

В.Г. Мирончук, М.В. Якимчук,
Д.М. Люлька, С.О. Володін

**МОНТАЖ
І ТЕХНІЧНИЙ
СЕРВІС
ОБЛАДНАННЯ**

Підручник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**В.Г. Мирончук, М.В. Якимчук,
Д.М. Люлька, С.О. Володін**

МОНТАЖ І ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ОБЛАДНАННЯ

Підручник

Київ НУХТ 2024

УДК 664:62 – 1[9] – 049.1 – 049.3

Рецензенти: **Є.В. Штефан**, д-р техн. наук, проф. («Національний університет КПІ імені Ігоря Сікорського»); **Л.М. Хомічак** д-р техн. наук, проф., член кор. (НААН України); **О.М. Гавва**, д-р техн. наук, проф. («Національний університет харчових технологій»).

Мирончук В.Г., Якимчук М.В., Люлька Д.М., Володін С.О.

Монтаж і технічний сервіс обладнання: Підручник. / – К.: НУХТ, 2024. – 267 с.

ISBN 978-966-612-328-5

Розглянуто основи монтажу і технічного сервісу обладнання харчових виробництв. Наведено приклади розрахунку складових частин монтажних робіт і технічного сервісу обладнання та приклади їх розрахунку. Кожний розділ містить запитання і завдання для самоперевірки.

Для здобувачів закладів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньої програми «Інжиніринг харчових виробництв».

*Затверджено Вченою радою
Національного університету харчових технологій, як підручник для
здобувачів закладу вищої освіти
(протокол №4 від 30 листопада 2023 р.)*

УДК 664:62 – 1[9] – 049.1 – 049.3

© В.Г. Мирончук
М.В. Якимчук
Д.М. Люлька
С.О. Володін, 2024
© НУХТ, 2024

ISBN978-966-612-328-5

ВСТУП

Монтаж і технічний сервіс обладнання харчових виробництв – одна із обов’язкових дисциплін, яка формує високий професійний рівень фахівців для потреб харчової та біотехнологічної промисловості.

Метою навчальної дисципліни є ознайомлення студентів із сучасним передовим досвідом підготовки, організації, матеріально-технічного забезпечення і виконання монтажних-складальних, пусконалагоджувальних, ремонтних робіт, методами технічної діагностики обладнання та сучасними методами якісної й раціональної експлуатації обладнання.

Основними завданнями вивчення дисципліни є опанування основ планування, організації роботи виробництва, ведення нормативно-технічної документації та застосування технічних засобів монтажу, ремонту й технічного обслуговування обладнання; ознайомлення з виконанням монтажних і ремонтних робіт технологічного обладнання, нестандартного обладнання та металоконструкцій; ознайомлення з методами технічної діагностики обладнання та видами спрацювання деталей і вузлів; способами усунення дефектів та відмов; правилами технічної експлуатації обладнання; набуття необхідних знань щодо ведення документації для планування ремонтних робіт; вивчення основних прийомів налагодження та випробування технологічного обладнання; ознайомлення з основами охорони праці під час монтажу, технічного сервісу обладнання.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти повинні:

знати: основи підготовки, організації, матеріально-технічного забезпечення і виконання монтажних робіт технологічного обладнання; методи технічної діагностики; прогресивні методи технічного сервісу технологічного обладнання; види і причини інтенсивного спрацювання деталей; основні способи відновлення і ремонту деталей і вузлів машин та апаратів; технічну документацію ремонту й технічного обслуговування; методи випробування обладнання; захист від корозії та мастильні матеріали; загальні вимоги до безпечного монтажу, ремонту, експлуатації та обслуговування обладнання;

вміти: планувати, організувати монтажні-складальні роботи технологічного обладнання; оцінювати технічний стан обладнання, забезпечувати використання сучасних способів діагностики технічного стану обладнання; давати експлуатаційно-технічну оцінку надійності машин і апаратів; забезпечувати якісне сервісне обслуговування обладнання; оцінювати придатність деталей, вузлів і машини до подальшої експлуатації; підбирати матеріали, інструмент і пристрої для ремонту та монтажу; виконувати дефектування деталей, розробляти технічну документацію та графіки монтажних, ремонтних і пусконалагоджувальних робіт;

мати навички: розрахунку, підбору та розроблення заходів для виконання монтажних робіт, розрахунку фундаментів під обладнання, такелажних пристроїв і механізмів для його переміщення, складання та ведення нормативно-технічної документації на технологічне обладнання з монтажних-складальних, ремонтних, діагностичних, пусконалагоджувальних й експлуатаційних робіт; розміщення обладнання у виробничих приміщеннях; розроблення технологічних

схем розбирання (складання) обладнання; виконання технічної діагностики, випробувань технологічного обладнання; підготовки, пуску, експлуатації та технічного обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв.

Підручник має логічно побудовану структуру відповідно до робочої програми дисципліни «Монтаж та технічний сервіс обладнання харчової та біотехнологічної промисловості».

Кожний розділ підручника містить теоретичний матеріал, методики і приклади розрахунків, а також запитання і завдання для самоперевірки.

Наведені методики й приклади розрахунків можуть бути використані здобувачами освіти під час виконання курсових і кваліфікаційних робіт.

Автори з вдячністю сприймуть зауваження і пропозиції користувачів, які можна надіслати на кафедру «Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування» Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, НУХТ.

Розділ 1. МОНТАЖНІ РОБОТИ

1.1. Загальні положення

Монтаж – встановлення обладнання або його складових частин на місці експлуатації за призначенням.

Монтаж обладнання – комплекс робіт, що передбачає збирання обладнання, його встановлення в робоче положення на передбаченому проектом місці, збирання та з'єднання обладнання в технологічні лінії та установки, випробування в режимі холостого ходу та під навантаженням, а також допоміжні, підготовчі та підгоночні операції, які не були виконані при виготовленні обладнання на підприємстві-виробнику.

Виробничий процес монтажу обладнання – сукупність операцій, в результаті яких вихідні вироби машинобудування перетворюються в змонтований агрегат, промислові лінії або технологічні установки, призначені для виготовлення необхідної продукції або для виконання закінченого технологічного процесу.

Комплекс – декілька виробів не з'єднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями (обладнання, трубопроводи і т.п.), що призначені для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій.

Монтажний блок – комплекс, складові частини якого збирають перед встановленням в проектне положення.

Технологічний процес монтажу – частина виробничого процесу монтажу безпосередньо пов'язана з послідовною зміною та визначенням просторового та якісного стану елементів обладнання, що монтується.

Відповідно до того, що монтаж обладнання складається із підготовчих, власне монтажних робіт, випробування змонтованого обладнання, технологічні процеси монтажу діляться на підготовчі, основні та пусконаладжувальні.

В залежності від складності об'єктів, умов будівельного майданчика та забезпечення матеріально-технічними та людськими ресурсами будівельно-монтажні роботи виконують відкритим, закритим чи комбінованим способом.

Монтажні роботи виконують за спеціально розробленим **проектом організації монтажу**, в якому відображені наступні основні складові:

- календарний план монтажних робіт в цілому, а також монтажу окремих видів обладнання;
- план площадки для монтажних робіт;
- методи виконання монтажних робіт, їх механізація, заходи з охорони праці;
- технологічні схеми процесу монтажу окремих об'єктів та обладнання в планах та розрізах;
- необхідність в підіймально-транспортному обладнанні, пристосуваннях, опорних пристроях та інструментах для механізації монтажних робіт;
- необхідність в робочій силі відповідної кваліфікації;
- забезпечення спеціалізованими та монтажними бригадами;
- схеми суміщення монтажних робіт із будівельними та спеціально-монтажними роботами;
- кошториси на виконання монтажних робіт;

Для кожного проекту організації монтажних робіт розробляють проектно-кошторисну документацію. До складу проектно-кошторисної документації входять: робочі креслення, кошториси, технологічні карти на монтаж складного обладнання, що надходить окремими блоками; деталеровочні креслення на трубопроводи і металоконструкції індивідуального замовлення, паспорти на обладнання, що монтується з комплектувочними відомостями, технологічні карти на виготовлення нестандартного обладнання, інструкції заводів-виробників по монтажу, налагодженню та технічному сервісу обладнання.

На основі проектно-кошторисної документації, одержаній від замовника, монтажна організація, яка буде виконувати монтажні роботи розробляє, узгоджує, та затверджує проект виконання монтажних робіт.

Важливим етапом є розробка проекту організації та здійснення будівельних робіт.

Проект виконання монтажних робіт розробляють відповідно до існуючих Державних стандартів, які регламентують порядок розроблення, перелік документації та її зміст.

Реалізація монтажних робіт може бути здійснена наступними способами: **господарчим, підрядним та субпідрядним.**

При господарчому способі монтажні роботи виконують безпосередньо підприємством, на якому монтують обладнання. Підприємство забезпечує здійснення всіх монтажних робіт робітничим персоналом і необхідним матеріалом. Цей спосіб пов'язаний з підвищенням вартості і терміну виконання монтажних робіт і тому використовується при невеликому їх об'ємі на діючих підприємствах.

