Запорізькій області спостерігаються різкі відхилення в ефективності основного виробництва, що відбивається на енергоефективності. Частка енерговитрат в собівартості продукції рослинництва по районам області коливається від 19,2 до 49,7%. Це вказує на різні підходи і умови для енергозбереження в сільськогосподарських організаціях області. Часто ці відмінності не пов'язані зі спеціалізацією виробництва і не мають об'єктивних причин для пояснення. Кінцеві фінансові результати в господарствах області залежать від продуктивності праці і ефективності використання енергоресурсів. Енергоефективність в рослинництві визначається якістю використовуваних машин і агрегатів. Тісний зв'язок витрат на нафтопродукти і запасні частини для ремонту основних засобів підтверджує відоме положення: чим старше техніка, тим більше витрата палива, більше витрати на ремонт, збільшується кількість простоїв, в результаті знижується енергоефективність, росте споживання енергоресурсів, а також їх питома вага в собівартості 1 ц

кінцевої продукції. Нами визначена система стримуючих і стимулюючих факторів, яка дозволяє знаходити «вузькі» місця в розвитку концепції енергозбереження та виробити необхідні коригувальні дії, спрямовані на ліквідацію причин перевитрати, залучення невикористаних резервів, усунення причин, що стримують розвиток енергозбереження (рис. 1).

Рис. 1. Система факторів, що впливають на енергозбереження в організаціях АПК

Виявлена система факторів може послужити основою для розробки методики формування механізму управління енергоефективністю агропромислового комплексу.

Список літератури.

1. Болтянская Н.И. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa.* 2016. Vol.18. No13, b.P.49–54.

2. Болтянський О.В. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК».* Київ. 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

3. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Збірник тез доповідей ІІ Міжнародної науково–технічної конференції «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54–55.

4. Скляр А.Г., Скляр Р.В. Анализ показателей для контроля биологического процесса анаэробного разложения. *MOTROL: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2015. Vol.17. No.9, b.P.65-70.

5. Болтянська Н.І. Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. *Інженерія природокористування*. 2018. №1(9). С. 57–61.

6. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2016. Вип.6. Т.1. С. 55–64.

7. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці ТДАТУ.* 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153–159.

8. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2016. Вип.6. Т.1. С. 50–55.

9. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК»*. Київ. 2014. Вип.196, ч.1. С. 239–245.

10. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. С. 36–39.

УДК 504.45.058:628.31

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОДНИХ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН ЛІВОБЕРЕЖЖЯ М. ЗАПОРІЖЖЯ ЗА ВМІСТОМ ЛАКТОЗОПОЗИТИВНИХ КИШКОВИХ ПАЛИЧОК

Чепурний В.В., студент,
Троїцька О.О., к.б.н., науковий керівник
Ткаліч І.О.
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Сільське господарство – одна з основних галузей національної економіки, яка є важливим джерелом забезпечення населення продовольством, а переробної промисловості – сировиною, а також могутнім фактором впливу на навколишнє природне середовище. За рівнем антропогенного навантаження дана галузь, за оцінками науковців, знаходиться серед лідерів.

Значний і різноманітний вплив сільськогосподарської діяльності на довкілля можна розділити на дві групи: вплив землеробства і тваринництва. До багаточисельних факторів негативного впливу тваринництва відносять продукування відходів, які можуть потрапляти у ґрунт, водойми і атмосферу. У тваринництві України найбільші обсяги викидів (забруднювальні хімічні речовини (без парникових газів), мікроорганізми, пил) спричиняє птахівництво – 72%; свинарство – 19%, інші підгалузі – 9%. Чинниками такої негативної дії є як самі тварини, так і продукти їх життєдіяльності [1].

Однією із складних екологічних проблем промислових ферм є утворення великої кількості гною або посліду. Аналіз утворення відходів в Україні за категоріями матеріалів, які стосуються сільськогосподарської діяльності та виробництва продукції, дозволяє зробити висновок про високу частку тваринних екскрементів, сечі та гною серед відходів I - III класу небезпеки. Відходи тваринницьких підприємств небезпечні, так як є джерелом хімічного і біологічного забруднення повітря, ґрунтів і води. Вони містять не тільки велику кількість біофільних елементів, а й багато хвороботворних мікроорганізмів, личинок та яєць гельмінтів [1].

З розвитком великих тваринницьких господарств деякі водойми стали забруднюватися їх стоками, а також напіврідкими і твердими викидами, оскільки прибирання і вивезення гною на великих тваринницьких фермах утруднена і багато господарств виробляють змив його водою. Часто в результаті аварій і по ряду інших причин змиви скидаються у водойми безпосередньо або через накопичувачі.

Надходження стоків тваринницьких ферм у водойми порушує їх екологічний стан та спричиняє небезпеку для здоров'я населення [2].

Основні матеріали дослідження. Вміст лактозопозитивних кишкових паличок (ЛКП) використовують як санітарно-показовий (індикаторний) мікроорганізм фекального забруднення водних об'єктів, а її кількість характеризує ступінь забруднення об'єкта. Рівень ЛПК не повинен перевищувати 5000.

При потраплянні кишкової палички до організму може виникнути інфекційне захворювання, що несе загрозу життю і здоров'ю людини. Лактозопозитивна кишкова паличка, потрапляючи до кишково-шлункового тракту, викликає конкретні гострі кишкові інфекції. Особливо небезпечна вода забруднена ЛКП для дітей.

У табл. 1 наведені значення середньорічних та максимальних (найгірших) показників вмісту лактозопозитивних кишкових паличок (ЛКП), сапрофітних бактерій та ентерококів в поверхневих водах р. Дніпро з рекреаційних зон Лівобережжя м. Запоріжжя за 2014-2018 рр..

Таблиця 1

Значення середньорічних та максимальних (найгірших) показників вмісту ЛКП в поверхневих водах р. Дніпро з рекреаційних зон Лівобережжя м. Запоріжжя за 2014-2018 рр.

Показник	Значення показників по роках									
	2014		2015		2016		2017		2018	
	Середньорічні	Максимальні (найгірші)	Середньорічні	Максимальні (найгірші)	Середньорічні	Максимальні (найгірші)	Середньорічні	Максимальні (найгірші)	Середньорічні	Максимальні (найгірші)
Індекс ЛКП, од. в 1дм^3	721,8	1600	19641,3	111000	15468	110000	17741,8	21000	4733,1	24000

За індексом ЛКП в 1дм^3 води, виявлена наступна тенденція: у 2014 р. вміст лактозопозитивних кишкових паличок у досліджуваній воді за середньорічним показником складав 721,8, що відповідає стандарту на мікробне забруднення за індексом ЛКП. За найгіршим показником – 1600 в 1дм^3, що також значно нижче граничного показника. У 2015 році індекс ЛКП варіював від 19641,3 до 111000 в 1дм^3, що перевищує стандарт на мікробне забруднення за середньорічним показником у 4 рази, а за максимальним у 22 рази перевищує нормативний показник. У 2016 році ситуація була практично ідентичною 2015 р.. Перевищення норми за середньорічним показником у 3 рази, а за максимальним у 22 рази. Наступні два роки (2017 р., 2018 р.) ситуація покращилися і індекс ЛКП у 2017 році за середньорічним показником (17741,8 в 1дм^3) перевищував норму у 3,5 рази, за максимальним (21000 в 1дм^3) у 4,2 рази. У 2018 році виявлено значне покращення за середньорічним показником – 4733,1 в 1дм^3, що відповідає нормі. А за максимальним (найгіршим) показником виявлено перевищення стандарту у 4,8 рази (24000 в 1 дм^3). На рис. 1

проілюстрована динаміка зміни вмісту лактозопозитивних кишкових паличок (ЛКП) у поверхневих водах р. Дніпро з рекреаційних зон Лівобережжя м. Запоріжжя на протязі 2014-2018 рр.

