

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 140288

**СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАРАБОЛІЧНОГО СТАЛЕВОГО
БУНКЕРУ У ВИГЛЯДІ НЕЗАМКНУТОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ
ОБОЛОНКИ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **10.02.2020**.

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України

Д.О. Романович



(19) UA

(51) МПК (2020.01)
E04B 1/08 (2006.01)
E04B 1/24 (2006.01)
E04B 1/00

(21) Номер заявки: **u 2019 08432**

(22) Дата подання заявки: **17.07.2019**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.02.2020**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.02.2020, Бюл. № 3**

(72) Винахідник:
Янін Олексій Євгенович, UA

(73) Власник:
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Стрітенська, 23, м.
Херсон-6, 73006, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАРАБОЛІЧНОГО СТАЛЕВОГО БУНКЕРУ У ВИГЛЯДІ НЕЗАМКНУТОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виготовлення параболічного сталевго бункеру для зберігання сипкого матеріалу, що являє собою незамкнену циліндричну оболонку нульової гауссової кривизни, який відрізняється тим, що сталевий бункер виготовляється з оптимальним співвідношенням між стрілою провисання і прольотом, виходячи з мінімального об'єму витраченого на споруду сталі, яке визначається за формулою $\frac{d}{f} = 1,32$, де d - проліт бункеру; f - стріла провисання.

Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України.

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 4580050220 необхідно:

1. Перейти за посиланням <https://sis.ukrpatent.org>.
2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.
3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа Укрпатенту

10.02.2020



І.Є. Матусевич



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **140288** (13) **U**
(51) МПК (2020.01)
E04B 1/08 (2006.01)
E04B 1/24 (2006.01)
E04B 1/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2019 08432**
(22) Дата подання заявки: **17.07.2019**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.02.2020**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.02.2020, Бюл.№ 3**

(72) Винахідник(и):
Янін Олексій Євгенович (UA)
(73) Власник(и):
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Стрітенська, 23, м. Херсон-6, 73006 (UA)

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАРАБОЛІЧНОГО СТАЛЕВОГО БУНКЕРУ У ВИГЛЯДІ НЕЗАМКНУТОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ

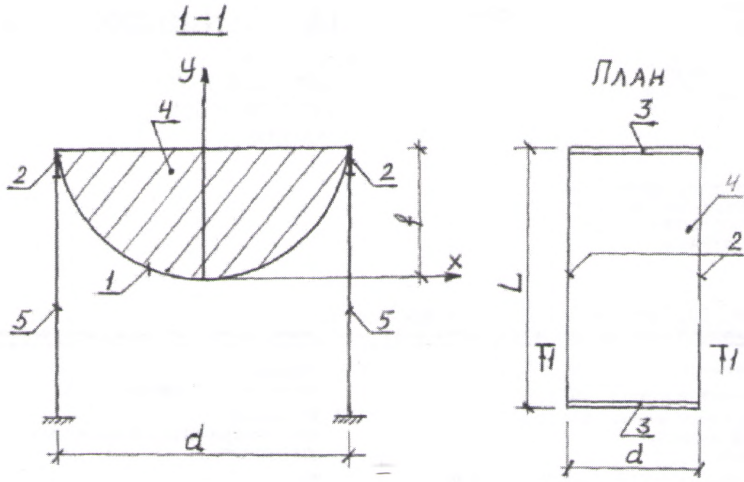
(57) Реферат:

Спосіб виготовлення параболічного сталевго бункеру для зберігання сипкого матеріалу, що являє собою незамкнену циліндричну оболонку нульової гауссової кривизни, за яким сталевий бункер виготовляється з оптимальним співвідношенням між стрілою провисання і прольотом, виходячи з мінімального об'єму витраченого на споруду сталі, яке визначається за формулою

$$\frac{d}{f} = 1,32, \text{ де}$$

d - проліт бункеру; f - стріла провисання.

