



УДК 69:002; 69.059

**ARCHITECTURE OF INFORMATION SYSTEM OF DIAGNOSTICS OF
TECHNICAL CONDITION OF BUILDING FOUNDATIONS
АРХІТЕКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО
СТАНУ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ**

Terentyev O.O. / Терентьев О.О.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0001-6995-1419

Gorbatyuk Ie.V. / Горбатьюк Є.В.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-8148-5323

Tyslenko O.B. / Тисленко О.Б.*Ph.D. degree / здобувач ступеня доктора філософії***Zubrij I.M. / Зубрій І.М.***Ph.D. degree / здобувач ступеня доктора філософії**Kyiv National University of Construction and Architecture,**Kyiv, Povitryanikh Sil Avenue, 31, 03037**Київський національний університет будівництва і архітектури,**Київ, Повітряних Сил, 31, 03037***Makarchuk O.V. / Макарчук О.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Nadsluchansky institute NUWEE,**V'yacheslava Chornovola vul. 26, Berezne, Rivnenska, 34600**Надслучанський інститут НУВГП,**В'ячеслава Чорновола вул. 26, Березне, Рівненська, 34600*

Анотація. Дана робота висвітлює питання, що пов'язані з надійністю фундаментів будівель. Надійність фундаменту будівель це його здатність сприймати зовнішні впливи і передавати їх основи при забезпеченні нормальної експлуатації споруд. Отримані результати дозволяють виявити найбільші ускладнення при спільному проектуванні основ, фундаментів і наземної конструкції будівель. Це дозволяє вибрати розрахункові моделі основи при різних характеристиках ґрунтів.

Ключові слова: основа, фундамент, будівля, надійність, ґрунт, комплексна безпека, захист.

Вступ.

Будь-яка будівельна споруда передає діючі на нього навантаження, включаючи власну вагу на основу. Основа – це нашарування ґрунтів, що сприймає тиск від споруди. Розрізняють основи природні, складеними природними ґрунтами і штучно поліпшені.

Розташовувати споруду безпосередньо на поверхні землі можна в рідких випадках. Цьому перешкоджають особливості верхніх шарів ґрунту:

- їх мала несуча здатність;
- можливість вертикального переміщення під впливом метеорологічних;
- можливість руйнування землероями, вивітрюванням і коренями рослин.

По зазначених причинах необхідно влаштування фундаменту – підземної конструкції, що призначається для передачі тиску на ґрунти, що лежать на деякій глибині.



Надійність фундаменту – це його здатність сприймати зовнішні впливи і передавати їх основи при забезпеченні нормальної експлуатації споруд.

Під надійністю основи необхідно розуміти його здатність сприймати всю сукупність зовнішніх впливів (навантаження, природнокліматичні й технологічні фактори) у заданий термін із забезпеченням нормальної експлуатації споруди в цілому і розміщеного в ньому устаткування.

Викладення основного матеріалу.

Основи, фундаменти і наземні конструкції працюють спільно і повинні проектуватися як одна складена конструкція. Для проектування такої конструкції необхідно оцінити особливості роботи всієї системи і кожної з її складових частин окремо. Потрібно вміти передбачати, яким чином зміни в одній з частин системи позначаються на умовах роботи інших частин. Необхідно мати на увазі, що обсяг, і обрис робочої частини основ змінюються в процесі зведення та експлуатації споруд. Основа починає формуватися з початку розробки котловану. Виймка ґрунтів зменшує навантаження на лежачі нижче ґрунти, вони розщільнюються і дно котловану піднімається. В міру зведення фундаментів, наземних конструкцій, монтажу устаткування і пуску об'єкта в експлуатацію ґрунти ущільнюються - формується основа. Ущільнення ґрунтів основи протікає в часі. У глинистих ґрунтах це може продовжуватися роками. Об'єм, що сформувався, і обрис основи під фундаментом можуть змінюватися в результаті змін умов експлуатації, від періодичної дії тимчасових навантажень, у результаті зміни природних умов у районі будівництва на окремих будівельних майданчиках.

Деформації фундаментів і конструкцій, що знаходяться під землею, виявляються по дефектах у наземних конструкціях. Найбільше ускладнення при спільному проектуванні основ, фундаментів і наземної конструкції виникає в оцінці роботи ґрунтів основи, виборі розрахункових моделей основи і призначенні розрахункових характеристик ґрунтів, оскільки ґрунти по глибині та простяганню мають різне залягання. Їх, фізичні і механічні властивості можуть змінюватися в процесі будівництва. Необхідно також враховувати наявність можливих підземних вод, сейсмічне і кліматичне розташування будівельного майданчика.