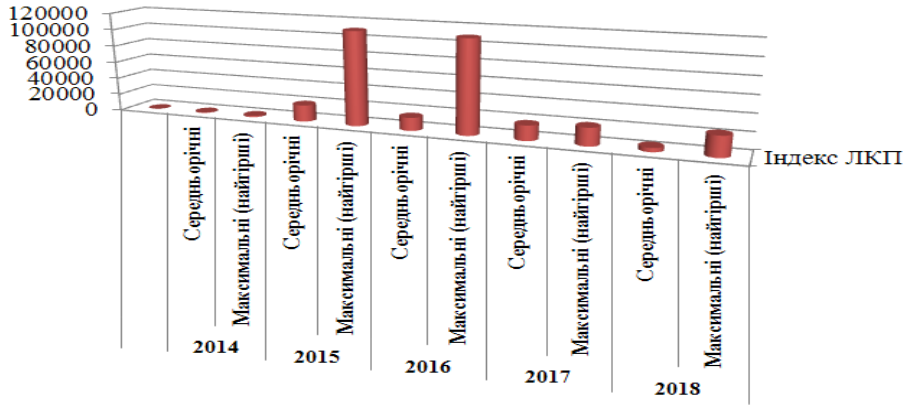


Рис. 1. Динаміка зміни вмісту лактозопозитивних кишкових паличок (ЛКП) у поверхневих водах р. Дніпро з рекреаційних зон Лівобережжя м. Запоріжжя

Висновки. Таким чином, дослідження показують, що за максимальними (найгіршими) показниками спостерігаються найзначніші коливання кількості ЛКП на протязі п'яти років (2014-2018 рр.). Пік забрудненості води рекреаційних зон Лівобережжя м. Запоріжжя ЛКП прийшовся на 2015 р. та на 2016 р. (перевищення нормативного показника у 22 рази). У 2017 р. і 2018 р. цей показник покращився, але максимальні (найгірші) показники перевищували норму у 4 рази, що вказує на постійне забруднення води. Визначені коливання індексу ЛКП, викликають стурбованість, оскільки це орієнтовний показник, який свідчить про загальну мікробіологічну забрудненість водойми. Дане забруднення пов'язане із життєдіяльністю тварин і людей. Коли цей показник перевищений, це говорить про те, що вода постійно піддається впливу забруднення (продуктами життєдіяльності). Необхідно визначати, джерела цього забруднення, як воно з'являється у даній рекреаційній зоні та які запобіжні заходи необхідно запровадити.

Список літератури

1. Полковниченко С.О. Екологічні екстерналії сільськогосподарської діяльності. *Науковий вісник полісся*. 2016. Т 1, № 4(8). С. 79-84.

2. Троїцька О.О., Бєлоконь К.В., Тимчук І.С. Оцінка екологічної безпеки водних рекреаційних зон Лівобережжя м. Запоріжжя. *Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів «Галузеві проблеми екологічної безпеки»* 25 жовтня 2019 р. Харків, ХНАДУ, 2019. 294 с. С. 239-242.

УДК 621.331

ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТВАРИННИЦТВІ

Болтянська Н. І., к.т.н.,
Заволокін Д.Ю., магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

За 150 років (з 1850 по 2000 рік) населення Землі зросло в 4 рази, а його енергетичний потенціал збільшився в 1000 разів. Потреби людства в енергії лише на 2,6% задовольняються за рахунок поновлюваних енергоджерел (головним чином гідроелектростанцій). Решта 97% складають поновлювані джерела енергії: нафта – 44%, газ – 26%, вугілля – 25%, атомна енергетика – 2,4%. У розрахунку на одного жителя Землі з її надр щорічно видобувається і переміщається 50 т сирої речовини, причому лише 2 т з них перетворюється в кінцевий продукт. Один житель індустріально розвинених країн споживає сьогодні стільки ж ресурсів, скільки 20 осіб з світу, що розвивається. А споживання енергії одним американцем еквівалентно її споживання 14 китайцями, 36 індійцями, 280 непальцями і 531 жителем Ефіопії [1-5].

Енергоозброєність суспільства - основа його науково-технічного прогресу, база розвитку продуктивних сил. Її відповідність суспільним потребам – найважливіший фактор економічного зростання. Розвивається світове господарство вимагає постійного нарощування енергоозброєності виробництва. Вона повинна бути надійна і з розрахунком на віддалену перспективу. Енергетична криза 1973–1974 рр. в капіталістичних країнах продемонструвала, що цього важко тепер досягти, ґрунтуючись лише на традиційних джерелах енергії (нафті, вугіллі, газі). Необхідно не тільки змінити структуру їх споживання, а й ширше впроваджувати нетрадиційні, альтернативні джерела енергії [6,7].

Головним напрямком енергозбереження в тваринництві є оптимізація потреби в технічних засобах за критерієм енергетичної ефективності з урахуванням розміру ферми, систем і способів утримання, прийнятої технології годівлі. Найбільш перспективним напрямком зниження енергоємності виробництва тваринницької продукції є впровадження високопродуктивних порід тварин, поліпшення їх генетичного потенціалу. Дослідженнями доведено, що найменш енергоємними і збалансованими за поживними речовинами є: зернові культури (озимі зернові – пшениця, жито, ячмінь; ярі – овес, горох); багаторічні та однорічні трави; сіно багаторічних трав; кукурудза на зелену масу і силос [8,9].

Економічно виправданим і енергозберігаючим є закладання на зберігання подрібнені до необхідних розмірів корму. Найбільш енергозберігаючим для виїмки сінажу та силосу з траншей є використання універсальних машин (ИСРК-12Ф «Господар» (рис.1); ПЕ-0,8Б; ПУ-0,5; НГС1,0 «Карпатец-1000С»; ПГБ-1,0 «Карпатец-1020М»; НГП-0,5; НН -0,25; ПС-0,5 / 0,8Б).

Рис. 1. ИСРК-12Ф «Господар»

Перспективною технологічною схемою годівлі тварин є одночасна роздача всіх кормів в складі збалансованої кормосуміші, що дозволить економити енергоресурси. Для подрібнення зерна доцільно використовувати дробарку ДМ-44ОУ, яка має високу продуктивність і порівняно невелику енерго– і матеріаломісткість, а також нову дробарку ДМ-Ф-4-3, в якій енергоємність процесу дроблення, в порівнянні з ДКМ-5, менше майже в 1,5 рази і продуктивність підвищена в середньому на 25%. Для подрібнення соковитих кормів дисковими ріжучими апаратами для зменшення питомої роботи різання і зниження енерговитрат слід забезпечити ефект ковзаючого різання, коли кут τ перевищує кут тертя φ матеріалу, що подрібнюється про лезо ножа (τ> φ). Цим досягається необхідна величина тангенціальної сили Т, спрямованої уздовж прямолінійного леза і забезпечує ефективне різання матеріалу. Забезпечити величину кута τ в оптимальних межах можливо шляхом розміщення ножа на диску з поперечним P_x і поздовжнім P_y вильотом, величина яких обмежується заданою довжиною ножа L і радіусом R ножового диска (рис. 2).

Економії енергоресурсів в тваринництві можна досягти при: впровадженні енергозберігаючих технологій, застосування нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, підвищення продуктивності тварин, матеріальної зацікавленості в

енергозбереженні, підвищенні кваліфікації робітників, зміні ставлення до праці, удосконалення організаційних аспектів.