При підрядному способі монтажні роботи виконує спеціалізована монтажна організація, яку називають підрядником (генпідрядник). Цей спосіб забезпечує виконання монтажних робіт висококваліфікованими робітниками з використанням необхідних механізмів та спеціальних засобів монтажу.

При субпідрядному способі генпідрядник частину монтажних робіт передає іншій спеціалізованій монтажній організації, яку називають субпідрядником.

Найбільшого поширення в промисловості набули наступні методи монтажу:

- поточно-сумісний метод виконання будівельних і монтажних робіт;
- крупно-блочний метод, при якому завод-виробник поставляє обладнання у вигляді транспортбельних комплектних блоків. Монтаж виконують шляхом встановлення укрупнених блоків. Цей метод ще називають комплектно-блочним.

При монтажу обладнання, що надходить з низькою ступінню заводської готовності, використовують поточно-агрегатний метод монтажу. На діючих підприємствах використовують також метод насування, коли діюче обладнання зупиняють і розбирають лише після того, як завершено складання нового. Причому, нове обладнання монтується заздалегідь і в зібраному вигляді переміщується за допомогою домкратів, поліспастів, електролебідок (ручних лебідок) по накатувальному пристрою на фундамент, чи на місце закріплення на металоконструкції. В цьому випадку, необхідно заздалегідь спроектувати схему проведення нового обладнання по виробничому приміщенню.

При виготовленні монтажних блоків або укрупнених блоків розрізняють вузлове та загальне складання обладнання. Об'єктом вузлового складання є складові частини монтажного блоку в цілому. Елемент, з якого починають складання виробу, називають базовим.

Своєчасна підготовка монтажних робіт та їх вірна організація забезпечують максимальну продуктивність праці, скорочення термінів монтажу обладнання та високу якість монтажних робіт.

Перше ніж розпочати монтажні роботи, необхідно детально вивчити проект організації монтажу. Документацію цього проекту необхідно перевірити з метою виявлення її повноти та достатності для виконання монтажних робіт.

До початку виконання монтажних робіт необхідно здійснити організаційно-технічну підготовку, яка включає:

- організацію складських приміщень, відкритих площадок для зберігання, укрупненого збирання технологічного обладнання, вузлів трубопроводів, металоконструкцій;

- спорудження постійних та тимчасових під'їзних шляхів, що забезпечують надходження обладнання, конструкцій, матеріалів в зону монтажу;

- прокладання зовнішньої мережі для підводу до об'єкту монтажу електроенергії, води, пари, стислого повітря тощо, необхідних для виконання монтажних робіт;

- розроблення графіків виконання монтажних робіт і передачі в монтаж обладнання;

- спорудження необхідних для проведення монтажних робіт тимчасових виробничих та побутових приміщень;

- створення тимчасових майстерень для виготовлення обладнання, що не постачається заводом-виробником (каркаси, трубопроводи, збірники, тощо) для забезпечення ремонту обладнання, монтажних пристроїв, інструментів відповідно до проекту виконання монтажних робіт.

Після цього виконують наступні роботи:

- приймання обладнання та організація його зберігання;

- приймання будівельних робіт, необхідних для здійснення монтажу;

- виконання розміточних робіт;

- розпакування обладнання, його загальний огляд та перевірка комплектності;

- перевірка технічного стану обладнання;

- збирання окремих вузлів обладнання;

- виготовлення пристосувань та оснастки, передбачених проектом виконання монтажних робіт.

До **загальнономонтажних робіт** відносять: такелажні роботи; розміточні роботи; спорудження фундаментів під обладнання; встановлення та закріплення обладнання на фундаментах, металоконструкціях та безпосередньо на чистих підлогах; виготовлення та монтаж технологічних металоконструкцій і нестандартного обладнання.

Всі роботи по підйманню та переміщенню вантажів, що виконують за допомогою механізмів та пристосувань, називають **такелажними**.

Вантажопідіймальне обладнання і пристрої, тягові засоби і засоби перевезення, які призначені для переміщення вантажів, мають загальну назву – такелаж.

Основні такелажні роботи виконують за допомогою монтажних кранів, козлових кранів, трубоукладачів, автонавантажувачів, тощо. До засобів такелажу відносять: черв'ячні, шестеренчасті і ричанні та барабанні лебідки; гідравлічні талпери; клинові, гвинтові, рейкові, гідравлічні, пневматичні домкрати.

До спеціальних такелажних засобів відносять монтажно-щоглові підіймачі, монтажні портали, гідравлічні підіймачі, шеври.

Під час монтажу використовують монтажні поліспасти, блоки і блочні обойми, стропи і канати.

Для визначення місця встановлення обладнання попередньо виконують **розміточні роботи**, які зводяться до нанесення головних і допоміжних монтажних вісей машин, вузлів, обладнання на перекриттях та стінах будівельних споруджень. Ці вісі повинні бути ув'язані з вісями будівлі, які обов'язково нанесені на планах і розрізах монтажного простору та на установочних кресленниках.

Відстань від вісів будівлі до вісів машини чи апарату позначають на кресленниках і називають **прив'язочними розмірами**. За допомогою прив'язочних розмірів фіксують положення обладнання в горизонтальній площині. Положення обладнання в вертикальній площині фіксується **відміткою**.

Для виконання розміточних робіт використовують такі інструменти і засоби: лазерні нівеліри, рулетки, виски, шнури, ватерпаси, різні шаблони, та інше.

Фундаменти під обладнання – це монтажні споруди, які призначені для передачі тиску на ґрунт, що виникає під дією маси машин (обладнання) і сил від роботи цієї машини. Фундамент жорстко з'єднаний з обладнанням і надає обладнанню допоміжну жорсткість і стійкість.

Фундаменти бувають: стрічкові, рамні, суцільні і масивні.

В залежності від матеріалу виготовлення вони можуть бути бетонні, залізобетонні, бутові.

Фундаменти виготовляють на основі кресленників обладнання заводу-виробника. За їх відсутності – за результатами розрахунків і виконаних на їх основі кресленників.

Запитання до самоперевірки

1. Дайте визначення монтажу та його складові.
2. Які складові містить проект організації монтажу?
3. Способи організації монтажних робіт.
4. Що включає організаційно-технічна підготовка до виконання монтажних робіт?
5. Загальнономонтажні роботи. Їх зміст.
6. Найбільш поширені методи монтажу.
7. Такелажні роботи. Їх визначення.
8. Розміточні роботи для визначення місця встановлення обладнання.

1.2. Фундаменти і опори під обладнання

Обладнання монтується на фундаментах та опорних металоконструкціях. Фундамент під обладнання – це монтажна споруда призначена для сприйняття тиску на ґрунт, що виникає під дією ваги обладнання і сил від роботи цього обладнання. Фундаменти класифікують: за конструкцією: стрічкові, стовпчасті, рамні, суцільні, масивні; за матеріалом: бетонні, залізобетонні, бутові та інші; за способом виготовлення: монолітні, збірні та збірно-монолітні.

1.2.1. Підготовчі роботи для спорудження фундаменту

Для своєчасного і якісного спорудження фундаменту необхідно виконати наступні основні роботи:

- розмітка площини під котлован фундаменту;
- розробка ґрунту і підготовка котлована;
- підготовка і зміцнення основи під фундамент;
- виготовлення опалубки для бетонного фундаменту;
- закріплення фундаментних болтів;
- приготування бетону;
- заповнення опалубки бетоном і його ущільнення;
- зняття опалубки;
- оформлення технічної документації.

Перед початком розробки ґрунту необхідно виконати розмітку місця для котлована під фундамент. Фундамент має бути споруджений згідно з монтажними креслениками розташування обладнання (рис. 1.1). За одним із способів розмітки котлована застосовують дві взаємо перпендикулярні вісі у вигляді струн (рис. 1.1 п. 3) між протилежними стінами з дотриманням розмірів і паралельності відносно стін. Потім за допомогою висків (рис. 1.1 п. 5) розмічають площу ($a \times b$) під котлован (рис. 1.1 п. 4).

Котлован (рис. 1.2), який в периметрі повинен бути на 300...400 мм більшим за розміри фундаменту, викопують в ґрунті з відкосом 45° для запобігання зсуву і відшарування ґрунту, що заважає якісному спорудженню опалубки, фундаменту і зняттю опалубки.

Основа дна котлована при необхідності зміцнюється. Розміри і форма котлована залежать від категорії ґрунту (таблиця 1.1.) та глибини його промерзання (таблиця 1.2.)