У відповідності зі ДБН В.2.1-10-2009 проектування основ і фундаментів складається з обґрунтованого відповідним розрахунком вибору типу основи (природне чи штучне), фундаменту (конструкції, матеріалу і розмірів, мілкового чи глибокого закладення, стрічкового, стовпчастого, плитного та ін.), заходу щодо зменшення впливу деформацій споруди на експлуатаційну придатність.

Не мало важливим є і наявність підземних вод. Необхідно враховувати їхні характеристики (ґрунтові води і верховодка, ґрунтові, міжшарові, інфільтраційні, конденсаційні), режим підземних вод (для відстеження процесів, які відбуваються під землею складають гідрогеологічні й гідрохімічні карти), проектування будівельних котлованів повинне проходити з урахуванням припливу води і коефіцієнта фільтрації (водопроникності ґрунтів).

Для більш детального розгляду цієї теми пропонується розглянути структуру будівельних конструкцій споруд та послідовність проектування



будівельних конструкцій споруд (рис. 1, рис. 2). За допомогою цих структур можна простежити послідовність проектування фундаментів і основ, поділити цілі на підцілі, та виявити задачі, які необхідно розв'язати для досягнення кінцевого результату – отримання креслення фундаменту мілкого закладання з ходом розрахунку.

Кожна площадка має специфічні особливості, насамперед з суугобо індивідуальним нашаруванням ґрунту. Це ускладнює оцінку їхнього впливу на вибір глибини закладення підосви. У зв'язку з цим можна розглянути типові схеми нашарування, які можна згрупувати всі інженерно-геологічні умови. Для схематизації всі ґрунти поділяють на дві умовні групи: слабкі й надійні. Слабкими називають ґрунти, якщо використання їх як основу при влаштуванні фундаментів у відкритих котлованах не може забезпечити надійного існування проектованої споруди. Надійними називають ґрунти, що забезпечують необхідне існування проектованої споруди, але варто звернути увагу на відносність прийнятих понять, тому що для кожної споруди, які будуються є свої нормативні вимоги до основи.

