



УДК 624.01

DOI: 10.31388/2220-8674-2020-1-8

## ІННОВАЦІЇ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ДЛЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ХЕРСОНЩИНИ

Романенко С.М., ст. викл.

ORCID: 0000-0002-0443-3896

Андрієвська Я.П., ас.

ORCID: 0000-0003-3052-2515

*ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»*

e-mail: romanenko666@gmail.com

*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.

*Аналіз останніх досліджень.* Підсилення залізобетонних конструкцій є актуальною темою як в Україні, так і за межами. Експериментальні дослідження підсилення залізобетонних колон за допомогою композитних матеріалів, сталевих кілець та попередньо напруженими матеріалами проводились зарубіжними науковцями. В Україні питанням підсилення залізобетонних конструкцій займались в: Національному університеті — Львівська політехніка П. Вегера., А. Мурин; Національному університеті водного господарства та природокористування м. Рівне Ю.Ю. Зятюк, С.В. Мельник, Є.М. Бабич; ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» м. Київ А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, Ю.М. Собко; «Лабораторії ефективних будівельних конструкцій Вінницького національного технічного університету» О.В. Войцехівський, Д.М. Байда [1-6].



Одним з найбільш ефективного та поширеного способу підсилення залізобетонних колон є спосіб із застосуванням металевої обойми чи металевих розпірок.

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

*Формулювання мети статті (постановка завдання).* Метою дослідження є обстеження конструкцій будівлі повторного використання для виявлення пошкоджених елементів, формулювання пропозицій щодо підсилення чи заміни цих елементів, розрахунок їх конструктивних параметрів.

Задачі дослідження:

- проаналізувати сучасний стан існуючих способів підсилення і методів розрахунку підсилених залізобетонних конструкцій;
- знайти оптимальний та ефективний метод підсилення залізобетонної конструкції.

*Основна частина.* Для вирішення поставлених задач було здійснено комплексне обстеження та обміри будівельних конструкцій повторного використання науково-проектною організацією «Буднаукпроект» згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-18.

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<sup>2</sup> і являє собою одноповерхову будівлю прямокутної форми з габаритними розмірами в плані 24,5 x 25,1 м. Будівля безкранова. Висота до низу кроквяних конструкцій - 7,0 м.

Будівля складу відноситься до I ступеня вогнестійкості.

За умовну позначку 0.000 прийнято рівень чистої підлоги складського приміщення.

Конструктивна схема будівлі - залізобетонний каркас з сіткою колон 6,0 x 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). В окремих місцях позначених на плані стіни виконуються із силікатної цегли М100 на цементно-піщаному розчині М50.

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

Підлоги в складському приміщенні передбачені - бетонні.

Ворота – металеві розсувні.

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

– ригель залізобетонний завдовжки 12,0 м перетином 420x800 (h) мм;

– плити покриття ребристі збірні залізобетонні 1,5x6,0x0,3 (h) м;

– колона К1 двоконсольна прямокутного перетину 300x300 мм;

– колонна К2 прямокутна перетином 600x400 мм.

Колона замонолічена у збірний залізобетонний фундамент стаканного типу, який складається із підколонника зі «стаканом» (фото1 і фото 2).