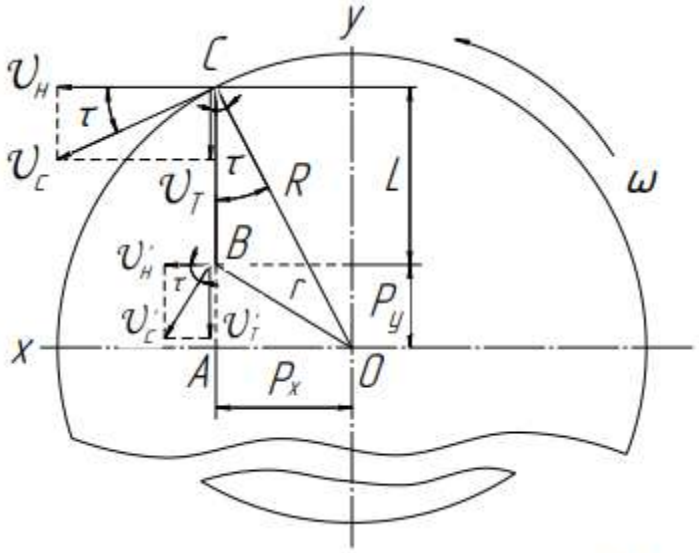


Рис. 2. Оптимальне розташування ножа на дисковому ножовому апараті

Ефективність тваринництва в значній мірі залежить від мікроклімату, створюваного в тваринницьких приміщеннях. Так, відхилення параметрів мікроклімату від встановлених меж призводить до зменшення надоїв молока на 10–20%, приросту живої маси – на 20–33%, збільшення відходу молодняку до 5–40%, зниження несучості курей на 30–35% і стійкості тварин до захворювань, витраті додаткової кількості кормів, скорочення терміну служби обладнання, машин і самих будівель. З іншого боку, загальні витрати енергії на створення і підтримання оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях складають до 3 млн т у. т. в рік, що дорівнює 32% всієї енергії, споживаної в галузі. Тому в галузі тваринництва в загальному комплексі завдань по економії і ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів одним з важливих напрямків є розробка і впровадження енергозберігаючого обладнання для створення оптимального мікроклімату.

Одне з важливих напрямків економії енергоресурсів в тваринництві – утилізація теплоти, що міститься в повітрі тваринницьких приміщень за рахунок використання рекуперативних теплоутилізаторів, в яких теплообмін між теплим повітрям, що видаляється і холодним припливним відбувається без їх безпосереднього контакту, через розділову стінку або з використанням проміжного теплоносія. Незалежно від конструктивних особливостей рекуперативні теплоутилізатори забезпечують підтримання необхідної температури і вологості повітря в корівниках, при цьому економія електричної енергії, в порівнянні з використанням установок без утилізації теплоти може досягати 75%. Теплообмінники з полімерних матеріалів мають високу корозійну стійкість до агресивних середовищ

тваринницьких приміщень, низькі матеріаломісткість і вартість. При цьому в якості полімерних матеріалів доцільно використовувати полімерні стільникові пластини з високими характеристиками міцності. В цілому надійна робота теплоутилізаторів в тваринницьких приміщеннях забезпечується правильним вибором їх конструктивних параметрів, об'ємом подачі теплоносіїв, вживанням заходів щодо запобігання замерзання водяної пари, що сконденсувалася на поверхні теплообмінника. Основна ж умова для отримання економії електроенергії в системах мікроклімату – правильний вибір теплоутилізатора для конкретного тваринницького приміщення.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»*. ТДАТУ. 2019. С. 36-39.

2. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Зб. тез доп. II Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання»* НУБіП. 2015. С. 54-55.

3. Скляр А.Г., Скляр Р.В. Анализ показателей для контроля биологического процесса анаэробного разложения. *MOTROL: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2015. Vol.17. No.9, b.P.65-70.

4. Болтянский О.В. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa.* 2016. Vol.18. No13, b.P.49-54.

5. Болтянська Н.І. Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. *Інженерія природокористування*. 2018. №1(9). С. 57-61.

6. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153-159.

7. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства. *Науковий вісник ТДАТУ.* 2016. Вип.6. Т.1. С. 50-55.

8. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2016. Вип.6. Т.1. С. 55-64.

9. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering.* Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

УДК [631.17:620.9]:636

РОЗРАХУНКИ ЩОДО АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Тристан Р.В., бакалавр,
Науковий керівник: Болтянський Б.В.,к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Незважаючи на досить розвинену систему державного електропостачання, завжди існує потреба в автономному енергозабезпеченні, незалежному від централізованого постачання енергії. Обумовлена ця тенденція розвитком дрібних, але дуже ефективних фермерських господарств.

Складнощі, які вирішуються застосуванням дизель-електричних агрегатів «в минулому», посилилися на даний час зниженням поставок рідкого палива, в основному, з економічних причин [1, 3].

При розрахунках ефективності вітротехніки слід враховувати характер як сезонного, так і добового розподілу енергетичного навантаження [4-6]. На рисунку 1 представлені характерні графіки споживаної потужності для деяких споживачів енергії. Як приклад – фермерське господарство з автономним енергозабезпеченням (а), що включає житловий будинок і господарську споруду; пункт механізованого доїння стада з п'ятдесяти корів (б); пункт підігріву води для ферми на 50 корів (в); водопідйомну установку (г).

У конкретному випадку – фермерському господарстві з автономним енергозабезпеченням, добовий розподіл енергетичного навантаження має два піки: менший (ранковий) і більший (вечірній). Вони пов'язані з приготуванням кормів, інтенсивною роботою освітлення і побутових електроприладів, обслуговуванням худоби і птиці тощо. Навантаження між піками обумовлені роботою холодильників, черговим освітленням, обігрівом приміщень, водоспоживанням тощо. Графік розподілу навантаження для цього господарства побудований, виходячи з таких розрахункових даних [5]:

- максимальне навантаження:

P_{max} = 4,0 кВт (взимку) і P_{max} = 3,2 кВт (влітку);

- середньодобове споживання енергії:

$$E_a = \sum_{i=1}^{24} P_i \cdot T_i, \quad (1)$$

де P_i – поточне навантаження, кВт;

T_i – відрізки часу, год.

E_a = 34,4 кВт·год. (взимку), E_a = 27,4 кВт·год. (влітку);

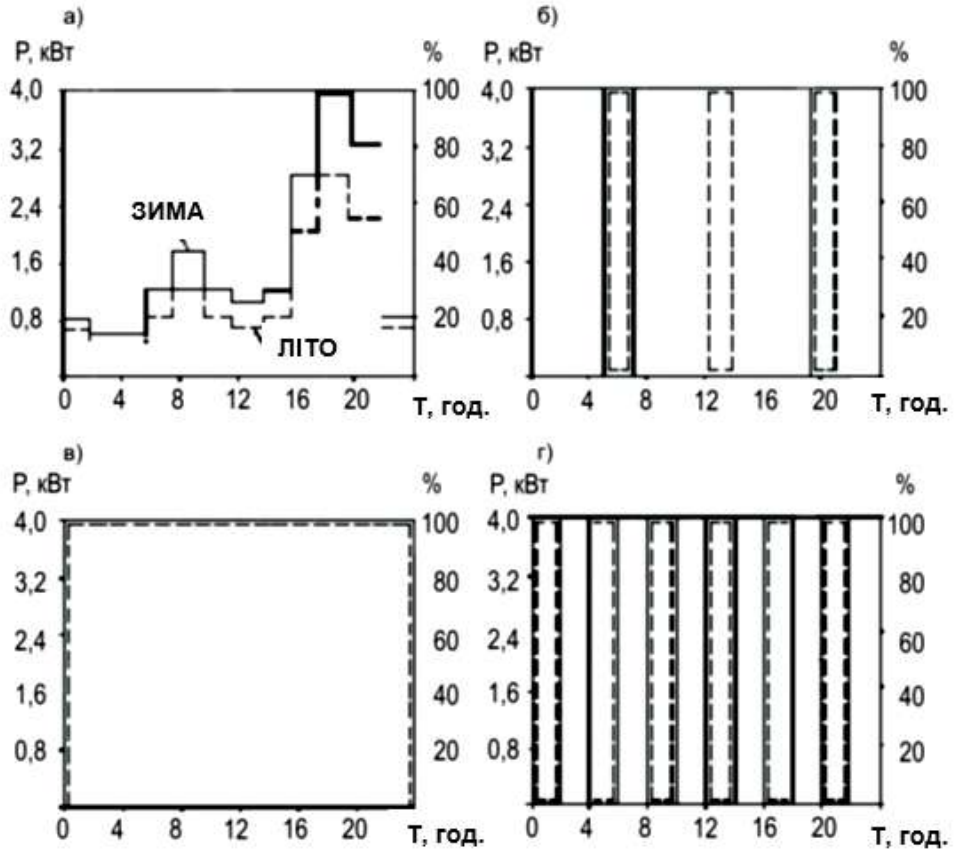


Рис. 1. Добовий розподіл навантаження на технологічний об'єкт (фермерське господарство)

- середньодобове навантаження:

$$P_{сер.} = E_a / T_{сер.}, \quad (2)$$

де $T_{сер.}$ = 24 год.

