

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**ЛЕГЕНЧЕНКО ВЕРОНІКА АНДРІЇВНА**



**УДК 624.151.5**

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ОСІДАНЬ ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ ФУНДАМЕНТІВ,  
ЩО РОЗТАШОВАНІ НА ГРУНТОВОМУ ШАРІ КІНЦЕВОЇ ТОВЩИНИ**

**Спеціальність 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнича механіка»**

**Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук**

**Дніпро – 2016**

Дисертація є рукописом.

Робота виконана на кафедрі будівництва, геотехніки і геомеханіки Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (м. Дніпро) Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**ШАПОВАЛ Володимир Григорович**,  
професор кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки  
Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (м. Дніпро) Міністерства освіти і науки України.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**ПЕТРЕНКО Володимир Дмитрович**,  
професор кафедри мостів і тунелів  
Дніпропетровського національного університету  
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна  
Міністерства освіти і науки України;

доктор технічних наук, професор  
**ГОЛОВКО Сергій Іванович**,  
професор кафедри основ і фундаментів Державного  
вищого навчального закладу «Придніпровська  
державна академія будівництва та архітектури»  
(м. Дніпро) Міністерства освіти і науки України.

Захист відбудеться «21» жовтня 2016 р. о 12<sup>00</sup> год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.04 при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19, тел. (0562) 47-24-11.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.

Автореферат розісланий «21» вересня 2016 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



О.В. Солодянкін

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Осідання основ є важливим критерієм при проектуванні та експлуатації будівель і споруд. Зазвичай у нормативних документах різних країн вказують їх граничні значення. Ці значення можуть суттєво відрізнятися. Так, в європейському нормативному документі «Eurocode 7» граничні осідання типових будівель обмежені величиною 50 мм, а діючі на території України будівельні норми ДБН В.2.1-10-2009 залежно від виду споруди обмежують граничні осідання у діапазоні 100 – 400 мм.

Таким чином, має місце невідповідність українських норм світовим стандартам.

Також існує велика кількість експериментальних даних, які свідчать про те, що фактичні осідання фундаментів, розташованих у різних інженерно-геологічних умовах, можуть у декілька разів відрізнятися від значень, розрахованих із використанням нормативних документів.

Аналогічна картина має місце при розрахунку середніх осідань великорозмірних (із шириною подошви або діаметра більше 10 метрів) фундаментів: чим більша ширина фундаменту, тим більша відмінність.

Цей факт має важливе значення, оскільки останнім часом при зведенні багатопверхових будівель і споруд все частіше використовуються плитні і палово-плитні фундаменти з великою площею подошви.

У зв'язку з цим, встановлення закономірностей зміни осідання великорозмірних фундаментів залежно від геометричних і гірничо-геологічних параметрів і доопрацювання на цій основі прийнятих на цей час методик розрахунку осідань фундаментів, а також наближення вітчизняних норм до світових стандартів є актуальним науково-технічним завданням.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація відповідає Закону України від 11.07.2001 р. № 2623-III «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» і змінам до цього закону від 09.09.2010 р. № 2519-IV «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки на період до 2020 року», Постанові Кабінету Міністрів України від 23.05.2011 р. № 547 «Про затвердження Порядку застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих із нормативними документами Європейського Союзу», а також тематиці науководослідних робіт кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Ш-492 (№ ДР 0110U000866).

**Мета роботи** полягає у встановленні закономірностей прояву осідань фундаменту з урахуванням масштабного фактору та особливостей будови ґрунтової товщі, а також у розробці на цій основі методики визначення середніх осідань ґрунтового масиву, що підстилається скельними породами.

**Ідея роботи** полягає в урахуванні масштабного фактора та особливостей розподілу напружень і деформацій у ґрунтовому шарі кінцевої товщини та напівпросторі при розробці методики визначення осідань фундаментів із круглою та квадратною формою подошви.

Під масштабним фактором мається на увазі нелінійна залежність осідання фундаментів мілкового закладення від їх розмірів.