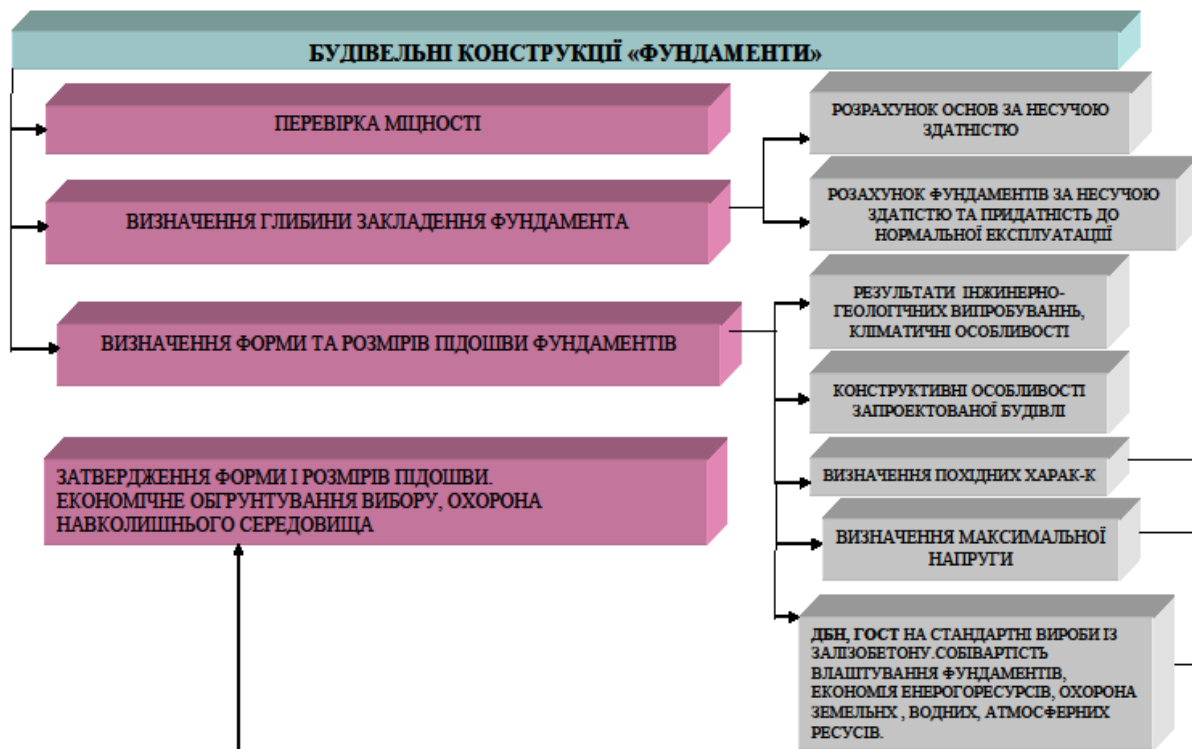


Рисунок 1 - Структура будівельних конструкцій і споруд

З поверхні на велику глибину залягають надійні ґрунти. Товща їх може складатися з декількох шарів. Будівельні якості всіх підстильних шарів не нижче якості ґрунтів усіх підстильних та якості ґрунтів верхнього шару товщі.

Рішенням для такої схеми нашарування ґрунтів є прийняття мінімальної глибини закладення підосв фундаментів, що допускається при обліку впливів кліматичних умов. Це оптимальна схема для фундаментів мілкого закладання. Влаштування у виїмках є самим економічно вигідним способом, тому, що не потрібно великих трудових, енергетичних, матеріальних затрат.



На рисунку 3 з поверхні на деяку глибину залягає один чи декілька шарів слабких ґрунтів, нижче яких розташовується товща надійних ґрунтів. Така схема дає можливість знайти декілька варіантів рішень.



Рисунок 2 - Послідовність проєктування будівельних конструкцій і споруд

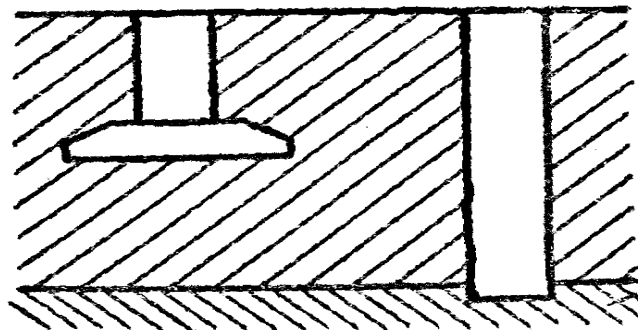


Рисунок 3 - Варіанти влаштування фундаментів

Найпростішим рішенням є прорізка слабких ґрунтів і передача навантаження на шар надійних ґрунтів. При високих якостях надійного ґрунту споруди можна опертися на стовпи чи палі. Палі при цьому можуть мати різну довжину в залежності від якості надійного ґрунту. Легкі споруди можна зводити на палях, що передає навантаження на слабкі ґрунти. Слабкі ґрунти можуть бути ущільнені, замінені чи закріплені, іноді доцільно використовувати слабкі ґрунти в основі, понизивши чутливість несучої конструкції до нерівномірних опадів чи зменшивши нерівномірності осад шляхом влаштування суцільних фундаментних плит, чи стрічкових фундаментів під колони.

В даному випадку влаштування фундаментів мілкового закладання можливе лише у випадках коли майбутня споруда буде мати малу масу, чи нечутливою до невеликих перекосів.



У цьому випадку прийнятні рішення, розглянуті при нашаруванні ґрунтів, однак доводиться прорізати і верхній шар надійного ґрунту. При нашаруванні ґрунтів верхній шар надійного ґрунту можна використовувати як розподільну подушку, чи закріпити тільки шар слабого ґрунту.

Для оцінки будівельних властивостей ґрунтів використовуються характеристики фізико-технічних властивостей.

Основні закономірності механіки ґрунтів:

- стискальність ґрунтів;
- водопроникність;
- граничний опір ґрунтів зрушенню;
- структурно-фазова деформованість.

У відповідності зі ДБН В.2.1-10-2009 проектування основ і фундаментів складається з обґрунтованого відповідним розрахунком вибору типу основи (природне чи штучне), фундаменту (конструкції, матеріалу і розмірів, мілкого чи глибокого закладення, стрічкового, стовпчастого, плитного та ін.), заходу щодо зменшення впливу деформацій споруди на експлуатаційну придатність.