Таблиця 1.1. Нормативне навантаження категорій ґрунту

Категорія	Назва ґрунту	Вантажонесуча здатність, кПа
1	Скельні, вапняки	500...600
2	Крупно-обломкові, галька, щебінь, піщаники	300...400
3	Піски крупні, мілкі, пилуваті	200...300
4	Супіски, суглинки, глина	100...200

Таблиця 1.2. Глибина промерзання ґрунту в Україні

Регіон	Глибина промерзання ґрунту, м
Східний	1,0...1,2
Західний	1,0
Центральний	1,0
Південний	0,6...1,0
Північний	1,2...1,4

Після завершення підготовки котлована виготовляють і встановлюють опалубку для заповнення бетоном (рис. 1.3). Розміри внутрішньої порожнини опалубки повинні відповідати розмірам фундаменту відповідно до його статичного розрахунку. Опалубку виготовляють з дерев'яних дошок товщиною не менше 30 мм, з металевих листів товщиною до 5 мм, чи листів із пластика. При виготовленні опалубки з дошок, внутрішня поверхня опалубки оббивається рубероїдом для усунення протікання через щілини цементного розчину і полегшення її зняття після застигання бетону.

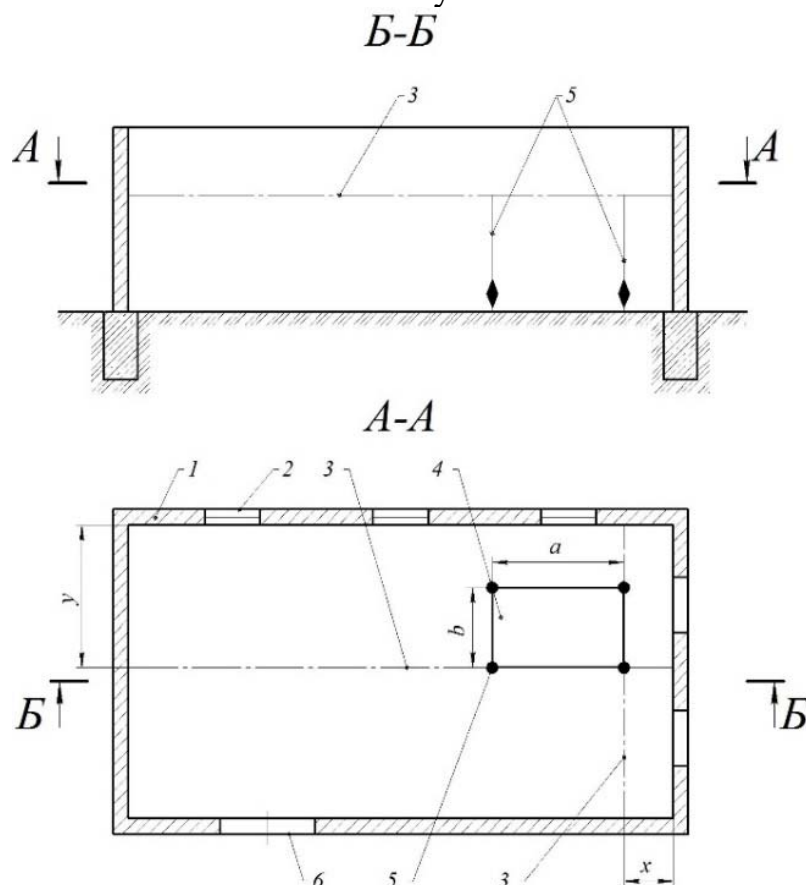


Рис. 1.1. Розмітка котлована під фундамент в середині приміщення:
 1 – стіна; 2 – вікно; 3 – вісь; 4 – площа під котлован; 5 – висок;
 6 – двері

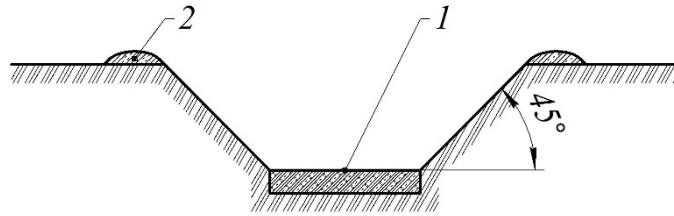


Рис. 1.2. Розробка котлована під фундамент в глинистому ґрунті:
1 – основа; 2 – відвал ущільненого ґрунту;

Після встановлення і надійного закріплення опалубки на її внутрішній стороні по периметру за допомогою нівеліру наносять мітки верхньої площини (дзеркала) фундаменту (рис. 1.3, п.3). Перед заповненням опалубки бетоном необхідно виконати роботи по закріпленню фундаментних болтів одним із способів:

- з використанням шаблону;
- з виготовленням отворів під болти;
- закріплення на арматурній сітці.

При виготовленні опалубки, для закріплення фундаментних болтів необхідно дотримуватись допустимих відхилень в розмірах складових частин фундаменту (таблиця 1.3.).

Таблиця 1.3. Допустимі відхилення розмірів фундаменту

Показник	Значення відхилень, мм
Розміри в плані	±30
Висота наземної частини	-30
Міжосьові розміри фундаментних болтів	±5
Центри отворів під фундаментні болти	±10

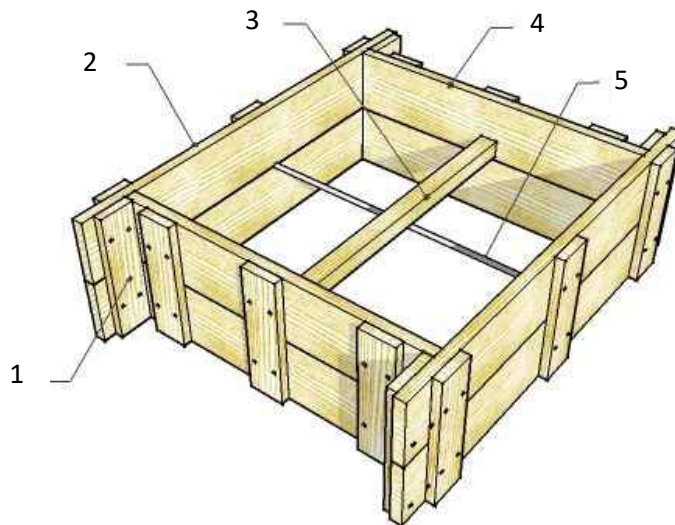


Рис. 1.3. Опалубка:
1 – упорна планка; 2 – щит; 3 – розпірка; 4 – закладний щит; 5 – стяжка

Приготований за однією з рецептур (таблиця 1.4.) і добре вимішаний бетон заповнюють в опалубку шарами, трамбують або ущільнюють за допомогою глибинного вібратора (рис. 1.4).

Таблиця 1.4. Складники бетону

Рецептура бетону	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Частка піску	4	4	4	3	3	4	4	4
Частка цементу марки М400	1	1	1	1	1	2	2	2
Частка води	2	2	2,5	3	3,5	3,5	4	4
Частка щебеню	1	2	2,5	3	3,5	4	5	6
Питома вага бетону, кН/м ³	12	14	16	18	20	22	24	27

Опалубку знімають після того, як бетон набере 50 % своєї міцності. Це залежить від температури зовнішнього середовища. При середньодобовій температурі: 1 °С – 15 діб; 5 °С – 10 діб; 10 °С – 7 діб; 15 °С – 5 діб; 20 °С – 4 доби; 25 °С – 3 доби; 30 °С і більше – 2 доби. Протягом перших 7...10 діб необхідно підтримувати вологий режим при твердінні бетону, накриваючи фундамент зволженим матеріалом для захисту від швидкої втрати вологи, що може призвести до утворення тріщин і руйнування фундаменту.

В даний час для прискорення чи сповільнення схвачування бетону використовують спеціальні добавки. Крім того застосовують: морозостійкі, зменшуючі вологопроникненість, підвищуючі рухливість, підвищуючі міцність, зменшуючі витрати цементу, підвищуючі стійкість до утворення тріщин та інші добавки і пластифікатори.

Після зняття опалубки і набуття фундаментом необхідної міцності виконують гідроізоляційні роботи та засипають котлован відповідним ґрунтом.

Послідовність виконання основних робіт при розробці котлована під фундамент. Для спорудження котлована під фундамент необхідно визначити розміри його основи (a – довжина основи котлована, b – ширина основи котлована) в залежності від розмірів підоснови фундаменту (a' – довжина підоснови фундаменту, b' – ширина підоснови фундаменту).

Приймаючи до уваги, що припуск на кожену сторону основи котлована складає Δ м, розмір основи котлована під визначений фундамент буде: $a = (a' + \Delta)$ м;
 $b = (b' + \Delta)$ м.

Для підвищення міцності і зменшення водопроникаючої здатності ґрунту застосовують наступні способи зміцнення основи під фундамент:

Цементация – це нагнітання ін'єктором (рис. 1.5) в шар ґрунту водного розчину цементу не нижче марки М300 в пропорції 1:10...1:4, в залежності від водопоглинаючої здатності ґрунту. Цементацию здійснюють шляхом виконання до 10 проколів на 1 м² основи. Застосовують для закріплення середніх і крупнозернистих пісків. Після затвердіння розчину утворюється бетон, який збільшує міцність і зменшує водопроникність ґрунту.