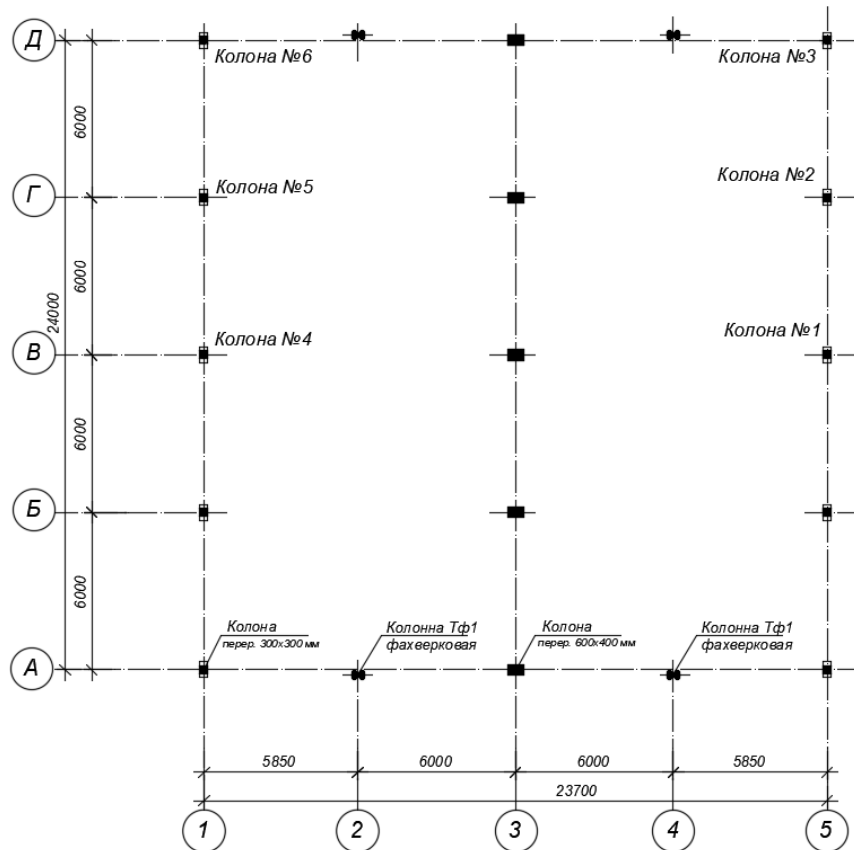
**Фото 1. Загальний вигляд фундаменту**



**Фото 2. Залізобетонна двоконсольна колонна з фундаментом**

В процесі візуального та інструментального обстеження було проведено технічне обстеження та дана загальна оцінка технічного стану шести залізобетонних колон перерізом 300x300 мм з консолями вильотом 150 мм [7-9].

Схема розміщення колон представлена на рис. 1. та фото 3.



**Рис. 1. Схема розміщення колон**

Наведено перелік загальних дефектів 6-ти колон, що викликані природним старінням, експлуатаційними факторами, порушеннями технології будівництва та ін.

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.

Для визначення міцності бетону залізобетонних колон неруйнівним методом застосовували механічний метод неруйнівного контролю [10] і ультразвуковий метод [11] при наскрізному прозвучуванні.



**Фото 3. Загальний вигляд збірних залізобетонних колон №1-3.**

Результати визначення міцності бетону колон неруйнівними методами за допомогою електронного приладу «Beton Pro Condrol» зведені до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

**Результати визначення міцності бетону колон**

№ КОЛОНИ	Розташування колони (ряд, вісь)	Міцність бетону колони на стиск, $f_{c,cube}$ , МПа	Примітки
1	5,Б	C20/25	Визначення міцності виконувалось не менше, ніж на трьох ділянках для кожної колони (6x3=18), тобто на 18-ти ділянках. Результати представлені протоколами атестованої лабораторії ЛБМіК
2	5,В	C20/25	
3	5,Г	C25/30	
4	1,Б	C20/25	
5	1,В	C25/30	
6	1,Г	C20/25	

При оцінці технічного стану конструкцій вирішувались наступні технічні задачі: 1) формулювання мети оцінки технічного стану – відновлення нормальних експлуатаційних властивостей; 2) візуальне і інструментальне обстеження конструктивних елементів; 3) геодезичні і інженерно-геологічні вишукування; 5) оцінка технічного стану конструкцій; 6) розробка проектної документації підсилення.

За результатами аналізу візуального та інструментального обстеження конструкцій встановлено технічний стан залізобетонних



колон №1, №2, №4, №5, №6 кваліфікується як задовільний (категорія технічного стану II) за умови усунення дефектів. Фізичне зношення не перевищує 40 %. Технічний стан конструкції залізобетонної колони №3 – непридатний до нормальної експлуатації (категорія технічного стану III). Фізичне зношення в межах – 41-60 %. Після усунення дефектів і пошкоджень та підсилення технічний стан може бути кваліфікований як задовільний (категорія технічного стану II).

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. [12-15]

Виконано підсилення конструкції - залізобетонної колон перерізом 300 x 300 мм, яка замонолічена в фундамент, декількома методами: підсилення стрижня залізобетонної колони за допомогою металевих корсетів; підсилення консолі колони за допомогою горизонтальних тяжів; підсилення вузла сполучення фундаменту з колоною; підсилення фундаменту шляхом нарощуванням з розширенням підосви.

Підсилення фундаменту виконано для збільшення несучої здатності у зв'язку з збільшенням навантаження, а також для відновлення фундаментів, які отримали пошкодження. Для розширення підосви 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. Відновлення несучої здатності колони досягається після монтажу сполучних планок і їх з'єднання зварюванням зі стояками. У нижній частині колони передбачена обв'язка з швелера, можливість передачі навантаження корсета на фундамент.