Не мало важливим є і наявність підземних вод. Необхідно враховувати їхні характеристики (ґрунтові води і верховодка, ґрунтові, меж шарові, інфільтраційні, конденсаційні. Також необхідно враховувати і те, що інженерні споруди активно впливають на інженерно-геологічні процеси такі як: сейсмічні явища (землетруси: вулканічні, тектонічні, техногенні), вивітрювання гірських порід.

Споруди класифікуються по: поверховості (кількість поверхів), будівельним матеріалам, які використовують, архітектурно-планувальним показникам, типізації проектних рішень і призначенню, типу твердості й характеру деформації, місцем застосування (таблиця 1).

Таблиця 1 - Класифікація споруд за назвою та місцем застосування

Вид об'єкта	Призначення об'єкта	Найменування
Будівля	Житло	Гуртожитки, житлові будівлі, готелі, пансіонати, дома відпочинку.
	Громадське	Адміністративні, учбові, культурно-освітні, торговельні, комунально-господарські, їдальні
	Промислове	Заводи, фабрики, котельні, електростанції
	Транспортні	Ангари, гаражі, вокзали, депо
	Сільсько-господарські	Теплиці, зерносховища, птахофабрики, тваринні ферми.
Споруда	-----	Мости, вежі, аеродроми, пристані, димарі

У таблиці 2 представлені застосування фундаментів будівельних споруд.



Таблиця 2 - Застосування фундаментів будівельних споруд

Тип фундаменту	Вид наземної конструкції
Окремі	Колони, кути споруд, балки, ферми, арки, опори
Стрічкові	Стіни будівель та споруд, опорні рами устаткування, висотні будівлі, заводські (фабричні) труби
Суцільні	Насосні станції.
Масивні	Башти, щогли, мостові опори, колони

В залежності від матеріалу основних конструкцій споруд вибирають і матеріал фундаментів: бетон, залізобетон, кам'яні матеріали.

У таблиці 3 зазначені матеріали, що рекомендуються для різних типів фундаментів.

Таблиця 3 - Класифікація споруд за назвою та місцем застосування

Тип фундаменту	Матеріал					
	Бетон та залізобетон		Бут	Цегла	Піляний камінь	Цементо-грунт
	збірний	суцільний				
Окремі безстаканні	+	+	-	+	+	+
стаканні	+	+	-	-	-	-
Стрічкові	+	+	+	+	+	+
Суцільний	-	-	-	-	-	-
Масивний	+	+	+	+	+	+

Знаком «+» відзначені матеріали, застосовані для перерахованих фундаментів

Матеріали для фундаментів влаштовуються у відкритих котлованах, що повинні мати необхідну міцність, морозостійкість і водостійкість, оскільки фундаменти в процесі будівництва і експлуатації відчувають не тільки дію зовнішніх навантажень, але і вплив ґрунтових і поверхневих вод, замерзання та відтавання. Бутобетон застосовується рідше тому що вимагає великих витрат ручної праці.

Окремі фундаменти влаштовують під елементи, які переказують на ґрунт зосереджені навантаження. Окремі фундаменти можуть робити в монолітному та збірному варіантах. Розроблено збірні конструкції окремих фундаментів складених з основних (блок-стакан) і добірних елементів (фундаментні плити різних розмірів). Результати досліджень не занурених збірних фундаментів свідчить про їхню усталену роботу. До утворення тріщин плитний фундамент працює як рівновеликий по обсягу і армуванню одноблоковому. Розходження в роботі спостерігаються лише після появи тріщин.

Для розрахунку осад основи фундаменту необхідно мати розміри подошви і переданий на ґрунт тиск. У зв'язку з цим попередньо розраховують розміри подошви фундаментів, виходячи з розрахункового опору ґрунту основи, тобто відповідно до розрахунку основи фундаменту по другій групі граничних станів.



Інформаційна частина проєкту дає можливість визначити необхідні данні для подальшого розрахунку фундаментних плит (рисунок 4).



Рисунок 4 - Схема визначення даних для проведення розрахунку

З цієї схеми видно що, для отримання результатів по визначенню похідних характеристик ґрунтів, та визначенню скельних ґрунтів необхідна, вхідна інформація, яка застосовується лише в блоках розрахунку цих двох характеристик. На відміну від визначення нескельних ґрунтів. Для отримання результатів по визначенню характеристик нескельних ґрунтів користувач повинен отримати результати розрахунку похідних характеристик, але це не є обов'язковим, тому, що система дає можливість самостійно вводити відсутні значення, це може робити користувач з певним досвідом проєктування, чи знаннями в фундаментобудуванні. На правильність вводу вхідної інформації немає перевірок, крім її повноти для проведення розрахунку.

