

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Методичні вказівки
до виконання практичного заняття

«Визначення технічного стану основ та фундаментів»

з курсу «Експертиза та обстеження у сфері промислового
будівництва та цивільного захисту»
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»
освітня програма «Охорона праці» усіх форм навчання

Харків
НТУ «ХПІ»
2023

Методичні вказівки до виконання практичного заняття «Визначення технічного стану основ та фундаментів» з курсу «Експертиза та обстеження у сфері промислового будівництва та цивільного захисту» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітня програма «Охорона праці» усіх форм навчання/ уклад: О.М. Древаль. – Харків : НТУ «ХП», 2023. – 15 с.

Укладач О.М. Древаль

Рецензент

Кафедра безпеки праці та навколишнього середовища

ВСТУП

Роль фундаментів в самому існуванні споруди трудно переоцінити. Саме на них передається навантаження від усіх будівельних елементів і конструкцій споруди, обладнання, людей, вантажів, меблів, снігу та інше.

У той же час всі навантаження від споруди передаються через фундаменти на основу.

Головною характеристикою основи є її несуча здатність, тобто спроможність витримувати тиск збудованої на ній споруди без істотних деформацій впродовж певного часу. Несуча здатність, в свою чергу, залежить від несучої спроможності ґрунтів, що її складають.

Взагалі, під деформацією розуміють зміну розмірів і форми твердого тіла під дією зовнішніх сил (навантажень) або якихось інших впливів (наприклад, температури, води та ін.). Низькі температури можуть привести до замерзання води у порах ґрунту і подальшого його спучування, а зволоження ґрунту погіршує його несучу спроможність, що веде до зменшення несучої здатності основи.

Погіршення технічного стану основ і фундаментів, частково, можливо відстежувати за зовнішнім виглядом споруди (поява та розвиток тріщин на стінах, відшарування штукатурки, руйнування цегли та ін.) тобто за допомогою візуального обстеження.

Мета даних методичних вказівок є ознайомлення студентів з термінами та визначеннями щодо основ і фундаментів будівель (споруд), надання студентам знань про технічні стани окремих будівельних конструкцій та об'єктів в цілому, набуття практичних навичок щодо виявлення категорії технічного стану, підготовка інформації для наступного визначення заходів забезпечення безпеки та експлуатаційної здатності

фундаментів.

1. Загальні відомості

1.1. Основні терміни та визначення

Вплив на основу – явища чи процеси природні і (чи) техногенні, що викликають зміни властивостей ґрунтів і напружено-деформованого стану основи.

Ґрунт – скельна чи дисперсна гірська порода чи насип до початку будівельних робіт.

Ґрунтова основа будівлі (споруди) – масив ґрунту в ґрунтовому середовищі, на якій розповсюджуються напруження від навантажень, що передаються фундаментами через контактні поверхні.

Деформації фундаментів за властивостями ґрунтів основи:

а) **осідання** – вертикальні переміщення контактної поверхні фундаментів, викликані деформаціями ґрунтів основи під впливом зовнішніх навантажень і, в окремих випадках, власної ваги ґрунтів, що не супроводжуються корінною зміною його структури:

– *консолідаційні осідання або осідання ущільнення* – деформації, що відбуваються в результаті ущільнення ґрунту під навантаженням;

– *осідання повзучості ґрунту* – тривалі вертикальні переміщення контактної поверхні, що повільно протікають у повністю чи частково водонасичених глинистих ґрунтах і обумовлені деформаціями повзучості (в'язкої течії) їх скелету;

б) **просідання** – вертикальні переміщення контактної поверхні фундаментів за рахунок деформацій основи, що відбуваються в результаті ущільнення і, як правило корінної зміни структури ґрунту під впливом як зовнішніх навантажень і власної ваги ґрунту, так і додаткових чинників (замочування просідаючого ґрунту, відтавання льодових прошарків у замерзлому ґрунті тощо);

в) **підняття і осідання** – вертикальні переміщення контактної поверхні фундаментів за рахунок деформацій основи, зв'язаної зі зміною об'єму деяких ґрунтів при зміні їх вологості чи впливі хімічних речовин (набрякання, усадка), а також при замерзанні води чи відтаванні льоду в порах ґрунту (морозне здимання і відтавання ґрунту);

г) **осідання земної поверхні** – вертикальні переміщення поверхні (контактної з фундаментом чи земної) за рахунок деформацій ґрунтів, що виникають внаслідок процесів, не пов'язаних з навантаженнями від фундаментів будівель – видобуток корисних копалин, зміни гідрогеологічних умов, карсто-суфозійних процесів тощо;