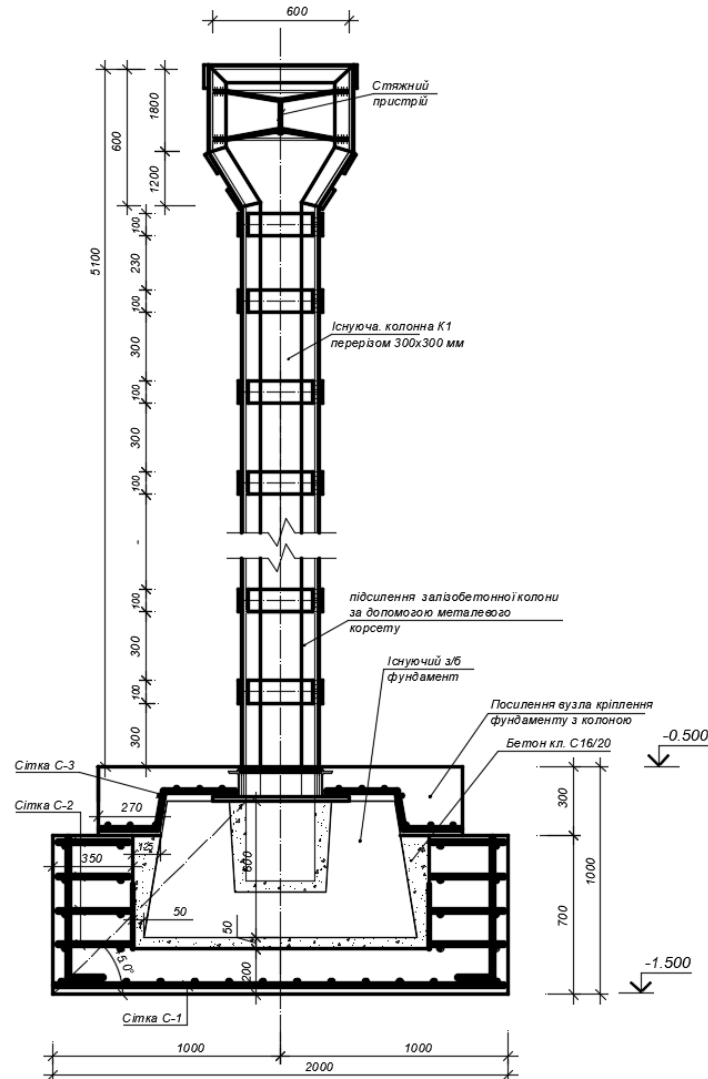
Несуча здатність звичайної металевий обійми достатня. Запас міцності складе

$$\frac{N_{oy} - N}{N} 100\% = \frac{716,3 - 293,9}{293,9} 100\% = 144\%$$

Підсилення верхньої частини колони (консоль) виконано за допомогою горизонтальних тяжів. Стягнуті хомути є корсети, що складаються з кутиків-упорів, які стягуються арматурою гладкого

профілю. Підсилення вузла кріплення фундаменту з колоною виконано в зв'язку з відсутністю надійного замонолічування колони в стаканні фундаменту. На підколонник стаканного типу укладається сталевий лист до якого приварюється швелер. Підготовлений таким способом вузол замонолічується бетоном кл. С20/25.

Схема підсилення представлена на рис. 2.



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

Матеріали для підсилення конструкцій відповідають вимогам ДБН А.3.1-7, ДБН В.2.6-22 і відповідних нормативних документів. Вибір матеріалів виконувався відповідно до чинних нормативних документів.

*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 підшоши.

#### **Список використаних джерел**

1. *Mostafa Osman, Ata El-Kareim Shoeib Soliman* Behavior of confined column under different techniques. *World Academy of Science, Engineering and Technology*.2014. Хелван Университет, Каир, Египет 11331, Хадайек Эль-коба.

URL: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1099456>

2. *M. G. Marques, A. P. A. R. Liserre, R. B. Gomes, G. N. Guimarães* Analysis of the behavior of reinforced concrete columns strengthened with sleeve wedge bolts and a self compacting concrete layer. *Revista IBRACON Estruturas Materiais*. 2015.Vol. 8, №2. P. 88-99. ISSN 1983-4195. URL: <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952015000200003>

3. *Sezen, Halil, Setzler, Eric J.* Reinforcement Slip in Reinforced Concrete Columns. *ACI Structural Journal*;Farmington Hills.2008. Том105. Изд.3 P. 280-289. URL:<https://search.proquest.com/openview/755b82f7f2cf923a8050f576dcc5efbf/1?pq-origsite=gscholar&cbl=36963>

4. *P. Paultre, F. Légeron* Confinement Reinforcement Design for Reinforced Concrete Columns. *Journal of Structural Engineering*.2008. Vol. 134, Issue 5. P. 738-749. URL:

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(2008\)134:5\(738\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(2008)134:5(738))

5. *Pan J. L., Gu J., Chen J. H.* Theoretical modeling of steel reinforced ECC column under eccentric compressive loading. *Science China Technological Sciences*. 2015. Vol.58 (5): P. 889-898.