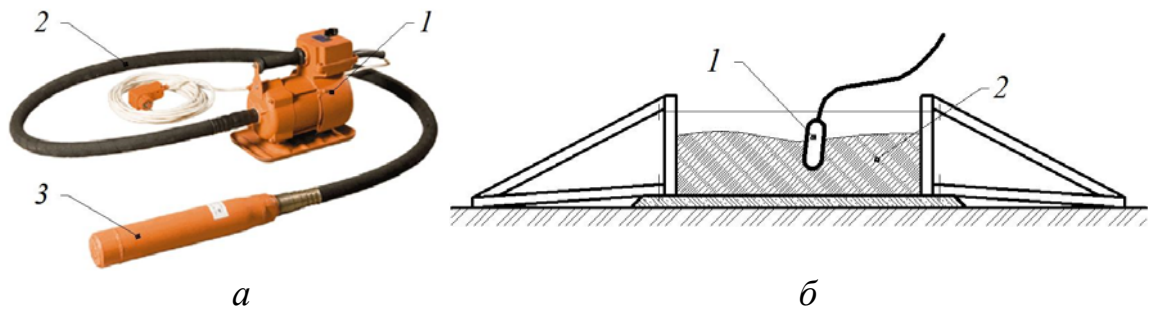


Рис. 1.4. Ущільнення бетонної суміші глибоким вібратором:
 а – глибокий вібратор: 1 – двигун; 2 – гнучкий вал; 3 – металева груша;
 б – схема ущільнення бетонної суміші: 1 – металева груша глибокого вібратора; 2 – ущільнена бетонна суміш

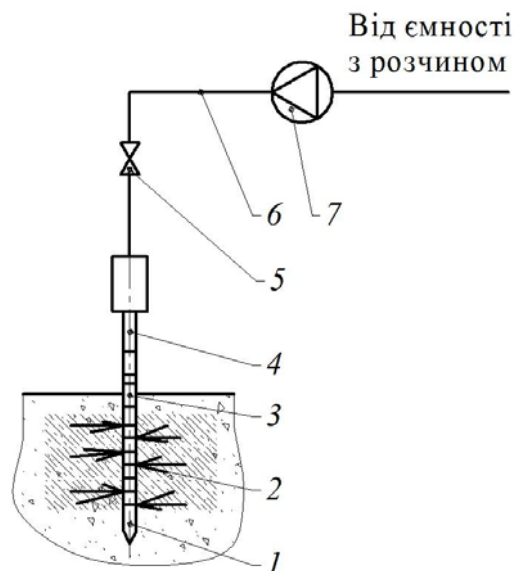


Рис. 1.5. Схема нагнітання ін'єктором:
 1 – наконечник; 2 – перфорована ланка; 3 – нарощувальні муфти; 4 – глухі ланки; 5 – вентиль; 6 – гнучкий шланг; 7 – насос

Силікатизація – це спосіб закріплення дрібнодисперсних пісків і пливунів. Він заснований на введенні в ґрунт розчину гелеутворюючої речовини із двох чи трьох компонентів. Застосовують наступні рецептури цих розчинів: силікатно-фосфорокисла, силікатна-алюмосірчанокисла, силікатно-фторосірчанокисла, алюмо-силікатна. Внаслідок цього підвищується міцність і водонепроникність ґрунту.

Смолізація – це послідовне нагнітання ін'єктором в шар ґрунту високомолекулярних органічних сполук типу карбомідних, фенол-формальдегідних та інших синтетичних смол в суміші із затверджувачем (кислотами, кислими солями). В результаті взаємодії смоли з затверджувачем відбувається тристадійний процес полімеризації смоли: втрата первинної в'язкості розчину і його згущення, перехід розчину в желеподібний стан, кінцеве

затвердіння. Внаслідок цього ґрунт набуває високу міцність і низьку водопроникну здатність.

Бітумізація – це нагнітання ін’єктором в шар ґрунту розплавленого бітуму або холодної бітумної емульсії. Застосовується для перешкоджання фільтрації ґрунтових вод до фундаменту.

Приклад.

Розробити заходи для спорудження котловану під стовбчастий фундамент, подошва якого має розміри $a'=1,4$ м, $b'=1,1$ м. Котлован буде розташований в приміщенні з опаленням. Ґрунт – супіски з вологістю 50 % та глибиною промерзання 1,4 м. Висота наземної частини фундаменту 200 мм.

Таблиця 1.5. Вихідні дані для розрахунку

Показник	Значення
Найменування ґрунту	Супіски
Глибина промерзання, $h_{п}$, м	1,4 м
Вологість ґрунту, %	50
Висота надземної частини фундаменту, h_1 , м	0,2 м
Тип приміщення	З опаленням
Розмір подошви фундаменту $a \times b$, м \times м	1,4 \times 1,1
Питома вага бетону, γ , кН/м ³	18

Роз’язок

1. Розмітка площини під котлован фундаменту.

Враховуючи, що припуск на кожну сторрону основи котлована складає $\Delta = 0,1$ м (відповідно існуючим нормативам) розмір основи котлована під визначений розмір фундаменту буде:

$$a = (1,4 + 0,1) = 1,5 \text{ м}; \quad b = (1,1 + 0,1) = 1,2 \text{ м},$$

2. Розробка ґрунту і підготовка котлована.

Оскільки глибина промерзання ґрунту 1,4 м, а приміщення, де буде встановлено обладнання опалюється, то висота підземної частини фундаменту і глибина котлована складає 50 % від $h_{п} = 1,4$ м

$$h_2 = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ м}.$$

3. Підготовка і зміцнення основи.

Ґрунт в якому споруджується фундамент – супіски з вологістю 50 %, тому для зміцнення основи будемо використовувати силікатизацію.

4. Виготовлення і підготовка опалубки до заповненням бетоном.

Розміри внутрішньої порожнини опалубки повинні відповідати розмірам фундаменту. Наземна частина фундаменту $h_1 = 0,2$ м. Тоді загальна висота фундаменту

$$H = h_1 + h_2 = 0,7 + 0,2 = 0,9 \text{ м}.$$

Висота опалубки $H_{оп}$ має бути вищою за висоту фундаменту в межах 10%:

$$H_{оп} = H + 0,1H = 0,99 \approx 1,00 \text{ м}.$$

5. Підготовка замісу бетону.

Вибираємо рецептуру №4 з питомою вагою бетону $\gamma = 18$ кН/м³:

частка піску – 3; частка цементу марки М400 – 1; частка води – 3; частка щебеню – 3.

Таблиця 1.6. Результати розрахунку

Показник	Значення
Висота підземної частини фундаменту, h_2 , м	0,7
Висота фундаменту, H , м	0,9
Глибина котлована, h_2 , м	0,7
Розміри котлована $a \times b$, м	1,5 \times 1,2
Висота опалубки $H_{оп}$, м	1
Спосіб зміцнення основи	силікатизація
Рецептура бетону	№4

Виконуємо кресленик опалубки в котловані, (рис 1.6).

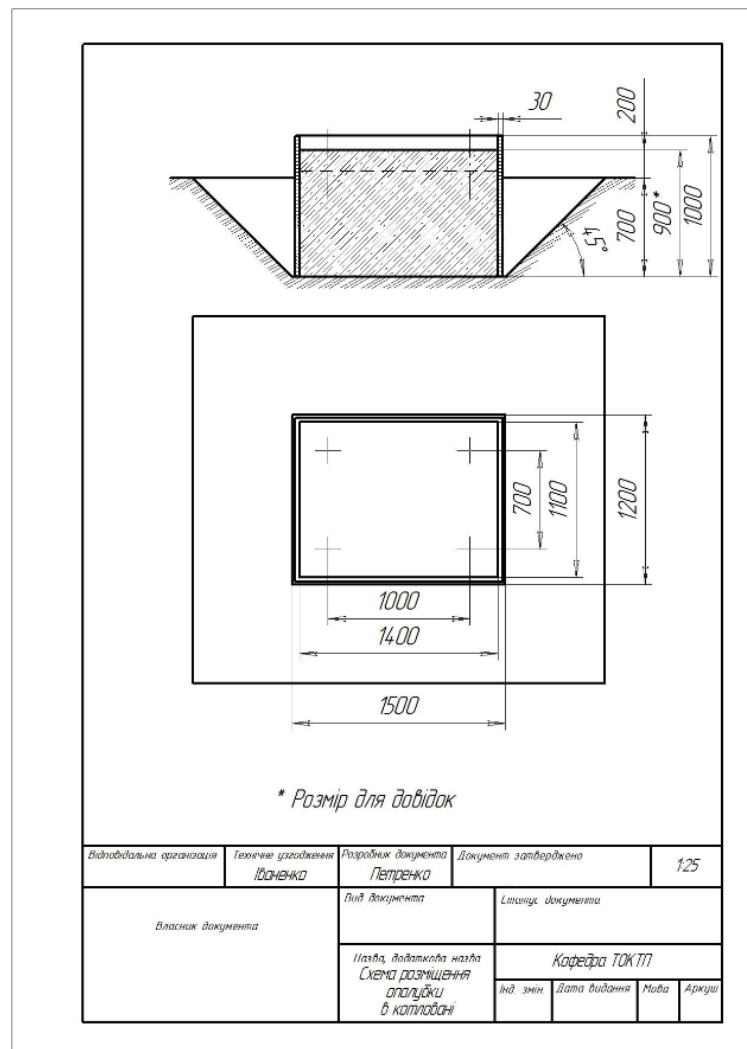


Рис. 1.6. Кресленик розміщення опалубки в котловані

Висновок: Розроблено заходи для спорудження котловану для фундаменту під обладнання. Розраховані глибина та розміри котлована.