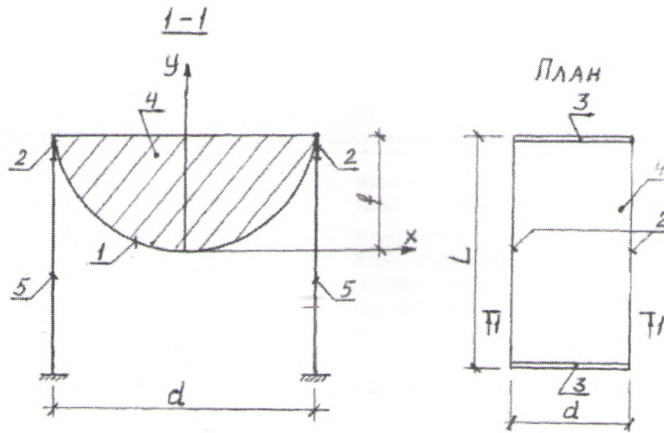
UA 140288 U



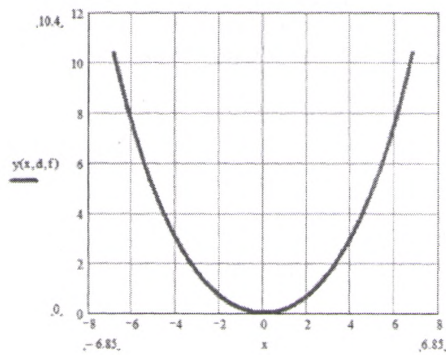
Фиг. 1

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Спосіб виготовлення параболічного сталевго бункеру для зберігання сипкого матеріалу, що являє собою незамкнену циліндричну оболонку нульової гауссової кривизни, який **відрізняється** тим, що сталевий бункер виготовляється з оптимальним співвідношенням між стріло провисання і прольотом, виходячи з мінімального об'єму витраченого на споруду сталі, яке визначається за формулою $\frac{d}{f} = 1,32$, де d - проліт бункеру; f - стріла провисання.



Фіг.1



Фіг.2

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Корисна модель належить до галузі будівництва, зокрема до будівництва бункерів (ємностей), призначених для зберігання сипких матеріалів.

Відомий спосіб зберігання сипкого матеріалу у параболічних сталевих бункерах полягає в тому, що застосовуються незамкнена циліндрична оболонка нульової гауссової кривизни. Вона підвішується до двох поздовжніх несучих балок з двох боків, що спираються на колони. У торцях влаштовуються жорсткі вертикальні стінки-діафрагми для запобігання висипання сипкого матеріалу з бункеру у поздовжньому напрямку [1].

Недоліком цього способу є великі витрати сталі на будівництво параболічного сталевого бункеру.

Задача винаходу - створити параболічний сталевий бункер з мінімальними витратами сталі на споруду.

Задача вирішується тим, що параболічний сталевий бункер виготовляється з оптимальним співвідношенням між стрілою провисання і прольотом, виходячи з мінімального об'єму витраченої на споруду сталі.

Для наочності представлення розрахунків співвідношення між стрілою провисання і прольотом надаються креслення:

Фіг. 1. Схема параболічного сталевого бункеру, де:

- 1 - оболонка у вигляді листової сталі;
- 2 - поздовжні несучі балки;
- 3 - жорсткі вертикальні стінки-діафрагми;
- 4 - сипкий матеріал;
- 5 - колона;
- d - проліт бункеру;
- f - стріла провисання;

L - довжина бункеру;

x ; y - осі координат на площині поперечного перерізу 1-1 (вісь y проходить посередині прольоту d і є віссю симетрії);

Фіг. 2. Графік функції $y_{(x,d,f)}$.

Для визначення оптимального співвідношення між стрілою провисання f і прольотом

бункеру $\frac{d}{f}$ (див. Фіг. 1) отримане диференційне рівняння кривої провисання оболонки у напрямку прольоту:

$$(f - y_{(x)})[1 + k(y'_{(x)})^2] = y''_{(x)} \left(\frac{f}{c_0} - \frac{kf^2}{2} + \frac{1}{2}k(f - y_{(x)})^2 \right),$$

де

x ; y - координати на площині поперечного перерізу 1-1 (див. Фіг. 1);

$k < 1$ - коефіцієнт, який являє собою відношення горизонтального тиску засипання до вертикального;

c_0 - кривизна кривої обрису бункеру у поперечному напрямку посередині прольоту при $x = 0$.