д) *горизонтальні переміщення* – деформація контактної поверхні фундаментів, зв'язані з дією горизонтальних навантажень на основу (фундаменти розпірних систем, підпірні стіни тощо);

е) *горизонтальні переміщення земної поверхні* – горизонтальні переміщення поверхні (контактної з фундаментами чи земної) за рахунок деформації ґрунтів, що виникають внаслідок процесів, не пов'язаних з навантаженнями від фундаментів будівель – значні вертикальні переміщення земної поверхні при осіданнях, просіданнях ґрунтів від власної ваги, видобутку корисних копалин тощо;

ж) *провали* – вертикальні зрушення земної поверхні порушенням цілісності структури ґрунтів, що утворюються внаслідок обвалення товщі над карстовими порожнинами чи гірничими виробками при крутому падінні пластів.

Фундамент – частина будівлі чи споруди, переважна підземна, яка сприймає навантаження від споруди і передає їх на основу, складену ґрунтами (природну чи штучну).

Фундаменти малоzagлиблені, мілкоgo закладання – передають навантаження на ґрунт переважно через подошву фундаменту.

До *малоzagлиблених* слід відносити фундаменти, подошва яких розташовується в межах глибини промерзання ґрунтів.

До *мілкоgo закладання* слід відносити фундаменти будівель із підпіллям, цокольним чи підвальним поверхами.

Фундаменти zagлиблені – передають навантаження на ґрунт через подошву і бічну поверхню фундаменту, враховується тиск ґрунту на бічну поверхню zagлибленої (стінової) частини споруди.

До zagлиблених слід відносити фундаменти будівель та споруд з одним або декількома підземними поверхами.

Фундаменти глибоко закладання – передають навантаження на ґрунт просторової основи за допомогою тертя чи зчеплення по всіх поверхнях контакту конструкції фундаменту з основою (вертикальні, похилі поверхні і подошва).

До глибокого закладання слід відносити фундаменти, які прорізають шари ґрунтів з особливими властивостями і передають навантаження на інженерно-геологічні елементи ґрунтової основи, які забезпечать вимоги до несучої здатності і деформативності фундаменту і об'єкта в цілому.

1.2. Категорія технічного стану будівельних конструкцій та об'єктів

1.2.1. Рівень придатності технічного стану окремих конструкцій та об'єктів в цілому для надійного й безпечного використання за призначенням визначають через ступінь їх відповідності нормативним вимогам з експлуатаційної придатності (механічний опір та стійкість, інші аспекти, визначені технічним завданням на обстеження).

Обстеженням об'єкта встановлюють фактичні фізико-механічні характеристики несучих та огорожувальних конструкцій – зусилля в елементах та перерізах, дефекти та пошкодження, які знижують несучу здатність та довговічність або перешкоджають нормальній реалізації захисних функцій (забезпечення герметичності, тепло-, звуко-, гідроізоляції тощо).

Співвідношення фактичних експлуатаційних характеристик з проектними та нормативними вимогами характеризують ступінь придатності конструкцій, який оцінюється показником *«категорія технічного стану»*.

1.2.2. Технічний стан *окремої будівельної конструкції* характеризують однією з чотирьох категорій:

- а) «1» – нормальний;
- б) «2» – задовільний;
- в) «3» – непридатний до нормальної експлуатації;
- г) «4» – аварійний.

• технічний стан конструкції **нормальний** – категорія технічного стану «1»: *фактичні зусилля в елементах та перерізах конструкції не перевищують допустимих за розрахунком, відсутні дефекти та пошкодження, які знижують несучу здатність та довговічність або перешкоджають нормальній експлуатації.*

• технічний стан конструкції **задовільний** – категорія технічного стану «2»: *за експлуатаційними якостями конструкція відповідає категорії технічного стану «1», але мають часткові відхилення від вимог проекту, дефекти або пошкодження, які можуть знизити довговічність конструкції, що в конкретних умовах експлуатації не обмежує використання об'єкта за призначенням.*

• технічний стан конструкції **непридатний до нормальної експлуатації** – категорія технічного стану «3»: *конструкції не відповідає категоріям технічного стану «1» та «2» щодо несучої здатності або нормальної реалізації захисних функцій, але аналіз дефектів і пошкоджень з перевірними розрахунками виявляє можливість забезпечення її цілісності до проведення ремонту, підсилення або заміни.*

Необхідно виконати ремонт, підсилення або заміну конструкції, а до завершення цих заходів використовувати об'єкт за програмою обмеженого режиму експлуатації, розробленою з урахуванням поточного технічного стану, контролюючи стан конструкції, навантаження і впливи.