$P_{сер.}$ = 1,43 кВт (взимку), $P_{сер.}$ = 1,14 кВт (влітку);

- коефіцієнт навантаження (коефіцієнт заповнення графіка навантаження):

$$K_н = P_{сер.} / P_{мах}, \quad (3)$$

де $K_н$ = 0,36 (взимку); $K_н$ = 0,29 (влітку).

Графік навантаження пункту механізованого доїння стада з п'ятдесяти корів має два піки взимку (ранковий і вечірній) і три піки влітку (ранковий, денний і вечірній), які, по можливості, повинні мати мінімальну ширину (з метою скорочення часу користування доїльних апаратів). Цей графік побудований, виходячи з таких розрахункових даних [2]:

P_{max} = 4,0 кВт (взимку і влітку);

E_a = 33,0 кВт·год. (взимку); E_a = 16,0 кВт·год. (влітку);

$P_{сер.}$ = 1,38 кВт (взимку); $P_{сер.}$ = 0,67 кВт (влітку);

$K_н$ = 0,35 (взимку); $K_н$ = 0,17 (влітку).

Пункт підігріву води на постійну потребу в 4 кВт призначений для догляду за худобою. Ємність з теплою водою (бойлер) служить акумулятором теплової енергії і може давати таку кількість тепла на добу:

$$Q = 860 \cdot P_{max} \cdot T_{сер.}, \quad (4)$$

де P_{max} = 4 кВт (взимку і влітку);

860 – тепловий еквівалент електричної енергії, ккал/кВт·год.

Q = 82400 ккал·добу.

Вода нагрівається від 10 до 60°С. Середня теплоємність в зазначеному діапазоні температур $G_{сер.}$ = 1,0 ккал/(кг°С). При ККД водогрійного котла, що дорівнює 85%, обсяг нагрітої води складе 1390л на добу.

Показники графіка енергетичного навантаження пункту підігріву води незалежно від сезону наступні:

E_a = 92 кВт·год.; $P_{сер.} = P_{max}$ = 4 кВт·год.; $K_н$ = 1;

E_a = 36 кВт·год.; $P_{сер.}$= 1,5 кВт; $K_н$ = 0,5.

Сезонний характер навантаження виражається, окрім іншого, в тому, що його середньорічний рівень становить приблизно 80% від зимового рівня.

Список літератури.

1. Болтянський Б.В. Прогресивні технології як основа мінімізації сукупних витрат енергії в тваринництві. *Матеріали IV-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»*. Глеваха, 2016. С.16-18.

2. Болтянський Б.В. Шляхи зниження витрат енергії на нагрівання води при доїнні корів. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенко*. Вип. 156, 2015. С.641-648.

3. Болтянская Н.И. Использование электроэнергии в процессах производства продукции отрасли животноводства. Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: *мат. Международной научно-технической конференции.* Минск, 2019. С.71-74.

4. Джеджула В.В. Альтернативні джерела енергозабезпечення фермерських господарств. Індивідуальний житловий будинок. *Книга за матеріалами третьої республіканської науково-технічної конференції*. Вінниця. 2001. С.137-141.

5. Грачева Л.И. Повышение эффективности использования нетрадиционных источников энергии в животноводческом комплексе страны. Луганск: Элтон, 2008. 652 с.

6. Болтянський Б.В. Перспективи та доцільність використання нетрадиційних джерел енергії в тваринництві. *Науковий вісник ТДАТУ.* Вип. 4, том 1. Мелітополь, ТДАТУ, 2014. С.69-75.

УДК 631.173

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Федоренко С.В., магістр,
Болтянська Н.І.,к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Протягом усього свого існування людство використовувало енергію, накопичену природою протягом мільярдів років. При цьому способи її використання постійно удосконалювалися з метою одержання максимальної ефективності. Енергія завжди відігравала особливу роль у житті людства. Всі види його діяльності пов'язані з витратами енергії [1,2]. Так, на самому початку свого еволюційного розвитку людини була доступна тільки енергія м'язів його тіла. Пізніше людина навчилася отримувати і використовувати енергію вогню. Черговий виток еволюційного розвитку людського суспільства приніс можливість використовувати енергію води і вітру – з'явилися перші водяні і вітряні млини, водяні колеса, парусні судна, що використовують силу вітру для свого переміщення. У XVIII столітті була винайдена парова машина, в якій теплова енергія, отримана в результаті спалювання вугілля або деревини, перетворювалася в енергію механічного руху. У XIX столітті була відкрита вольтова дуга, електричне освітлення, винайдений електродвигун, а потім і електрогенератор, – що і стало початком століття електрики. XX століття явило собою справжню революцію в освоєнні людством способів одержання і використання енергії: будуються теплові, гідравлічні, атомні електростанції величезної потужності, споруджуються лінії передачі електричної енергії високої, над – і ультрависокої напруги, розробляються нові способи виробництва, перетворення та передачі електроенергії (керована термоядерна реакція, магнітогідродинамічний генератор, надпровідникові турбогенератори і т. д.), створюються потужні енергосистеми. В цей же час з'являються потужні системи нафто – і газопостачання [3–7].

Таким чином, навколишній світ володіє воістину невичерпним джерелом різних видів енергії. Деякі з них ще повною мірою не використовуються і в нинішній час – енергія Сонця, енергія взаємодії Землі і Місяця, енергія термоядерного синтезу, енергія тепла Землі.

Зараз енергія відіграє вирішальну роль у розвитку людської цивілізації. Існує тісний взаємозв'язок між витратою енергії і обсягом випущеної продукції. На жаль, більшість енергії, споживаної людиною, перетворюється на даремне тепло через низьку ефективність

використання наявних енергетичних ресурсів.

Енергозбереження – процес багатогранний і охоплює різні сфери людської діяльності. По суті, це спосіб життя народу, суспільства, виробляє певний психологічний алгоритм поведінки. Розвиток економіки республіки як суверенної держави неможливо без вироблення національної ідеї, психології бережного і економного використання наявних енергетичних і сировинних ресурсів, використання напрацьованого досвіду в цій галузі іншими країнами. І це – найважливіше на сьогодні сфера діяльності, ресурс підвищення конкурентоспроможності промислового виробництва, спосіб інтеграції економіки у міжнародний ринок [8-10]. Традиційно споживання енергії поділяють на три напрямки: споживання електроенергії, споживання теплоенергії, спалювання палива. Сучасне енергозбереження базується на трьох основних принципах (рис.1):

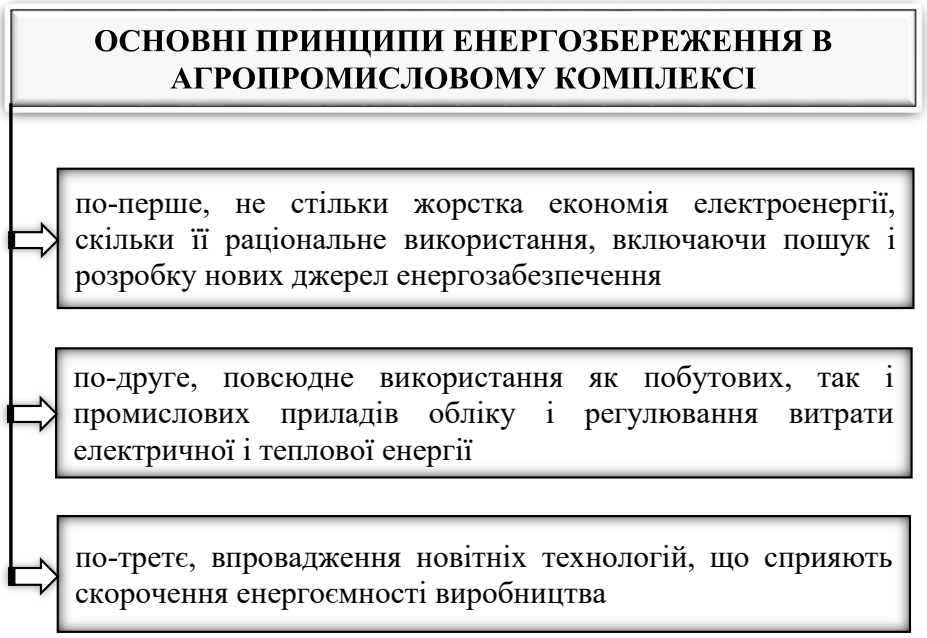


Рис. 1. Основні принципи енергозбереження в агропромисловому комплексі

Виходячи з цього, в енергозбереженні виділяють наступні групи заходів, що забезпечують ефективне енерговикористання та раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів: науково-технічні; організаційно-економічні; нормативно-технічні; інформаційні; правові.