Рішення диференційного рівняння (1) отримується приблизно у вигляді ряду Маклорена:

$$y_{(x)} = y_{(0)} + \frac{y'_{(0)}}{1!}x + \frac{y''_{(0)}}{2!}x^2 + \frac{y'''_{(0)}}{3!}x^3 + \dots + \frac{y^{(n)}_{(0)}}{n!}x^n + \dots \quad (2)$$

Розглядаються тільки перші п'ять членів цієї формули. Після подвійного диференціювання виразу (1) третя та четверта похідні функції $y_{(x)}$ при $x = 0$:

$$y'''_{(0)} = 0; \quad y^{iv}_{(0)} = 3kc_0^3 - c_0^2/f \quad (3)$$

Після підстановки значень похідних при $x = 0$ у формулу (2) отримане рівняння

$$y_{(x)} = \frac{c_0}{2!}x^2 + \left(3kc_0^3 - \frac{c_0^2}{f} \right) \frac{x^4}{4!} \quad (4)$$

Величина c_0 визначається, виходячи з того, що при $x = 0,5d$ $y(x) = f$. При цих значеннях, формула (4) має вигляд:

$$f = \frac{c_0}{2!} \frac{d^2}{4} + \left(3kc_0^3 - \frac{c_0^2}{f} \right) \frac{1}{4!} \frac{d^4}{2^4} \text{ або (5)}$$

$$\left(3kd^4 \right) c_0^3 - \left(\frac{d^4}{f} \right) c_0^2 + (48d^2) c_0 - 48 \cdot 8f = 0. (6)$$

5 Останній вираз являє собою алгебраїчне рівняння третього ступеню відносно c_0 .

За допомогою методу Кардано при використанні комп'ютерної системи MathCAD представлено кривизну кривої у початку координат у вигляді функції $c_{0(d,f)}$, що залежить від аргументів d і f у вигляді таких формул цієї системи:

$$A(d) := 3 \cdot k \cdot d^4 \quad B(d, f) := \frac{-d^4}{f} \quad C(d) := 48 \cdot d^2 \quad D(f) := -48 \cdot 8 \cdot f$$

$$10 \quad qq(d, f) := \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2 \cdot B(d, f)^3}{27 \cdot A(d)^3} - \frac{B(d, f) \cdot C(d)}{3 \cdot A(d)^2} + \frac{D(f)}{A(d)} \right)$$

$$pp(d, f) := \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot A(d) \cdot C(d) - B(d, f)^2}{3 \cdot A(d)^2} \quad DD(d, f) := pp(d, f)^3 + qq(d, f)^2$$

$$c_0(d, f) := \frac{B(d, f)}{3 \cdot A(d)} + \sqrt[3]{-qq(d, f) + \sqrt{DD(d, f)}} + \sqrt[3]{-qq(d, f) - \sqrt{DD(d, f)}}, (7)$$

де

A ; B ; C ; D ; qq ; pp ; DD - функції, що залежать від вказаних аргументів

15 d і f .

Після підстановки $c_{0(d,f)}$ у формулу (4) отримане рівняння кривої провисання оболонки у напрямку прольоту

$$y(x) = \frac{c_{0(d,f)}}{2!} x^2 + c_{0(d,f)}^2 \left(3kc_{0(d,f)} - \frac{1}{f} \right) \frac{x^4}{4!}. (8)$$

20 З цього виразу випливає, що функція y залежить від x ; d і f . Тому її можна записувати у вигляді функції цих 3-х аргументів

$$y(x, d, f) = \frac{c_{0(d,f)}}{2!} x^2 + c_{0(d,f)}^2 \left(3kc_{0(d,f)} - \frac{1}{f} \right) \frac{x^4}{4!}. (9)$$

Дослідження цільової функції об'єму витраченого на споруду матеріалу при використанні формули (9) дозволило зробити висновок про те, що її мінімум відповідає стрілі провисання $f = 10,4$ м. Оптимальний проліт d і оптимальне відношення d до f склали відповідно:

$$25 \quad d = 13,7 \text{ м}; \quad \frac{d}{f} = 1,32$$

За допомогою комп'ютерної системи MathCAD побудований графік функції $y(x, d, f)$ при отриманих даних ($d = 13,7$ м; $f = 10,4$ м) (Фіг. 2).

30 При оптимальному співвідношенні між стрілою провисання f і прольотом d досягається зменшення витрат сталі на параболічний сталевий бункер при заданому об'ємі сипкого матеріалу та експлуатаційних показниках даної споруди.

Джерело інформації:

1. Металлические конструкции: Спец. курс: Учеб. пособие для вузов /Е.И. Беленя, Н.Н. Стрелецкий, Г.С. Ведеников и др.; Под. общ. ред. Е.И. Беленя. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1982. - 472 с.

35