DOI <https://doi.org/10.1007/s11431-015-5798-z>

6. *Hany Tobbi, Ahmed Sabry Farghaly, Brahim Benmokrane* Concrete Columns Reinforced Longitudinally and Transversally with Glass Fiber-Reinforced Polymer Bars. *Aci Structural Journal*. July 2012. P. 551-558. URL:<https://www.researchgate.net/publication/260389101>

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

8. *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

9. *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

10. 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.

11. 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.

12. ДБН В.3.1-2-2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних 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.

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

14. 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.

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

## **ІННОВАЦІЇ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ДЛЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ХЕРСОНЩИНИ**

**С.М. Романенко, Я.П. Андрієвська**

### **Анотація**

В статті наведено результати візуального та інструментального обстеження конструкцій повторного використання для нового будівництва складу для зберігання сільськогосподарської продукції. Після обстеження прийнято рішення розробки спеціального проекту щодо посилення несучих залізобетонних конструкцій каркасу, для подальших будівельно-монтажних робіт при зведенні будівлі і можливості подальшої експлуатації без будь-яких обмежень. Підсилення залізобетонних колон виконано за допомогою металевої обойми. З досвіду проектування і реконструкції будівель відомо, що обойми є одними з найпростіших і надійних конструктивних рішень підсилення і застосовуються досить часто. У зв'язку з збільшенням навантаження недостатній несучій здатності ґрунтів основи, а також при істотному пошкодженні фундаментів в процесі експлуатації рекомендовано збільшення розмірів підшви фундаментів. При розробці робочого проекту на нове будівництво складу для зберігання сільськогосподарської продукції запропоновано раціональний варіант підсилення в цілому несучої конструкції.

**Ключові слова:** обстеження, залізобетон, посилення, колона, консоль, тяжі, фундамент.



## ИННОВАЦИИ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ХЕРСОНЩИНЫ

С.Н. Романенко, Я.П. Андриевская

### Аннотация

В статье приведены результаты визуального и инструментального обследования конструкций повторного использования для выявления поврежденных, деформированных несущих элементов каркаса требующих усиления. Причинами, вызывающими необходимость усиления железобетонных конструкций повторного использования, в частности колонн, есть, коррозия арматуры, отслоение защитного слоя бетона, трещины, раковины и выбоины, увеличение эксплуатационных нагрузок, появление дефектов и повреждений, вызванных неблагоприятными атмосферными воздействиями. Увеличение размеров подошвы фундаментов выполнено в связи с ростом нагрузок, недостаточной несущей способности грунтов основания, а также при существенном повреждении фундаментов в процессе эксплуатации. Предложено рациональный вариант усиления несущих конструкций при разработке специального проекта на новое строительство склада.

**Ключевые слова:** обследование, железобетон, усиление, колонна, консоль, тязи, фундамент.

## INNOVATIONS OF MODERN CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF KHERSON REGION

S.M. Romanenko, Ya.P. Andreevskaya

### Summary

Recently, new construction of buildings and structures is made of reuse products. Materials and products derived from the dismantling of structures and the dismantling of engineering equipment and reused, including after their restoration or processing, at repair and construction sites, as well as being sold to the public or disposed of as recyclable materials shall be considered as reused raw stuff. The article presents the results of visual and instrumental examination of reuse structures for the new construction of storage for agricultural products. After the survey was made a decision to develop a special project to strengthening the load-bearing reinforced concrete structures of the frame, for the further construction works during the construction of the building and the possibility of the further operations without any restrictions. The object of the study is reinforced concrete two-console reusable columns, which are embedded on the glassful foundation, and the subject of the study are methods of rational reinforcements. Reinforcement of the reinforced concrete columns is made using a metal ferrule. From the experience of designing and reconstructing buildings, it is known that ferrule is the one of the simplest and the most reliable structural reinforcement solutions and is used quite often. Due to the increase in load, insufficient bearing capacity of the foundation soils, as well as significant damage to the foundations during operation, it is recommended to increase the size of the sole of the foundations. When designing a working project for a new construction of a warehouse for storage of agricultural products, was proposed a rational option for strengthening the overall load-bearing structures. The using of materials and products arising from the dismantling of buildings and structures is beneficial to the environment, and will be facilitate the rational use of the enterprise's facilities when performing construction work.

**Keywords:** survey, reinforced concrete, reinforcement, column, console, weights, foundation.