- технічний стан конструкції **аварійний** - категорія технічного стану «4»: *аналіз дефектів і пошкоджень з перевірними розрахунками показує неможливість гарантувати цілісність конструкції до проведення її ремонту, підсилення або заміни (особливо, якщо можливий «крихкий» характер руйнування), або остаточно втрачена можливість нормальної реалізації захисних функцій конструкції.*

Необхідно негайно виключити знаходження людей в зоні можливого обвалення та/або вжити заходів, які унеможливають таке обвалення до проведення ремонту, підсилення або заміни конструкції або ліквідації об'єкта.

1.2.3. Технічний стан **об'єкта в цілому** оцінюють в залежності від технічного стану несучих та огорожувальних конструкцій шляхом віднесення його до однієї з чотирьох категорій технічного стану:

- а) «1» - нормальний;
- б) «2» - задовільний;
- в) «3» - непридатний до нормальної експлуатації;
- г) «4» - аварійний.

- об'єкт відноситься до категорії технічного стану «1» – **нормальний**, за умови, що всі його конструкції віднесено до категорії технічного стану «1».

- об'єкт відноситься до категорії технічного стану «2» – **задовільний**, за умови, що в ньому є конструкції з технічним станом категорії «2» і конструкції категорії відповідальності А або Б з технічним станом категорії «3» або «4».

Допускається наявність окремих конструкцій категорії відповідальності В з технічним станом категорії «3» (або інші незначні порушення) за умови, що це не обмежує використання об'єкта за визначеним призначенням.

- об'єкт відноситься до категорії технічного стану «3» – **непридатний до нормальної експлуатації**, за умови, що в ньому є конструкції категорії відповідальності А або Б з технічним станом категорії «3» і відсутні конструкції цих категорій відповідальності з технічним станом категорії «4».

Допускається наявність окремих конструкцій категорії відповідальності В з технічним станом категорії «4» за умови відсутності небезпеки від них для життя і здоров'я людей, майна та довкілля.

До завершення заходів із відновленням експлуатаційної придатності (або до виведення із експлуатації) об'єкт має використовуватись за обмеженим режимом експлуатації, регламентованим спеціально розробленою програмою.

- об'єкт відноситься до категорії технічного стану «4» – *аварійний*, за умови, що в ньому є конструкції категорії відповідальності А або Б з технічним станом категорії «4».

Експлуатація об'єкта має бути зупинена до відновлення його експлуатаційної придатності або ліквідації.

1.2.4. Залежно від наслідків, які можуть бути викликані відмовою, розрізняють три категорії відповідальності конструкцій та їх елементів:

- **А** – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до повної непридатності до експлуатації будівлі (споруди) в цілому або значної її частини;
- **Б** – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до ускладнення нормальної експлуатації будівлі (споруди) або до відмови інших конструкцій, які не належать до категорії А;
- **В** – конструкції та елементи, відмова яких не призводять до порушення функціонування інших конструкцій або їх елементів.

Категорії відповідальності встановлюються проектувальником і мають бути наведені у проектній документації. Рекомендації щодо визначення цих категорій, як правило, мають бути наведені у нормах проектування будівель або споруд певного виду.

1.3. Визначення технічного стану основ та фундаментів.

1.3.1. Технічний стан основ та фундаментів визначають за результатами обстежень.

1.3.2. Найбільш характерними факторами, що характеризують стан основ та фундаментів є:

- а) наявність тріщин і деформацій від нерівномірних осідань фундаментів у надземних частинах об'єктів;

- б) наявність передумов для нерівномірних деформацій основ (нерівномірна стисливість ґрунтів основи, нерівномірні навантаження фундаментів, перевантаження фундаментів, осідання, усадка, набухання ґрунтів основи, осідання земної поверхні, зсуви, обвали, опливи);

- в) зношення, пошкодження та руйнування конструкцій фундаментів (тріщини у тілі підколінника чи плити фундаменту, оголення арматури, корозія руйнування або втрата міцності матеріалу фундаментів).

1.3.3. Обстеження основ і фундаментів починають з **візуального огляду** стін, конструкцій об'єкта і фундаментів, їх вузлів з метою виявлення тріщин осадкового характеру, пошкоджень і деформацій.

1.3.4. За результатами візуального обстеження, виходячи із ступеню пошкодження і характерних ознак дефектів, здійснюють попередню оцінку технічного стану фундаментів.

1.3.5. Основними критеріями позитивної оцінки технічного стану фундаментів при візуальному обстеженні є:

а) відсутність або не перевищення граничних значень нерівномірного осідання;

б) збереженість тіла фундаментів;

в) надійність антикорозійного захисту, гідроізоляції та їх відповідність умовам експлуатації.