Науково-технічні заходи з енергозбереження спрямовані на розробку і використання у виробництві нових способів і пристроїв, що відрізняються високою енергоефективністю.

Організаційні заходи з енергозбереження поділяються на *організаційно-масові* та *організаційно-технічні*.

Однією з умов забезпечення дбайливого та раціонального використання палива та енергії, скорочення їх втрат у виробництві є здійснення на підприємствах організаційно-масової роботи,

спрямованої на економію паливно-енергетичних ресурсів. Форми і методи цієї роботи різноманітні і на кожному конкретному підприємстві мають свої особливості.

Основним призначенням ***організаційно-масової*** роботи є доведення до всіх членів трудового колективу державного значення економного і дбайливого використання палива і енергії, недопущення їх втрат на всіх ділянках виробництва, залучення в роботу по економії кожного працівника підприємства, організація роботи громадських організацій щодо виявлення та усунення місць втрат, вишукування і використання резервів економії, преміювання персоналу за економію і прийняття суворих заходів до марнотратників палива, теплової та електричної енергії.

Основними напрямками організаційно-масової роботи по економії енергоресурсів є:

• прийняття зобов'язань підприємствами, цехами, відділами, службами та індивідуально робітниками і ІТП по економії палива, теплової та електричної енергії;

• розробка і реалізація особистих планів енергетиків та інших категорій працівників підприємств і організацій;

• створення та організація роботи комісій сприяння раціональному використанню енергії;

• розгляд питань економії паливно-енергетичних ресурсів постійно діючими виробничими нарадами;

• підвищення технічних знань в питаннях економії енергії окремих категорій робітників у школах передового досвіду, організованих на підприємствах і в організаціях;

• обмін досвідом з передовими підприємствами республіки і за її межами;

• організація спеціальних нарад і семінарів з енергетиками підприємств, міністерств та відомств з залученням науково-дослідних, проектних інститутів та інших організацій;

• проведення громадських конкурсів на кращу пропозицію по економії палива та енергії;

• активізація на підприємствах розробки раціоналізаторських пропозицій з економії енергоресурсів;

• відображення питань економії енергії в комплексній системі управління якістю виробництва;

• розробка і застосування положень про преміювання персоналу за економію електричної і теплової енергії та використання вторинних енергетичних ресурсів;

• організація роботи груп контролю щодо виявлення осередків марнотратства у використанні енергії, систематичне проведення ними спільно з енергетиками рейдів по перевірці завантаження енергетичного та технологічного обладнання, використання

стисненого повітря, освітлення, виявлення витоку пари і гарячої води, наявності холостого ходу устаткування і т. д.

Програми організаційно-технічних заходів (ОТЗ) по економії палива, теплової та електричної енергії розробляються на всіх рівнях управління і групуються за основними напрямками економії стосовно виробництва продукції: удосконалення технології виробництва; поліпшення використання та структури виробничого обладнання; поліпшення використання палива та енергії у виробництві; підвищення якості сировини і застосування менше енергоємних його видів; інші заходи. При розробці ОТЗ необхідно використовувати інформацію з економії електро– і теплоенергії, що публікується в періодичній пресі, технічних журналах і довідниках, а також раціоналізаторські пропозиції, впроваджені на інших підприємствах, інформацію про нові матеріали, вироби та обладнання. Плани організаційно-технічних заходів поділяються на основні і додаткові. Розробка основного плану ОТЗ спрямована на зниження питомих норм витрати енергії на величину, встановлену директивними вказівками керуючих організацій. Основний план заходів розробляється передує плановаому періоду рік, додатковий – протягом поточного року. Мета додаткового плану ОТМ – забезпечити виконання завдань щодо отримання додаткової економії енергії. У розробці планів ОТЗ повинні брати участь керівники відділів, служб, цехів, дільниць, технологи, конструктори, механіки, економісти, передові робітники підприємств. Ефективність основних і додаткових заходів, тобто запланована економія енергії, повинна підтверджуватися звітними даними.

Економічні заходи щодо ефективного енерговикористання включають в себе систему гнучких цін на енергоносії та універсальні тарифи; податкову політику і заходи матеріального стимулювання економічного енергоспоживання.

До ***нормативно-технічних заходів*** з енергозбереження відносять дії зі створення відповідних стандартів та інших нормативно-технічних і керівних документів щодо забезпечення ефективного енерговикористання та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів.

Інформаційні заходи з енергозбереження включають в себе проведення інформаційно-технічних семінарів, виставок, конференцій, симпозіумів з даної тематики, а також інформування населення через засоби масової інформації (преса, телебачення, радіо) про основні діях щодо раціонального використання енергії, як на виробництві, так і в побуті. Все вищевідзначені заходи з енергозбереження повинні бути підкріплені відповідною правовою базою.

У технічній сфері поряд з пошуком резервів на діючих підприємствах необхідно, перш за все, зібрати і вивчити всю інформацію про світовий досвід з енергозбереження. Одночасно слід

виявити найбільш прийнятних постачальників енергозберігаючого обладнання, визначити, що можна виробляти у себе, і тим самим створити ринок енергетичного обладнання на конкурентних засадах.

Список літератури.

1. Болтянская Н.И. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa.* 2016. Vol.18. No13, b.P.49–54.

2. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції».* ТДАТУ. 2019. С. 36–39.

3. Скляр А.Г., Скляр Р.В. Анализ показателей для контроля биологического процесса анаэробного разложения. *MOTROL: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2015. Vol.17. No.9, b.P.65-70.

4. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from it-chnology parameters of productivity of the animals. *Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko*. Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

5. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

6. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

7. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resourcesbutGauci technologies in animal husbandry. *Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes".* Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.

8. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application resurser-Gauci technologies in dairy cattle in the enterprise. *Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition.* Melitopol. 2016. Vol. 6. 1. 55-64.

9. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. *Науковий вісник НУБіП.* Серія «Техніка та енергетика АПК». Київ. 2014. Вип.196, ч.1. С. 239–245.

10. Болтянський О.В. Аналіз основних тенденції розвитку світової та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК».* Київ. 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.

УДК 631.333.92:631.22.018

ОРГАНІЧНІ ВІДХОДИ – ЯК СИРОВИНА ДЛЯ КОФЕРМЕНТАЦІЇ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Скляр О.Г., к.т.н.,
Скляр Р.В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Крім отримання біогазу та додаткової енергії, біогазові установки вирішують ще кілька важливих завдань. Одне з них – це проблема утилізації органічних відходів. Не секрет, що в результаті господарської діяльності підприємства – очисні споруди, харчові та сільськогосподарські – в тій чи іншій мірі продукують непереробльовані залишки, маса й обсяг яких може досягати значних обсягів.

Відходи тваринництва є одним з найперспективніших джерел отримання енергії шляхом анаеробного бродіння в біореакторах [1-3]. Вони є в будь-якому господарстві, не вимагають попередньої обробки і сортування, їх не важко транспортувати.

Основні матеріали дослідження.