Обґрунтовано спосіб зміцнення основи під фундамент. Визначено розміри опалубки, вибрана рецептура бетону.

Запитання для самоперевірки.

1. Мета зміцнення основи під фундамент.
2. Перерахуйте основні підготовчі роботи для спорудження фундаменту.
3. Якими основними способами закріплюють фундаментні болти?
4. Чому необхідно ущільнювати бетон при заповненні опалубки?
5. Які складові частини входять до рецептури бетону?
6. Які фактори впливають на якість бетону і міцність фундаменту?
7. Які способи застосовують для підвищення міцності, зменшення водопроникаючої здатності ґрунту при спорудженні фундаментів?

1.3. Фундаменти

Фундамент – це штучна споруда (рис. 1.7), яка призначена для сприйняття статичних і динамічних навантажень від обладнання.

Розрізняють статичний і динамічний розрахунки фундаменту.

Мета статичного розрахунку – знайти питоме навантаження P на ґрунт від фундаменту і закріпленого на ньому працюючого обладнання, порівняти його з нормативним питомим навантаженням P_n , відповідним для даної категорії ґрунту. Фундамент з розрахованими розмірами може бути прийнятим до спорудження, якщо витримується умова $P \leq P_n$.

Розрахунок суцільного фундаменту.

Фундамент споруджується в ґрунті будь-якої категорії за умови попередньої підготовки основи під нього. Основа фундаменту (рис. 1.7 п.б) – це шар ґрунту, на який опирається підшва фундаменту.

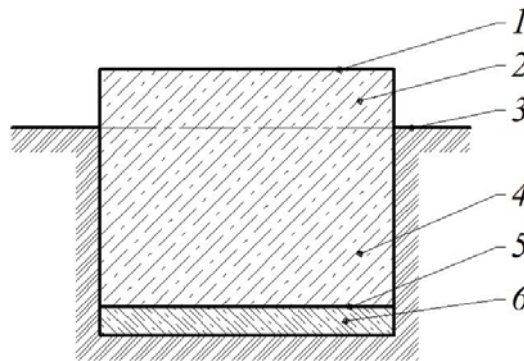


Рис. 1.7. Основні складові фундаменту: 1 – дзеркало фундаменту; 2 – надземна частина; 3 – поверхня ґрунту; 4 – підземна частина; 5 – підшва фундаменту; 6 – основа фундаменту

При статичному розрахунку фундаменту визначають питоме навантаження на ґрунт P за формулою:

$$P = \frac{G_m + G_\phi}{\alpha S} \leq P_n \quad (1.1)$$

де G_m – вага обладнання (знаходять за паспортом), кН; G_ϕ – вага фундаменту,

кН; α – коефіцієнт динамічності, $\alpha = 0.3 \div 1$; S – площа підшви фундаменту, м^2 ; P_n – нормативне питома навантаження (таб. 1.1), яке може витримати дана категорія ґрунту, кПа.

Площу підшви фундаменту визначають за формулою:

$$S = (a + 2\Delta)(b + 2\Delta), \text{ м}^2 \quad (1.2)$$

де a, b – розміри між отворами в станині (рис. 1.8) під фундаментні болти, м; Δ – припуск на кожну сторону фундаменту, $\Delta = 0,1 \div 0,2$ м.

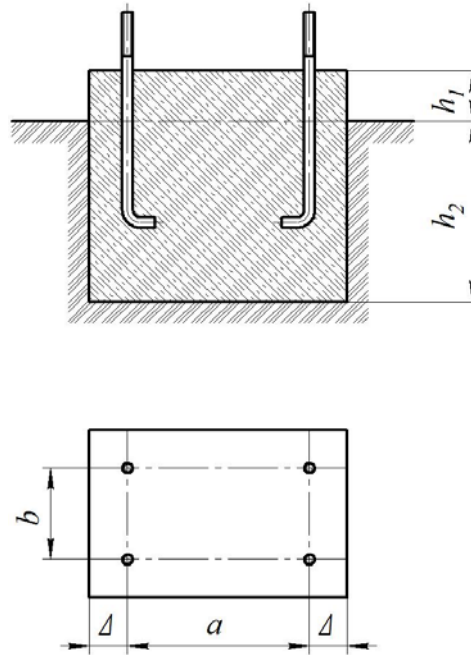


Рис. 1.8. Схема припусків на сторони фундаменту

Вагу фундаменту обчислюють за формулою:

$$G_\phi = V \gamma, \text{ кН} \quad (1.3)$$

де, V – об'єм фундаменту, м^3 ; γ – питома вага бетону (беруть у межах $12 \dots 27$ $\text{кН}/\text{м}^3$).

Об'єм фундаменту знаходять як добуток висоти фундаменту та його площі

$$V = H S, \text{ м}^3 \quad (1.4)$$

де H – висота фундаменту, м; S – площа підшви фундаменту, м^2

Висоту фундаменту обчислюють за формулою:

$$H = h_1 + h_2, \text{ м} \quad (1.5)$$

де h_1 – висота наземної частини фундаменту (рис. 1.7; 1.8), в залежності від зручності обслуговування та умов експлуатації обладнання $h_1 = 0,1 \dots 0,2 h_2$, м; h_2 – висота підземної частини фундаменту, яка залежить від типу приміщення і глибини промерзання ґрунту h_n , м.

Якщо фундамент розміщено в приміщенні з опаленням, то висота підземної частини фундаменту h_2 буде становити 50 % від глибини промерзання h_n , $h_2 = 0,5 h_n$. Якщо фундамент розміщено в приміщенні без опалення, то висота підземної частини буде становити 70 % від глибини промерзання $h_2 = 0,7 h_n$.

Розраховане за формулою (1.1) питома навантаження P порівнюють з

нормативним P_n . Якщо витримується умова $P \leq P_n$, ґрунт даної категорії витримає розраховане навантаження від фундаменту за прийнятими розмірами та від працюючого обладнання і не дасть наднормативного просідання. В іншому випадку необхідно переглянути розміри фундаменту в сторону збільшення площі його опори на ґрунт.

Приклад.

Розрахувати і спроектувати суцільний фундамент під обладнання вагою G_m кН, яке буде встановлено в східному регіоні (категорія ґрунту 3) в приміщенні з опаленням з розмірами між отворами в станині $a \times b = 2,0 \times 1,5$ м. Питома вага бетону $\gamma = 12$ кН/м³.

Таблиця 1.7. Вихідні дані для розрахунку

Показник	Значення
Маса обладнання, m , кг	8500
Розміри між отворами в станині $a \times b$, м	2,0×1,5
Питома вага бетону, γ , кН/м ³	12
Нормативне навантаження ґрунту, P_n , кН/м ²	200
Тип приміщення	3 опаленням
Глибина промерзання ґрунту, h_p , м	1,0
Коефіцієнт динамічності	0,5
Припуск на одну сторону фундаменту, Δ , мм	100

Вага обладнання визначається за відомою формулою:

$$G_m = m g, \text{ Н}$$

де $m=8500$ кг – маса обладнання за паспортом, $g=9,81$ м/с² – прискорення вільного падіння.

Тоді $G_m = 8500 \cdot 9.81 = 83.4$ кН

Визначаємо площу подошви фундаменту за формулою (1.2), враховуючи розміри між отворами в станині під фундаментні болти $a=2,0$ м, $b=1,5$ м та прийнявши припуск на кожну сторону фундаменту $\Delta=100$ мм=0,1м:

$$S = (a + 2\Delta)(b + 2\Delta) = (0.22 + 2 \cdot 0.1)(1.5 + 2 \cdot 0.1) = 3.36 \text{ м}^2$$

Загальна висота фундаменту H складається з висоти наземної h_1 та підземної висоти h_2 частини. Покладемо $h_1 = 0,1$ м. Оскільки глибина промерзання ґрунту в центральних регіонах за таблицею 1.2 складає 1,0 м, а приміщення де встановлюється обладнання опалюється, то висота підземної частини складає 50 % від 1,0 м.

Тобто $h_2 = 0,5 \cdot 1,0 = 0,5$ м.