1.3.6. Ознаками непридатного до нормальної експлуатації або аварійного стану основи є руйнування конструктивних елементів у вигляді тріщин, сколів, зсуву, перекосу стін, колон, балок, плит, перекриття та ін., що призводить до небезпеки перебування людей у районі пошкоджених конструкцій, або порушення технологічного процесу, викликані нерівномірними деформаціями основ в результаті прояву одного або декількох таких факторів:

а) осідання поверхні території внаслідок замочування ґрунтів, наявності карстових порожнин або шарів дуже стисливих ґрунтів, техногенних дій ;

б) нерівномірність осадки основ у зв'язку з їх неоднорідністю, локальним замочуванням, нерівномірним навантаженням тощо;

в) зсувні процеси на схилах, які прилягають до об'єктів, що обстежуються;

г) порушення рівноваги основ (випирання ґрунту, зсув фундаменту);

д) суфозія (вимивання) частинок ґрунту з-під подошви фундаменті;

е) здимання (набухання) ґрунтів.

Ознаками непридатного до нормальної експлуатації або аварійного стану фундаментів є нерівномірність їх деформації (осідання, крен, зсув, прогин, вигин, крутіння) або знос конструкцій фундаментів (тріщини в тілі фундаменту, руйнування або втрата міцності матеріалу, оголення арматури, корозія тощо), що викликають втрату міцності чи стійкості несучих конструкцій об'єкта або порушення технологічного процесу.

1.3.7. Якщо за результатами **візуального обстеження** виявлено фактори (ознаки), характерні для непридатного до нормальної експлуатації або аварійного стану основ та/або фундаментів, призначають їх основні

(детальні) та спеціальні обстеження.

1.3.8. За результатом обстеження основ та фундаментів, складають науково-технічний звіт, в якому встановлюють відповідну категорію стану обстежених елементів.

2. Зміст і порядок проведення заняття

1. Студенти об'єднуються в групи по 2-3 чоловіка або працюють індивідуально.

2. Викладач знайомить студентів із практичним заняттям, а також видає варіант розрахункового завдання за карткою завдань (Додаток 2).

3. Далі студенти працюють за такою схемою:

– вивчення теоретичного матеріалу;

– визначення категорії технічного стану фундаментів та орієнтованих причин виникнення дефектів і пошкоджень у фундаментних конструкціях мілкового закладання згідно з п.1.3 та Додатком 1 (таблиці Д1. 1 і Д1. 2).

– оформлення та захист звіту, відповіді на контрольні запитання.

Під час заняття викладач надає консультативну допомогу, контролює знання студентів шляхом усного опитування, виставляє в кінці заняття оцінку роботи студентів.

3. Зміст звіту

1. Назва та мета заняття.

2. Основні теоретичні положення щодо теми практичного заняття.

3. Порядок визначення категорії технічного стану фундаментів.

4. Висновки за роботою.

Контрольні питання

1. Що розуміють під впливом на основу?

2. Що таке ґрунт?

3. Що таке ґрунтова основа будівлі (споруди)?

4. Види деформації фундаментів за властивостями ґрунтів основи.

5. Що називають фундаментом?

6. Види фундаментів. У чому відмінність?

7. Що оцінюється показником «категорія технічного стану»?

8. Види категорій технічного стану окремої будівельної конструкції та ознаки цих категорій.

9. Необхідні заходи забезпечення безпеки та експлуатаційної

придатності при досягненні конструкцією категорії технічного стану: «2», «3», «4».

10. Види категорій технічного стану об'єкта в цілому та ознаки цих категорій.

11. Необхідні заходи забезпечення безпеки та експлуатаційної придатності при досягненні об'єкта категорії технічного стану: «2», «3», «4».

12. Види категорій відповідальності конструкцій та їх елементів та ознаки цих категорій.

13. Найбільш характерні фактори, що характеризують стан основ та фундаментів.

14. Ознаки непридатного до нормальної експлуатації або аварійного стану основи.

Додаток 1

Таблиця Д 1.1 – Класифікаційні ознаки стану основ та фундаментів

Категорія технічного стану	Дефекти та пошкодження
«1»	Дрібні тріщини у цоколі; фізико-геологічні процеси і явища, які негативно впливають на умови експлуатації об'єкта, відсутні.
«2»	Окремі глибокі тріщини у цоколі і стінах; викривлення горизонтальних ліній цоколя; місцеві вибоїни, відколи, порушення штукатурного шару цоколя; деформації, що порушують нормальну експлуатацію об'єкта, відсутні; місцеві деформації поверхні ґрунтів, вимощення; осідання (просідання), показники яких не перевищують встановлені проектом і нормами значення.
«3»	Наскрізні тріщини у цоколі з поширенням на висоту об'єкта, викривлення і значне осідання окремих ділянок із стабілізацією деформацій; деформації, які порушують нормальну експлуатацію об'єкта; проявлення різкої втрати стійкості ґрунтів; осідання (просідання) показники яких перевищують встановлені проектом і нормами значення.