Під поняттям «коферментація» мається на увазі бродіння рідкого або твердого гною разом з іншими органічними речовинами. Коферментаційні установки на сьогоднішній день живлять енергетичними рослинами, тобто рослинами, спеціально вирощеними для біогазових установок та органічними відходами. Серед органічних відходів, які використовуються для коферментації в сільськогосподарських біогазових установках, розрізняють три групи:

- відходи рослинництва та тваринництва,
- відходи переробки і споживання продуктів харчування,
- комунальні органічні відходи.

Основною метою переробки цього типу відходів є отримання вторинної сировини, палаючих речовин або продукції, яку можна використовувати в різних сферах життєдіяльності людини [3-5]. Наприклад, після переробки можна отримати:

- газ для використання в автономних установках обігріву;
- органічні добрива для сільського господарства;
- добавки до кормів для тваринницької або рибної галузі та ін.

При цьому реалізація коферментації на сільськогосподарських підприємствах залежить від таких факторів:

- кількість та якість відходів;
- можливість застосування на власних сільськогосподарських площах;

• рівень техніки, що використовується;
• рівень цін на техніку.

При коферментації з органічними відходами проявляється цікаве об'єднання енергетичної галузі і сфери використання (утилізації) промислових відходів, оскільки з відходів виробляють електрику і тепло (рис.1) [5,6].

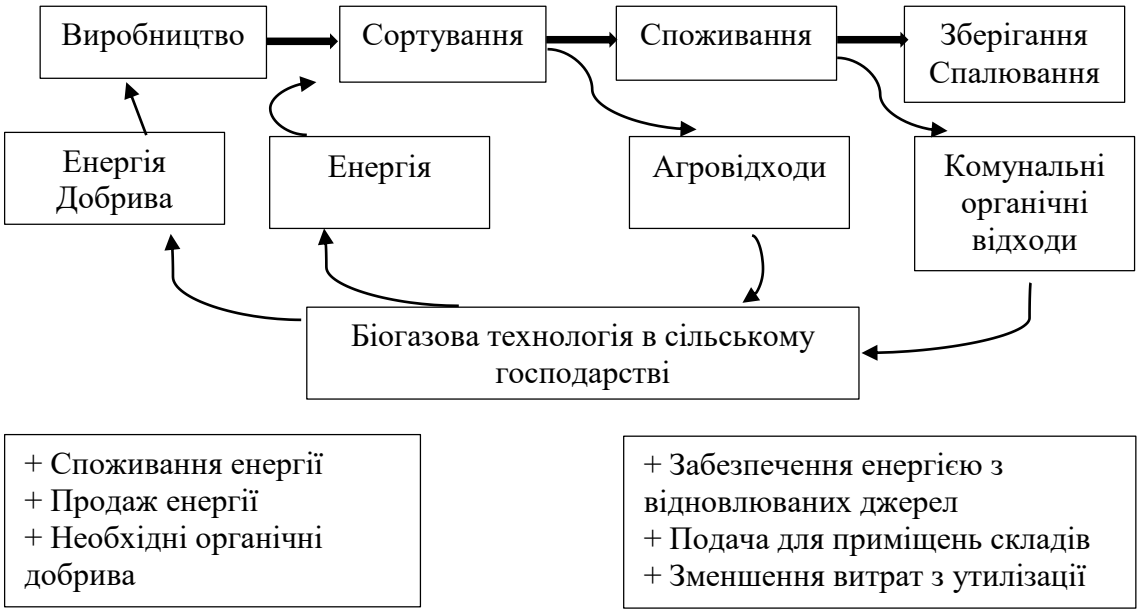


Рис. 1. Біотехнології в круговороті речовин

Продуктами біогазової установки є газ, тверді і рідкі добрива [4-6]. При цьому, вміст живильних речовин в одержаному добриві збільшується на 15% у порівнянні зі звичним гноєм. Таке добриво не містить гельмінтів, хвороботворних бактерій і насіння бур'янів та може застосовуватися без традиційних витримок і зберігання, а рідкий екстракт використовується безпосередньо для поливу кормових трав, овочів тощо. Завдяки використанню вищезазначених добрив можливо збільшити врожайність на 50%.

При змішуванні різних відходів необхідно підтримувати певний рівень pH, співвідношення між вуглецем і азотом, наявність інгібуючих метаногенез з'єднань [4]. Справа в тому, що реакція з утворенням метану може відбуватися тільки в певних умовах. Занадто високий або занадто низький pH перешкоджає окисленню субстрату. Внаслідок цього біогаз містить занадто мало метану або має багато домішок.

Універсальне рішення для такої проблеми – створення енергетичних кооперативів, що складаються з підприємств різних галузей. Для кожного з учасників вирішується проблема утилізації відходів, а вироблений біогаз витрачається на опалення або вироблення електроенергії.

Існуючі в даний час шляхи утилізації або переробки органічних відходів на корми, продукти харчування для людини і виробництва

основних компонентів для косметичних засобів знаходяться на краю своїх можливостей. До зберігання органічних відходів підхід дуже реструктивний. Відходи можна зберігати лише в тому випадку, якщо вони згідно з технічними інструкціями при прожарюванні мають втрати максимум 3%, тобто містять менше 3% органічних речовин. Крім того, згідно із Законом про відходи діють правила переробки органічних відходів.

Органічні відходи принципово підходять для бродіння і коферментації в поєднанні з екскрементами тварин [3]. Особливо для моносубстратів, як, наприклад, глюкол від промислової переробки, для стабільної ферментації рекомендовано використовувати гній ВРХ як «базовий субстрат». Істотною умовою для бродіння моносубстратів є повне забезпечення складного комплексу мікроорганізмів усіма необхідними для життя поживними речовинами і мікроелементами [4].

Косубстрати призводять до змін у складі бродильного субстрату, особливо, що стосується вмісту сухої речовини, поживних і шкідливих речовин. При бродінні шкідливі речовини не грають, як правило, ніякої важливої ролі, проте вони мають значення пізніше при використанні добрива. У групі органічних відходів вихід газу має велику амплітуду коливань. У рідкісних випадках і лише для деяких установок з переробки біовідходів проводять точний аналіз вихідних субстратів і біологічної сторони процесу. Субстрати, які утворюються внаслідок виробництва алкоголю, мають надзвичайно високий вміст води і призводять до високої щільності заповнення ферментатора без ефективного виходу газу. Високий вихід газу мають переважно багаті жирами і дуже багаті на цукор речовини як жир з жировловлювача і сокова вода від виробництва крохмалю. При виборі косубстратів варто також перевірити їх доступність і здатність до тривалого зберігання. До відходів, що в залежності від сезону відноситься, наприклад, барда. Вона вимагає великого об’єму ферментатора, який буде пустувати по закінченню сезону. Таким чином, пред'являються високі вимоги до субстрат-менеджменту підприємства [3].

Якщо субстрати необхідно зберігати тривалий час щоб гарантувати їх поступове використання, то необхідно звернути увагу на придатність для тривалого зберігання. Деякі субстрати схильні до розшарування або переокислення. Всі ці фактори необхідно враховувати в конкретних випадках.

Відходи з-за вмісту в них домішок і шкідливих речовин, а також з міркувань гігієни перед переробкою повинні проходити спеціальну підготовку (таблиця 1). В залежності від складу, домішки необхідно відокремлювати за допомогою сит, магнітних сепараторів або інших пристосувань після чого субстрат подрібнюють і гігієнізують. На практиці кроки по розподілу виконуються для біовідходів. Сортування субстрату відбувається з використанням мішалок або коловратних

вантажних насосів. Обладнання для подрібнення підключається безпосередньо до насосу, що подає. Суміші та біологічні добавки, що ведуть переважно до прискорення анаеробного процесу розкладання до останнього часу не набули широкого поширення в силу їх високої вартості [3,4].