Тоді загальна висота фундаменту за (1.5) буде

$$H = h_1 + h_2 = 0,1 + 0,5 = 0,6 \text{ м.}$$

Об'єм фундаменту знаходимо як добуток висоти фундаменту та його площі за формулою (1.4)

$$V = H S = 0,6 \cdot 3.36 = 2,016 \text{ м}^3.$$

Враховуючи, що питома вага бетону $\gamma = 12$ кН/м³, вагу фундаменту

обчислюють за формулою (1.3)

$$G_{\phi}=V \gamma=2,016 \cdot 12 = 24,19 \text{ кН.}$$

Питоме навантаження P на ґрунт від фундаменту і закріпленого на ньому працюючого обладнання знаходять за формулою (1.1). Попередньо задамо коефіцієнт динамічності $\alpha = 0,5$. Враховуючи вагу обладнання $G_m = 83,4$ кН

$$P = \frac{G_m + G_{\phi}}{\alpha \cdot S} = \frac{83,4 + 24,19}{0,5 \cdot 3,36} = 64,04 \text{ кПа.}$$

Порівнюємо розраховане питоме навантаження за формулою (1.1) з нормативним для ґрунтів категорії 3 (таблиця 1.1):

$$P=64,04 \text{ кПа} < P_n=200 \text{ кПа}$$

Таблиця 1.8. Результати розрахунку

Показник	Значення
Питоме навантаження на ґрунт від фундаменту, P , кПа	64,04
Вага обладнання, G_m , кН	83,4
Вага фундаменту, G_{ϕ} , кН	24,19
Об'єм фундаменту, V , м ³	2,016
Площа подошви фундаменту, S , м ²	3,36
Висота фундаменту, H , м	0,6
Висота надземної частини фундаменту, h_1 , м	0,1
Висота підземної частини фундаменту, h_2 , м	0,5

За результатами розрахунку виконуємо кресленик фундаменту, рис.1.9.

Висновок: Дана категорія ґрунту витримає навантаження від фундаменту і закріпленого на ньому працюючого обладнання, оскільки розраховане питоме навантаження на ґрунт менше нормативного. Отже, спроектований фундамент може бути прийнятим до спорудження.

Розрахунок стовпчастого фундаменту.

Одним із різновидів опори під обладнання є стовпчасті фундаменти, які значно дешевші за стрічкові і плитові фундаменти.

Метою статичного розрахунку стовпчастого фундаменту є знаходження питомого навантаження P на ґрунт від стовпця фундаменту та змонтованою на ньому обладнанням.

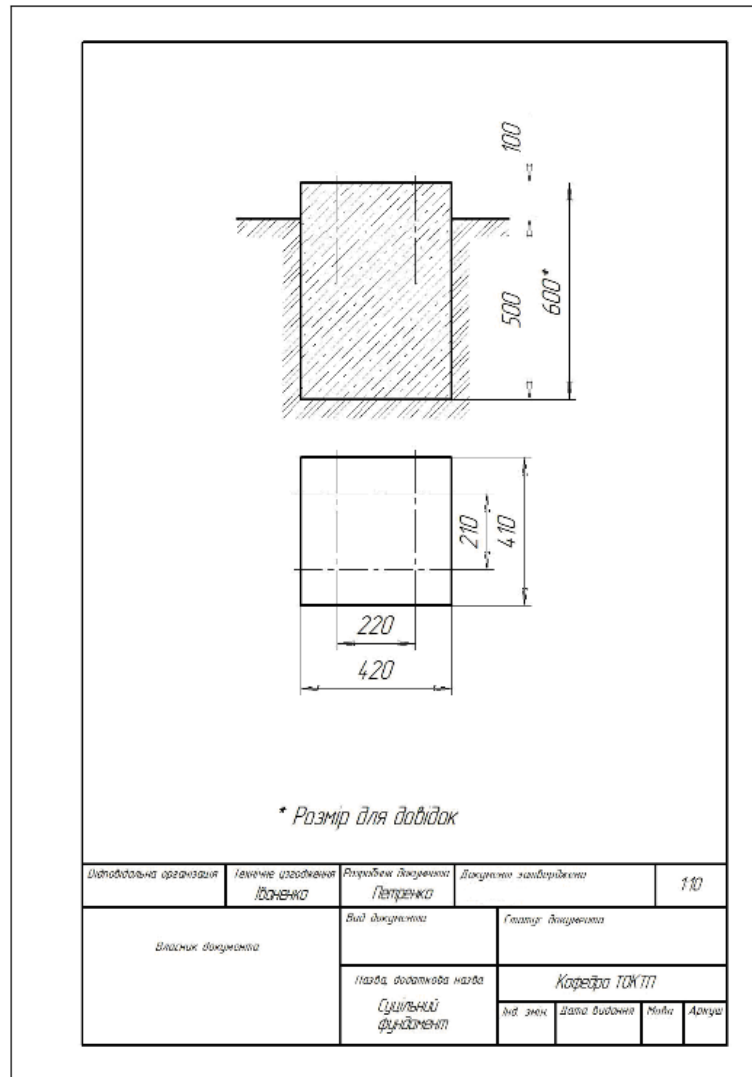


Рис.1.9. Кресленик суцільного фундаменту

Стовпець з прийнятими розмірами може бути спорудженим, якщо буде виконана умова $P \leq P_n$. Розрахунок виконують для одного стовпця, інші приймають за розмірами розрахованого, при цьому вважають, що загальна вага обладнання рівномірно розподілена на всі стовпці фундаменту, на які воно опирається.

Статичний розрахунок для стовпця фундаменту виконують за формулою визначення питомого навантаження на ґрунт:

$$P = \frac{G_m + G_\phi}{\alpha S_p} < P_n, \text{ кПа} \quad (1.6)$$

де P – питоме навантаження від стовпця фундаменту на ґрунт, кПа; G_m – вага обладнання, яка припадає на один стовпець, кН; G_ϕ – вага одного стовпця фундаменту, кН; α – коефіцієнт динамічності, $\alpha = 0,3 \div 1$; S_p – розрахункова площа стовпця, збільшена на 10%, м²; P_n – нормативне навантаження (таблиця 1.1), яке може витримати дана категорія ґрунту, кПа.

Розрахункова вага обладнання, яка припадає на один стовпець:

$$G_m = \frac{G_{m3}}{n}, \text{ кН} \quad (1.7)$$

де G_{m3} – загальна вага обладнання (визначається за паспортом), кН; n – кількість

опорних стовпців (рис.1.10).

Площу підшови стовпця фундаменту квадратного перерізу визначають за формулою:

$$S = (a + 2\Delta)^2, \text{ м}^2 \quad (1.8)$$

де a – діаметр або розмір однієї опори, м; Δ – припуск на кожному із сторін фундаменту, беруть в межах 0,1...0,2 м.

Вага прийнятого стовпця фундаменту:

$$G_{\phi} = V\gamma, \quad \text{кН} \quad (1.9)$$

де V – об’єм стовпця фундаменту, м³; γ – питома вага бетону, беруть в межах 12...27, кН/м³.

Об’єм стовпця фундаменту знаходять як добуток висоти фундаменту та його площу:

$$V = H S, \text{ м}^3 \quad (1.10)$$

де H – висота стовпця фундаменту, м; S – площа підшови стовпця фундаменту, м².

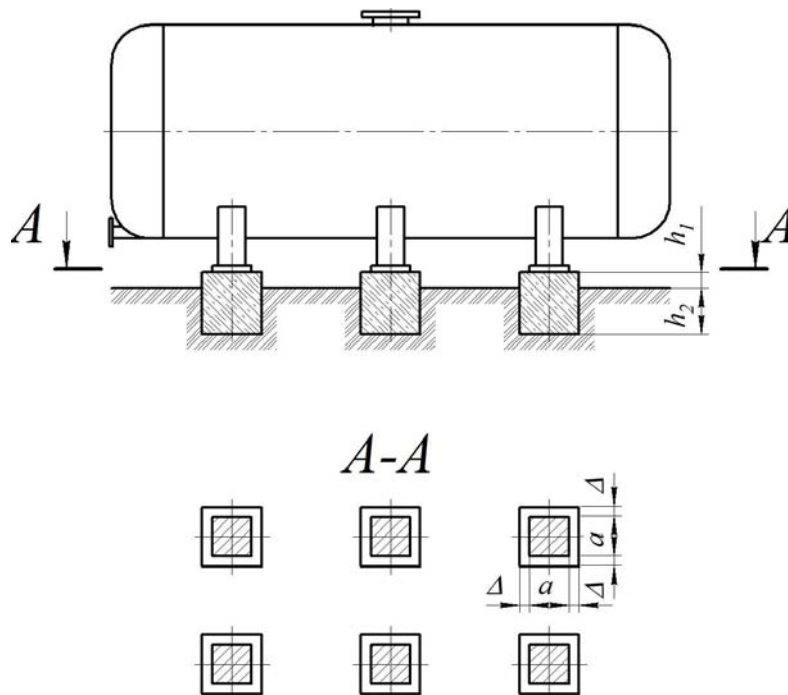


Рис. 1.10. Стовпчастий фундамент під резервуар

Висоту стовпця фундаменту визначають за формулою:

$$H = h_1 + h_2, \text{ м} \quad (1.11)$$

де h_1 – висота наземної частини фундаменту (приймають в межах 0,1...0,5 в залежності від умов експлуатації обладнання), м; h_2 – висота підземної частини фундаменту (залежить від типу приміщення і глибини промерзання ґрунту $h_{\text{п}}$), м.