«4»	Прогресуючі наскрізні тріщини на висоту об'єкта; руйнування цоколя, перекося прорізів; аварійні значення зсуву плит та балок; руйнування конструктивних елементів, що визначають стійкість об'єкта; деформації аварійного характеру; прогресуючі деформації ґрунтової основи.
-----	--

Таблиця Д 1.2 – Орієнтовані причини виникнення дефектів і пошкоджень у фундаментних конструкціях мілкового закладання

Вид дефектів і пошкоджень	Можливі причини появи
Розшарування кладки фундаменту	Відсутність перев'язки кам'яної кладки. Втрата міцності розчину кладки (довготривала експлуатація, систематичне замочування, вплив агресивного середовища тощо). Перевантаження фундаменту (надбудова будівлі, заміна несучих конструкцій тощо).
Руйнування бічних поверхонь фундаменту	Вплив агресивного середовища на фундамент (витік до основи хімічних розчинів, підняття рівня ґрунтових вод тощо).
Розрив фундаменту по висоті	Морозне пучення при неправильному улаштуванню фундаменту (використання для засипки пазух ґрунту, що змерзається, підтоплення при піднятті рівня ґрунтових вод, замочування тощо).
Тріщини у плитній частині фундаменту	Перевантаження фундаменту (надбудова об'єкта, заміна несучих будівельних конструкцій або технологічного обладнання тощо). Недостатня площа перерізу робочої арматури.
Неприпустимі деформації основи фундаменту	Недостатня площа опирання підшви фундаменту. Аварійне замочування ґрунтів основи. Додаткове навантаження над фундаментних конструкцій. Наявність у основі ґрунтів, що дуже стискаються
Деформація фундаментної стіни будівлі	Втрата міцності цегляної кладки фундаментної стіни. Додаткове завантаження поверхні основи у безпосередній близькості від об'єкта. Морозне пучення ґрунту при неправильній експлуатації підвального приміщення.

Додаток 2
Картка завдань

№ варіанта	Конструкція фундаменту	Результати візуального обстеження основи та фундаментів будівлі
1	Фундаменти стовпчасті залізобетонні	Наскрізні тріщини в цоколі, поширення тріщин на всю висоту будівлі; викривлення та значне осідання окремих ділянок стін. Дослідження стану основи виявило осідання, показники яких перевищують встановлені проектом значення.
2	Фундаменти стовпчасті кам'яні з цегляним цоколем	Тріщини, відколи, випадання окремих цеглин наземної частини цоколя та фундаментних стовпів, порушення штукатурного шару цоколя. Місцеві деформації поверхні ґрунтів, вимощень. Просідання, показники яких не перевищують встановлені нормами значень.
3	Фундаменти стовпчасті бетонні з цегляним цоколем	Руйнування цоколя, перекося віконних та дверних прорізів; масові прогресуючі наскрізні тріщини на всю висоту будівлі, значне випинання ґрунту та руйнування стін підвалу. Осідання, показники яких перевищують встановлені проектом та нормативами значення.
4	Фундаменти стрічкові кам'яні	Викривлення горизонтальних ліній цоколя без ознак збільшення деформації осідання; у деяких місцях глибокі тріщини у цоколі і стінах. Відсутні деформації, що порушують нормальну експлуатацію об'єкта. Мають місце невеликі деформації поверхні вимощення.

Список джерел інформації

1. Про затвердження технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд. Постанова КМУ від 20 грудня 2006 р., № 1764 (поточна редакція 12.07.2010). (із змінами)

2. ДБН В. 1.2-6:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. Чинні з 2020-09-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2022 – 20 с.

3. ДБН В. 1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд, будівельних конструкцій та основ. Чинність від 2019-01-01. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 36 с.

4. ДСТУ-Н В. 1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Чинний від 2017-04-01 – 47 с.

5. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Чинні від 2019-01-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018 – 36 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання практичного заняття

«Визначення технічного стану основ та фундаментів»
з курсу «Експертиза та обстеження у сфері промислового
будівництва та цивільного захисту»
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»
освітня програма «Охорона праці» усіх форм навчання

ДРЕВАЛЬ Олександр Миколайович

Відповідальний за випуск:
Роботу до видання рекомендував:
В авторській редакції