Таблиця 1

Технології попередньої обробки органічних відходів

Способи обробки	Засоби обробки
Сепарація домішок	Сита, повітряні сепаратори, циклон, магнітний сепаратор, преса, поділ вручну
Збагачення субстратів	Механічне (міксер, коммінутор), хімічне (додавання кислот/лугів), біологічне (додавання ензимів), термічне (гігієнізація)
Комбінований метод	Сепарація осаду і плаваючою кірки, механічне збагачення

Коферментаційні установки мають схильність до порушень біологічного процесу, тому що вони працюють з швидкозмінними або швидкорозкладаємими субстратами. Щоб процесом можна було добре керувати, необхідно проводити аналізи і використовувати обладнання, що контролює. При належному виконанні будівельних робіт і відповідної експлуатації біогазової установки [4] кількість поломок можна знизити до мінімуму (таблиця 2).

Таблиця 2

Заходи щодо експлуатації без поломок біогазової установки, яка працює на коферментації

Можливість оптимізації роботи підприємства при коферментації	
Почата дія	Наслідки
1	2
Резервуар попереднього зберігання або пристрій, що подає, об'ємом, який достатньо для зберігання протягом 3 днів	Буфер для рівномірної подачі, можливість додавати допоміжні речовини, сепарування грубих непотрібних домішок; в разі необхідності - попереднє зберігання, один з етапів гідролізу; в разі необхідності - попередня аеробна обробка
2-ступеневе бродіння (ферментатори послідовно)	Розподіл кожного з етапів, різна інтенсивність перемішування, застосування різної температури
Розділова стінка в ферментаторі	Зменшення проривання потоку
Температура бродіння 25…28°C	Уповільнення кінетики реакцій, поліпшення буферних властивостей, менший відносний вміст CO_2 в біогазі
Оптимізація співвідношення C/N	Уникнення дефіциту N або зменшення затримки розвитку від впливу NH_3
Сталість складу субстрату	Розробка найкраще адаптованих культур

Продовження таблиці 2

1	2
Підвищення інтервалів подачі	Уникнення різких ривків при завантаженні проміжними продуктами (напр. органічними кислотами)
Поступова подача (концентрація CO_2 як регульована величина)	Уникнення різких ривків при завантаженні проміжними продуктами (напр. органічними кислотами)
Повторна подача збродженого субстрату	«Заправлення» субстрату бактеріями, поліпшення буферного потенціалу
Покриття сховища з гноєм	Уловлювання залишків бродильних газів

Найчастіше саме на невеликих установках прибуток, який одержується від переробки відходів, не перекриває витрати на відповідне технічне обслуговування і роботу персоналу.

Висновки. Проведені дослідження показують, що для успішного, економічно вигідного коферментаційного процесу в біогазових установках вкрай важливо правильно проаналізувати вихідні матеріали, побудувати ефективний технологічний процес і забезпечити регулярне надходження сировини в достатній кількості. З огляду на те, що відходи різних виробництв мають дуже різноманітні склад і кислотність, потрібно правильно розрахувати суміш відходів для субстрату згідно відповідних вимог.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Зб. наукових-праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 298-304.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник.* Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.

4. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2. b. P.183-188.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка.* Харків, 2015. Вип. 156. С. 649-655.

6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2013. Вип. 13. Т.3. С.110-118.

УДК 621.81-192

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ МАТРИЦЬ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ КОМБІКОРМОВИХ ГРАНУЛ

Комар А.С.,
Болтянська Н.І., к.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Матриці – основний робочий орган преса. Їх виробництво пов'язане з використанням складного обладнання. Оскільки вартість матриць висока, на комбікормових заводах приділяють велику увагу їх збереженню і правильній експлуатації. В даний час виробляється понад 400 різних типів і розмірів матриць. Отвори матриці можуть бути від 2,4 до 19 мм в діаметрі. Отвори роблять круглими, квадратними, довгастими або якоїсь іншої форми. Матриці виготовляють з різних матеріалів. Головні вимоги до матеріалів – висока зносостійкість і пружність. Гарною зносостійкістю володіють матриці з нержавіючої сталі [1-3].

Отримання гранул правильної форми за допомогою безперервного пропуску продукту через перфоровані матриці в сучасних пресах досягається завдяки тиску вальців і тертя борошна об металеві стінки отворів матриць. Чим довше ці отвори, тим триваліший вплив тертя і тим твердіше виходять гранули. Між діаметром гранул і довжиною отворів матриці, так званою довжиною пресування, існує певне співвідношення, при якому виходить встановлена міцність гранул. Чим більше діаметр гранул, тим товща має бути матриця. Товщина матриць змінюється від 12,7 до 127 мм з інтервалом 12,7 мм [4-7].

Живий перетин отворів у матриці має великий вплив на продуктивність преса. Чим менше живий перетин, тим менше продуктивність. Малі отвори в матрицях раззеньковують, щоб полегшити вхід продукту в отвори.

Потужність матриці залежить від її товщини, яка повинна бути в 10 разів більше діаметру отворів. При виготовленні матриць товщиною менше 50,8 мм застосовують цековку отворів. Цековка полягає в тому, що свердлом діаметром трохи більше діаметра отвору розсвердлюють верхні кромки отворів. Іноді роблять фаски на отворах. Так, матриці товщиною 50,8 мм можуть мати отвори розміром 4,8Х38,1 мм з конусним поглибленням 12,7 мм. При цьому ефективна довжина утворення гранул становить 38,1 мм. Отвори для пресування гранул діаметром від 2,4 до 4,8 мм мають малу раззенковку у впуску. Отвори для гранул діаметром 9,5 мм і вище не тільки раззенковують, але і обробляють на конус до половини, а в деяких випадках і більше [8,9].

Багато машинобудівних фірм віддають перевагу матрицям з циліндричними отворами внаслідок того, що їх простіше свердлити; більш товста матриця довговічніші і надійніші в роботі. Циліндричні отвори злегка раззенковують. що дає можливість вільно подавати борошнистий комбікорм і зменшити площу між отворами. Все ж для спеціальних комбікормів використовують товсті матриці з конусоподібними отворами. Шляхом збільшення розміру кута розгортки і глибини конуса змінюють ступінь стиснення продукту.

У будь-якому випадку необхідно знайти оптимальні умови роботи, при яких спресований продукт буде зберігати доданий йому обсяг і форму і не розколюватися. При недостатній товщині матриці гранула, що вийшла з її отвору, відразу ж розбухає і руйнується. У великих гранул в цьому випадку, а також при занадто великому куті конусної розгортки з'являються тріщини. Еластичність продукту сприяє його розбуханню після виходу з матриці. Розколювання деяких гранул по колу свідчить про те, що продукт недостатньо стискається або недостатній час витримується в матриці під тиском [10].

На заводі матриці перевіряють на пресі і, якщо при цьому виходять дуже тверді або м'які гранули, матрицю відповідним чином пристосовують для випуску нормального продукту. У першому випадку надають отворам злегка конічну форму за допомогою розгортки зовні, а в другому – надають незначну конусність входу отворів. На матриці наносять технічні характеристики, допомагають правильно їх замінювати при виготовленні іншого комбікорму.

Існує пряма залежність між продуктивністю преса і діаметром внутрішніх отворів матриці, кількістю отворів по довжині окружності матриці та її шириною, а також (що особливо важливо) якістю шліфування внутрішньої поверхні отворів.

Крім того, існує залежність між внутрішньою конфігурацією отворів матриці і складом продукту. Це значить, що для одержання гранул одного і того ж кінцевого діаметра (наприклад, 4,8 мм), але різних за складом, мають застосовуватися різні конфігурації внутрішніх отворів матриці. Так, при введенні в комбікорм 3% жиру необхідна товщина матриці збільшується (збільшується шлях пресування), і вхідна частина отвору повинна мати форму звуженого конуса, який потім переходить в циліндр.

У зв'язку з цим важливо знати здатність кожного інгредієнта, що входить до складу комбікорму, впливати на внутрішню поверхню отворів матриці, а також здатність інгредієнта абсорбувати мелясу.