Якщо приміщення з опаленням, то висота підземної частини фундаменту становить 50% від глибини промерзання $h_2 = 0,5 h_{\text{п}}$ (таблиця 1.2), а якщо

приміщення без опалення, то висота підземної частини становить 70 % від глибини промерзання ґрунту $h_2 = 0,7 h_n$.

Розрахункову площу опори стовпця фундаменту S' знаходять із формули (1.6):

$$P_n = \frac{G_m + G_\phi}{\alpha \cdot S'}$$

Звідки:

$$S' = \frac{G_m + G_\phi}{\alpha \cdot P_n}, \text{ м}^2 \quad (1.12)$$

Після цього порівнюють конструктивно прийнятну S і розрахункову площу опори стовпця S' . Якщо $S=S'$ або $S>S'$ то знайдені дані в формулах (1.7...1.9) підставляються в формулу (1.6) і на цьому розрахунок завершено. А у випадку, коли $S<S'$, то необхідно розрахунок продовжити, прийнявши нові розміри стовпця з розширеною опорною частиною (рис. 1.11).

Розрахункову площу опори стовпця збільшують в нижній частині по висоті 150 мм на 10 %:

$$S'' = S' + 0,1 \cdot S' , \text{ м}^2 \quad (1.13)$$

де S'' – збільшена на 10% розрахункова площа стовпця фундаменту, м^2 .

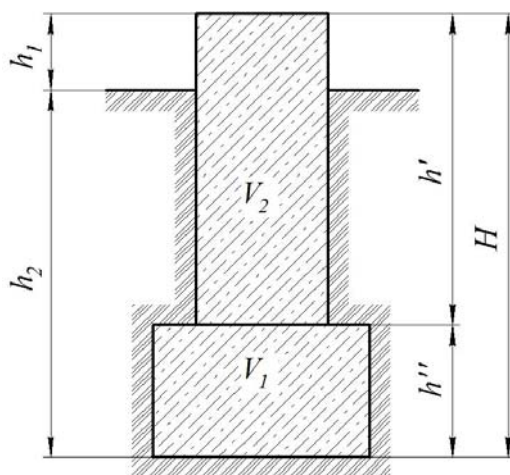


Рис. 1.11. Форма стовпця фундаменту з розширеною опорною частиною

Об'єм нового стовпця фундаменту буде складатися з об'ємів обох частин – нижньої розширеної і верхньої:

$$V_n = V_1 + V_2 , \text{ м}^3 \quad (1.14)$$

де V_1 – об'єм нижньої частини зі збільшеною опорною площею стовпця, м^3 ; V_2 – об'єм верхньої частини стовпця, м^3 .

Враховуючи, що висота нижньої розширеної опорної частини стовпця h'' складає 150 мм = 0,15 м, об'єм нижньої частини стовпця буде

$$V_1 = 0,15 S'' , \text{ м}^3 \quad (1.15)$$

а об'єм верхньої частини стовпця визначають за рівнянням

$$V_2 = S' \cdot h' , \text{ м}^3 \quad (1.16)$$

де $h' = H - 0,15$ – висота верхньої частини стовпця, м.

Тоді вага стовпця з розширеною опорною частиною буде складати:

$$G'_\phi = V_n \cdot \gamma, \text{ кН} \quad (1.17)$$

де V_n – об'єм нового стовпця, м^3 ; γ – питома вага бетону, $\gamma = 12 \dots 27$, $\text{кН}/\text{м}^3$.

Отримані за наведеними формулами результати підставляють в формулу (1.6) для розрахунку питомого навантаження P . Його порівнюють з нормативним навантаженням P_n для заданої категорії ґрунту. Якщо виконується умова $P \leq P_n$, то ґрунт даної категорії витримає навантаження від фундаменту з прийнятими розмірами та змонтованого на ньому обладнання і не дасть наднормативного просідання. В іншому випадку, необхідно збільшити розміри опорної частини стовпчастого фундаменту, або збільшити кількість опорних стовпців.

Приклад.

Розрахувати і спроектувати стовпчастий фундамент під обладнання вагою $G_m = 200$ кН, яке розміщене на чотирьох опорах квадратного перерізу $0,5 \times 0,5$ м та буде встановлене в приміщенні без опалення в західному регіоні країни. Нормативне навантаження на ґрунт в цьому регіоні (таблиця 1.1) $P_n = 150$ $\text{кН}/\text{м}^2$. Питома вага бетону $\gamma = 18$ $\text{кН}/\text{м}^3$.

Таблиця 1.9. Вихідні дані для розрахунку

Показник	Значення
Вага обладнання, G_m , кН	200
Розмір сторін фундаменту квадратного перерізу, $a \times a$, м	0,5×0,5
Кількість опорних стовпців, n , шт	4
Питома вага бетону, γ , $\text{кН}/\text{м}^3$	18
Нормативне навантаження на ґрунт, P_n , $\text{кН}/\text{м}^2$ (кПа)	150
Тип приміщення	без опалення
Висота надземної частини фундаменту, h_1 , м	0,1
Глибина промерзання ґрунту, h_n , м	1,0
Коефіцієнт динамічності, α	0,6
Припуск на одну сторону фундаменту, Δ , м	0,12

За умов завдання визначаємо площу підошви одного стовпця фундаменту за формулою (1.8), враховуючи, що розміри сторін опори квадратного перерізу $a = 0,5$ м та припуск $\Delta = 0,06$ м:

$$S = (a + 2\Delta)^2 = (0,5 + 2 \cdot 0,12)^2 = 0,524 \text{ м}^2$$

Загальна висота фундаменту H складається з висоти наземної h_1 та підземної висоти h_2 частини. Відповідно до завдання $h_1 = 0,1$ м. Оскільки глибина промерзання ґрунту в західних регіонах за таблицею 1.2 складає 1,0 м, а приміщення де встановлюють обладнання не опалюється, то висота підземної частини складає 70 % від 1,0 м. Тобто:

$$h_2 = 0,7 \cdot 1,0 = 0,7 \text{ м.}$$

Тоді загальна висота фундаменту за (2.6) буде:

$$H = h_1 + h_2 = 0,1 + 0,7 = 0,8 \text{ м.}$$

Об'єм фундаменту обчислюють як добуток висоти фундаменту та його площі за формулою (1.10):

$$V = H \cdot S = 0.8 \cdot 0.524 = 0.42 \text{ м}^3$$

Враховуючи, що питома вага бетону $\gamma = 18 \text{ кН/м}^3$, вагу фундаменту обчислюють за формулою (1.3):

$$G_{\text{ф}} = V \cdot \gamma = 0.42 \cdot 18 = 7.56 \text{ кН}$$

Зважаючи на те, що кількість опорних стовпців $n = 4$, то вага обладнання, що припадає на один стовпець буде:

$$G_1 = \frac{G_{\text{м}}}{n} = \frac{200}{4} = 50 \text{ кН}$$

За формулою (1.6) розраховуємо навантаження на ґрунт від одного стовпця з урахуванням ваги обладнання:

$$P = \frac{G_{\text{м}} + G_{\text{ф}}}{\alpha \cdot S} = \frac{50 + 7.56}{0.6 \cdot 0.524} = 183.31 \text{ кПа.}$$

Отже, розрахункове навантаження на ґрунт значно перевищує нормативне, $P = 183.31 \text{ кПа} > P_{\text{н}} = 150 \text{ кПа}$.

З метою виконання умови $P \leq P_{\text{н}}$, визначаємо необхідну площу опори стовпця фундаменту за формулою (1.12):

$$S' = \frac{G_1 + G_{\text{ф}}}{\alpha \cdot P_{\text{н}}} = \frac{50 + 7.56}{0.6 \cdot 150} = 0.64 \text{ м}^2$$

Оскільки $S' = 0.64 \text{ м}^2 > S = 0.542 \text{ м}^2$, то необхідно прийняти форму стовпця з розширеною опорною частиною висотою не 150 мм. Площу опори розширеної частини стовпця збільшуємо на 10 % і розраховуємо за формулою (2.8):

$$S'' = S' + 0.1S' = 0.64 + 0.1 \cdot 0.64 = 0.704 \text{ м}^2$$

При цьому, довжина сторін розширеної частини стовпця фундаменту буде:

$$b = \sqrt{S''} = \sqrt{0.704} = 0.839 \text{ м}$$

Остаточний об'єм нового стовпця $V_{\text{н}}$ буде складатися з двох частин – нижньої розширеної V_1 і верхньої V_2 .