Висновки.

Визначення розрахункового опору ґрунту має велике значення для



отримання результатів проєктування фундаментних плит. Ця величина певною мірою впливає на розмір та глибину закладання. Інформація, яка була отримана при розрахунках може (в деяких випадках повинна) використовуватись, як допоміжна вхідна. В даному розділі розрахунок опору ґрунту представлений з особистими вхідними параметрами, які можна додати у звіт, або при необхідності використати їх, як вхідні данні при розрахунку розмірів підшови фундаментів.

Проведений аналіз дозволяє вирішувати задачі інформаційної системи безпечної експлуатації фундаментів будівель для підтримки прийняття рішень щодо визначення даних для проведення розрахунку та діагностики технічного стану фундаментів будівель.

Література:

1. Honcharenko T., Terentyev O., Gorbatyuk I. (2022). Mathematical Modeling of Information System Designing Master Plan of the Building Territory Based on OLAP Technology. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems. MODS 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 344. Springer, Cham. P. 3–15.
2. BIM-Concept for Design of Engineering Networks at the Stage of Urban Planning / T. Honcharenko, O. Terentyev, O. Malykhina, I. Druzhynina, I. Gorbatyuk. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. Vol. 11 (2021) No. 5, 2021. P. 1728-1735.
3. Increasing efficiency of information system of complex security of buildings protection / Terentyev A.A., Gorbatyuk Ie.V., Serpinska O.I., Borodinya V.V. *Eastern European Scientific Journal*. 2021. Vol. 1, № 3 (67): Technical science. P. 24-28.
4. Дослідження та реалізація інтелектуальної інформаційної технології тестування нейронної мережі системи діагностики технічного стану будівель / Терентьев О.О., Горбатьюк Є.В., Доля О.В., Серпінська О. І., Лященко М.А. *Управління розвитком складних систем: збірник наукових праць*. Київ: КНУБА, 2021. Вип. 46. С. 76-83.
5. Terentyev O.O., Grigorovskiy P.E., Tugaj A.A., Dubynka O.V.. Building a System of Diagnosis Technical Condition of Buildings on the Example of Floor Beams Using Methods of Fuzzy Sets. *Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations*, June 14, 2020. P. 729-739.
6. Підвищення ефективності інформаційної системи комплексної безпеки захисту будівель / Терентьев О.О., Горбатьюк Є.В., Тисленко О.Б., Зубрій І.М. *Modern engineering and innovative technologies*. Issue №29. Part 1. 2023. P. 102-111.
7. Моделі та методи інформаційної технології системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва: підручник / Терентьев О.О., Русан І.В, Горбатьюк Є.В., Бородавка Є.В., Баліна О.І., Доля О.В., Тисленко О.Б. Київ: ЦП Компринт, 2023. 240 с.
8. Основи організації нечіткого виведення для задачі діагностики технічного стану будівель / Терентьев О.О., Горбатьюк Є.В., Горбатьюк М.Є., Петровський В.В., Панчук Б.О. *The 2nd International scientific and practical conference. Achievements and prospects of modern scientific research* (January 11-13, 2021) Editorial EDULCP, Buenos Aires, Argentina. 2021. 229-237.



9. Terentyev Oleksandr, Gorbatyuk Eugene. Research and implementation of intellectual of neural network testing information technology systems of diagnostics of technical condition of buildings. Тези доповідей дев'ятої міжнародної науково-практичної конференції «Управління розвитком технологій». Тема: Інформаційні технології розвитку змісту освіти. Київ: КНУБА, 2022. С. 10-11.

***Abstract.** This work highlights issues related to the reliability of building foundations. The reliability of the foundation of buildings is its ability to perceive external influences and transfer them to the basis when ensuring the normal operation of structures. The results reveal the greatest complications in the joint design of foundations, foundations and ground construction of buildings. This allows you to select design base models for different soil characteristics.*

***Key words:** foundation, building, reliability, soil, integrated safety, protection.*

Стаття відправлена: 24/03/2024

© Терентьев О.О., Горбатьюк Є.В., Тисленко О.Б.,
Зубрій І.М., Макарчук О.В.