Разом з матрицями на процес пресування великий вплив роблять і вальці. Їх виготовляють із спеціальної загартованої сталі. На поверхні валків є рифлі для зменшення ковзання і для захоплення борошнистого комбікорму. Якщо поверхня валків зношується від тертя, що виникає при зіткненні з комбікормом і матрицею, вальці проточують і на них

знову нарізають рифлі. У деяких пресах («Майстер», «Сеньчьюрі» та ін.) замінюють зношені гільзи. Зазвичай на комбікормових заводах замінюють одразу матрицю і вальці комплектно. Зношені вальці не ставлять до нової матриці і навпаки, так як поверхня зношених вальців зіпсує поверхню нової матриці. Матриця разом з валками складає єдиний вузол, що вони працюють спільно і вимагають правильної установки.

Зазор між валками і матрицею визначає ступінь стиснення. При нормальному близькому розташуванні вальців від поверхні матриці виходять гранули необхідної твердості. Якщо зазор між валками і матрицею збільшений, відбувається попереднє стиснення шару борошнистого комбікорми, що підвищує тиск в отворах матриці, і гранули виходять підвищеної твердості. У таких випадках матриці можуть навіть повністю забиватися продуктом, і тоді робота преса припиняється зовсім.

Виробництво гранул поділяється на два етапи: перший – утворення попередньо стиснутого шару борошна; другий – продавлювання продукту в отвори матриці та стиснення його завдяки тертю в отворах. Якщо вальці торкаються поверхні матриці, то в цьому випадку не буде попереднього стиснення продукту і з матриці будуть виходити м'які гранули або навіть зовсім не спресований продукт.

Більш товстий шар попередньо стиснутого борошнистого комбікорму сприяє утворенню «мастила» між металом валка і матриці, що зменшує знос матриці і валків. Дуже малий зазор між валками і матрицею дає тонкий твердий шар продукту, не забезпечує необхідного захисту від зносу. У товстому шарі борошна поглинаються тангенціальні сили, що з'являються в результаті руху валка по матриці і прагнуть загнути гострі кінці отворів матриці, забиваючи або пошкоджуючи поверхню матриці шматочками металу. Товстий шар борошна, що попереджає передчасний знос і поломку матриці, слід застосовувати для забезпечення безаварійної роботи преса.

Оскільки зміни зазорів між валками і матрицями ведуть до зміни ступеня тиску, можна виробляти тверді або м'які гранули по одному і тому ж рецепту комбікорму або, навпаки, для кожного рецепту можна підібрати відповідний тиск. Іншими словами, виробництво, що випускає багато різновидів гранульованого комбікорму за однією рецептурою, може обійтися однією і тією ж матрицею.

Більше того, сама економічна робота досягається на пресі при зміні зазору між валками і матрицею, що дає можливість уникнути зайвої твердості гранул і небезпеки закупорки матриці.

З огляду на те, що тертя в отворах матриці – важливий фактор отримання необхідного тиску і твердості гранул, нова матриця з шорсткими отворами, навіть при ретельній її обробці на заводі або при короткочасному зароблянні на кормовому борошні з додаванням жиру

або спеціальної суміші, дає дуже тверді гранули, а прес має низьку продуктивність. Надмірний тиск, що створюється підвищеним тертям в отворах нової матриці, можна компенсувати зазором між матрицею і вальцями. У цих випадках допускається робота з вальцями, близько розташованими до матриці, що дає можливість отримати м'які гранули.

Довговічність матриць буває різною. Неправильна консистенція комбікормів, абразивність продукту і недостатня кількість натуральних олій – основні фактори, що впливають на довговічність матриць. Абразивні інгредієнти викликають подряпини уздовж стінок отворів матриці. Зміна швидкості проходу продукту через матрицю вказує на надмірний знос її поверхні. Мала довговічність матриці може бути також викликано корозією, яка найчастіше виникає при змішуванні різних інгредієнтів. При певних атмосферних умовах звільняються вільні жирні кислоти, що роз'їдають стінки матриці. Найбільш агресивні суміші продуктів – рисові висівки, вівсяна мука, глютен і тваринні жири. Ліквідувати корозію можна шляхом видалення агресивного інгредієнта з суміші або виготовленням матриці з нержавіючої сталі.

Матриці зберігають на спеціальних стендах. Під час зупинки преса для зміни матриці очищають її отвори, а потім знову заповнюють м'яким продуктом, що не забиває отвори, наприклад пшеничними висівками або жирної кормовою сумішшю. Так як продукти не тверднуть в отворах, матриці згодом легко очищаються і цілком задовільно працюють навіть після декількох тижнів зберігання. Найкращим методом очищення і повторного заповнення матриць є зменшення подачі продуктів в матрицю наполовину і одночасне додавання в прес жирної суміші або пшеничних висівок.

Перед пуском преса внутрішню поверхню отворів нової матриці полірують, вводячи в прес суміш маслянистої кормової муки. Такий приробіток матриці необхідний для забезпечення рівномірного пресування гранул, максимальної продуктивності та найменшого витрати енергії. Кращим засобом для полірування служить льняне борошно. Можна застосовувати також борошняну суміш з льняною оливою або риб'ячим жиром в пропорції 1 кг жиру на 10 кг борошна.

Після того як встановлено, що всі отвори пропускають продукт однаково, збільшують швидкість додаванням шліфувальних матеріалів, наприклад твердих комбікормових гранул. Перед пуском преса проводять наступні підготовчі роботи: перевіряють наявність достатньої кількості комбікорму в накопичувальному засіку; вимірюють температуру підігрітою меляси, яка повинна бути в межах 35–40° С; вимірюють тиск пари; перевіряють, чи випущена вода з парової труби. В процесі пуску виконують такі операції: стежать за тим, щоб кормове борошно надходило в прес після ретельного його пропарювання; приводять в дію електричний магніт, встановлений

перед пресом; включають подачу комбікорму з накопичувального відсіку; встановлюють малу подачу на храповому механізмі живлення (у деяких машин раніше повинен бути наповнений змішувальний бак); регулюють кількість подаваного пара; включають і регулюють подачу меляси чи риб'ячого жиру. Після отримання комбікорму задовільної якості проварений або пропарений з додаванням жиру комбікорм направляють в секцію преса для гранулювання або брикетування.

Список літератури.

1. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. Науковий вісник НУБіП України. Серія Техніка та енергетика АПК. 2014. Вип. 196, ч.1. С. 239–245.

2. Болтянська Н.І., Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції». ТДАТУ. 2019. С. 36–39.

3. Болтянська Н.І. Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва шляхом підвищення рівня надійності техніки. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2018. Вип. 282, ч.1. С. 181–192.

4. Болтянська Н.І. Роль технічного сервісу при забезпеченні високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2013. Вип. 3. Т.1, С. 103–110.

5. Комар А.С., Болтянська Н.І. Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів. Науковий вісник ТДАТУ. 2018. Вип.8. Т.2. С. 44-56.

6. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. Вісник ХНУСГ ім. П. Василенка. 2009. Вип. 89. С. 106–111.

7. Болтянська Н.І., Комар А.С. Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання. Тези V Міжн. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва». Умань, 2019. С. 18-20.

8. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29

9. Болтянська Н.І., Комар А.С. Обґрунтування шляхів вдосконалення процесу гранулювання у прес-грануляторах з кільцевою матрицею. Вісник ХНТУСГ. 2019. Вип. 199. С. 176-185.

10. Болтянська Н.І., Комар А.С. Аналіз конструкцій шестеренних пресів-грануляторів. Науковий вісник ТДАТУ. 2018. Вип.8. Т.2.

Наукове видання

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі

Матеріали
І Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
01-24 квітня 2020 р.

Відповідальна за випуск: Н.І. Болтянська, доцент кафедри Технічний сервіс та системи в АПК Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.
Редактор: *Н.І. Болтянська.*
Дизайн і верстка: *Н.І. Болтянська.*

Адреси для листування:
72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
E-mail: ***nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua***
Сайт конференції: ***http://www.tsatu.edu.ua/tstt/conf/***

Редакційна колегія не несе відповідальності за зміст представлених матеріалів

© ТДАТУ, 2020