Відповідно, висота стовпця буде складатись з нижньої $h'' = 0.15 \text{ м}$ і верхньої $h' = H - h'' = 0.8 - 0.15 = 0.65 \text{ м}$.

Тоді:

$$V_1 = 0.15 \cdot S'' = 0.15 \cdot 0.704 = 0.106 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = h' \cdot S' = 0.65 \cdot 0.64 = 0.416 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{н}} = V_1 + V_2 = 0.106 + 0.416 = 0.522 \text{ м}^3.$$

Остаточна вага нового стовпця фундаменту:

$$G'_{\text{ф}} = V_{\text{н}} \cdot \gamma = 0.522 \cdot 18 = 9.396 \text{ кН}$$

Нове питоме навантаження P' на ґрунт від фундаменту і закріпленого на ньому обладнання знаходимо за формулою (2.1):

$$P' = \frac{G_1 + G'_{\text{ф}}}{\alpha \cdot S''} = \frac{50 + 9.396}{0.6 \cdot 0.704} = 140.75 \text{ кПа}$$

Порівнюємо розраховане питоме навантаження з нормативним

$$P' = 140.75 \text{ кПа} < P_{\text{н}} = 150 \text{ кПа}$$

Отже, умова $P' \leq P_{\text{н}}$ виконується.

Таблиця 1.10. Результати розрахунку

Показник	Значення
Питоме навантаження на ґрунт від стовпця фундаменту, P' , кПа	140,75
Вага стовпця фундаменту, $G'_ф$, кН	9,396
Об'єм фундаменту $V_н$, м ³	0,522
Об'єм стовпця збільшеної опорної поверхні, V_1 , м ³	0,106
Об'єм верхньої частини стовпця, V_2 , м ³	0,416
Площа перерізу верхньої частини стовпця S , м ²	0,64
Площа підшви розширеної частини стовпця S'' , м ²	0,704
Висота фундаменту, H , м	0,8
Висота надземної частини фундаменту, h_1 , м	0,1
Висота підземної частини фундаменту, h_2 , м	0,7
Довжина бічної сторони підземної частини фундаменту $в$, м	0,839

За результатами розрахунку виконуємо кресленик стовпця фундаменту рис.1.12.

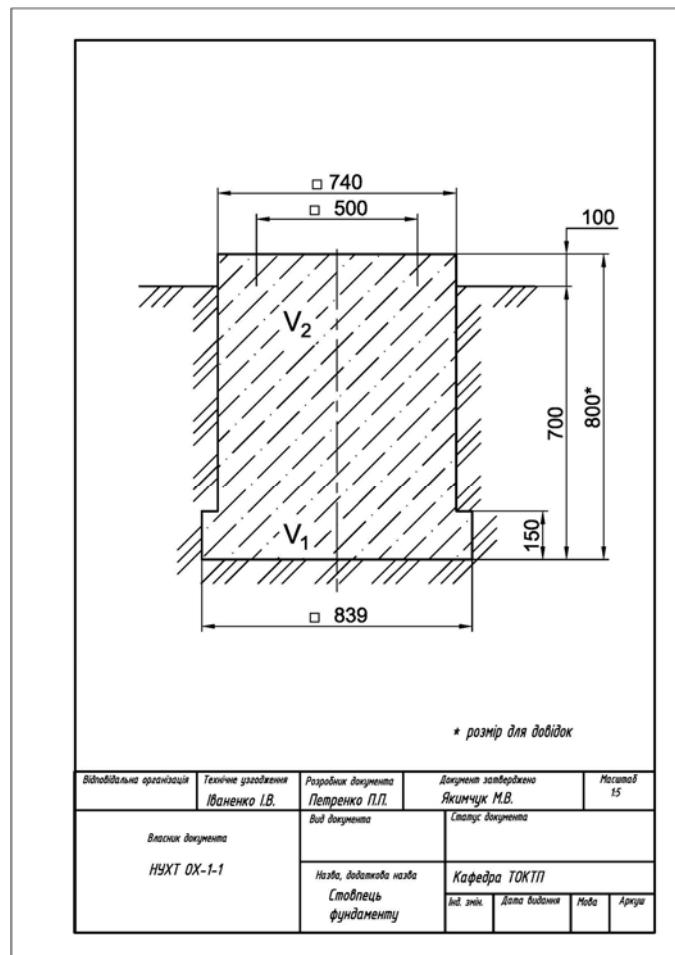


Рис. 1.12. Кресленик стовпчастого фундаменту.

Висновок: Спроектований фундамент з розширеною опорною частиною може бути прийнятим до спорудження, оскільки витримується умова $P' \leq P_н$.

Запитання для самоперевірки

1. Класифікація фундаментів.
2. Призначення фундаментів під технологічне обладнання.
3. Вплив глибини промерзання ґрунту, типу приміщення на висоту фундаменту.
4. Послідовність спорудження фундаменту.
5. Призначення статичного розрахунку фундаменту для його спорудження.
6. Визначення питомого навантаження на ґрунт від фундаменту.
7. Основні складові частини суцільного фундаменту.
8. В яких випадках використовують стовпчасті фундаменти для закріплення обладнання?
9. Від чого залежить величина нормативного навантаження фундаменту на ґрунт?
10. Яка послідовність спорудження стовпчастого фундаменту?
11. В яких випадках здійснюється перерахунок питомого навантаження фундаменту на ґрунт?
12. Які функції виконує стовчастий фундамент?
13. Як впливає коефіцієнт динамічності на питоме навантаження на ґрунт від фундаменту і змонтованого на ньому обладнання?

Зміст

Вступ	3
Розділ 1 Монтажні роботи	5
1.1. Загальні положення	5
1.2. Фундаменти і опори під обладнання	10
1.3. Фундаменти	18
1.4. Опори обладнання	30
1.5. Металоконструкції колон для монтажу обладнання	36
1.6. Такелажні роботи	42
1.7. Розрахунок і визначення технічного стану канатів	55
1.8. Встановлення і закріплення обладнання	66
1.9. Інноваційна трубопровідна арматура	67
1.10. Монтаж трубопровідної арматури	76
<i>Запитання і завдання для самоперевірки</i>	79
Розділ 2 Технічний сервіс обладнання	81
2.1. Загальні відомості про технічний сервіс обладнання	81
2.2. Технічна діагностика	86
2.3. Ультрозвукова дефектоскопія	88
2.4. Парк запасних частин	102
2.5. Пошкодження і відмови в роботі обладнання	105
2.6. Надійність обладнання	106
2.7. Дефекти і спрацювання деталей обладнання	112
2.8. Корозія металу	121
2.9. Мастила і змащування поверхонь тертя	130
2.10. Основні вимоги з охорони праці під час технічного сервісу обладнання	142
<i>Запитання і завдання для самоперевірки</i>	144
Розділ 3. Технологія ремонту і відновлення обладнання	146
3.1. Виробничий процес ремонту обладнання	146
3.2. Підготовка до ремонту обладнання	147
3.3. Способи ремонту і відновлення деталей та сполучень	151
3.4. Відновлення роботоздатності обладнання з використанням ремонтних виробів	155
3.5. Відновлення деталей електродуговим зварюванням і наплавленням	157
3.6. Відновлення деталей газовим зварюванням і наплавленням	169
3.7. Зварювання деталей з чавуну, міді та алюмінієвих сплавів	174
3.8. Ремонт деталей паянням	178
3.9. Відновлення деталей пластичним деформуванням	179
3.10. Ремонт деталей полімерними матеріалами	181
3.11. Механічне оброблення деталей під час ремонту	182
3.12. Основи проектування технологічних процесів ремонту	183
<i>Запитання і завдання для самоперевірки</i>	185

Розділ 4	Ремонт та відновлення деталей загального призначення	186
4.1.	Ремонт нарізних з'єднань	186
4.2.	Ремонт шліцьових з'єднань	187
4.3.	Ремонт шпонкових з'єднань	188
4.4.	Ремонт валів	189
4.5.	Ремонт муфт	190
4.6.	Вальниці кочення, їх маркування	193
4.7.	Вальниці ковзання	200
	<i>Запитання і завдання для самоперевірки</i>	204
Розділ 5	Складання обладнання	205
5.1.	Загальні принципи складання обладнання	205
5.2.	Основні положення про розмірні ланцюги	206
5.3.	Методи складання обладнання	209
5.4.	Складання вузлів загального призначення	212
5.5.	Структурна схема технології складання обладнання	222
5.6.	Випробовування обладнання	231
	<i>Запитання і завдання для самоперевірки</i>	232
Розділ 6.	Монтаж і технічний сервіс мехатронних модулів	233
6.1.	Загальні відомості про функціонально- мехатронні модулі в обладнанні харчових виробництв	233
6.2.	Особливості монтажу елементів функціонально- мехатронних модулів	234
6.3.	Технічний сервіс пневмоциліндрів	239
6.4.	Серводвигуни	239
	<i>Запитання і завдання для самоперевірки</i>	247
Додатки		248
Список літератури		263

ISBN 966-612-328-2



9 789666 123285