**Об'єкт дослідження** – деформаційні процеси в ґрунтових основах фундаментів із круглою та квадратною формою подошви, що розташовані на ґрунтовому шарі різної геологічної будови.

**Предмет дослідження** – осідання фундаментів із круглою та квадратною формою подошви, що розташовані на ґрунтовому шарі різної геологічної будови.

Для досягнення поставленої мети в дисертації вирішені наступні **задачі досліджень**:

1. Аналіз результатів досліджень, присвячених методам визначення осідань фундаментів, впливу на осідання фундаментів масштабного фактору та особливостей будови ґрунтової товщі.

2. Аналіз результатів натурних спостережень за осіданнями будівель та споруд, що розташовані на фундаментах із круглою та квадратною формою подошви, і порівняння цих даних з їх розрахунковими значеннями.

3. Отримання аналітичних залежностей, що пов'язують відносні осідання фундаментів із круглою та квадратною формою подошви, з відносною товщиною ґрунтового шару.

4. Встановлення аналітичних функціональних залежностей, що пов'язують фактичні та розраховані за методикою ДБН осідання фундаментів.

5. Удосконалення і доповнення викладеної в нормативних документах (ДБН) методики визначення осідань фундаментів на ґрунтовій основі.

6. Виконання перевірки запропонованої методики на адекватність експериментальним даним.

7. Впровадження результатів розробленої методики в практику проектування.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених задач використаний комплексний підхід, що включає в себе аналіз і узагальнення літературних джерел, статистичних, дослідних даних, а також науково-технічних досягнень за темою дисертації, натурні дослідження осідань основ фундаментів із круглою та квадратною формою подошви, теоретичні дослідження з використанням положень механіки ґрунтів, механіки твердого тіла, що деформується, теорій критичної рівноваги, ймовірності та математичної статистики, методів математичного моделювання геомеханічних процесів у ґрунтовій основі.

**Наукові положення,** які виносяться на захист:

1. Теоретично визначені осідання ґрунтового масиву, що знаходиться під впливом рівномірно розподіленого за площею навантаження та підстиляється скельними породами, змінюються за експоненціальною функцією з від'ємним показником ступеню залежно від відносної товщини шару роздробленого ґрунту, що дозволяє встановити коефіцієнт, необхідний для врахування впливу відносної товщини ґрунтового шару на значення розрахованих за методикою ДБН осідань.

2. Натурні середні осідання основ фундаментів із круглою та квадратною формою подошви для широкого спектру гірничо-геологічних умов змінюються

за експоненціальною функцією з від'ємним показником ступеню залежно від розмірів фундаменту, що дозволяє встановити коригувальний множник, необхідний для врахування впливу масштабного фактору на значення розрахованих за методикою ДБН осідань.

#### **Наукова новизна отриманих результатів.**

1. Вперше виявлено взаємозв'язок між середніми осіданнями ґрунтового масиву, на якому розміщені фундаменти з круглою та квадратною формою підшви, що розташовані на ґрунтовому шарі кінцевої товщини, та їх осіданнями, що обчислені в межах гіпотези про необмежену товщину шару.

2. Вперше узагальнені закономірності та встановлений взаємозв'язок середніх осідань шару кінцевої товщини при наявності та відсутності дотичних напружень на контакті роздробленого ґрунту та жорсткого підстилаючого шару.

**Наукове значення** роботи полягає у встановленні закономірностей прояву осідань фундаменту з урахуванням масштабного фактора та особливостей будови ґрунтової товщі і вдосконаленні на цій основі методики визначення осідань фундаментів на ґрунтовій основі.

#### **Практичне значення отриманих результатів** полягає в удосконаленні:

- методики розрахунку осідань шару кінцевої товщини, що знаходиться під впливом рівномірно розподіленого за площею навантаження;
- методики визначення осідань фундаментів з урахуванням їх форми та розмірів підшви.

**Реалізація результатів.** Результати досліджень успішно впроваджені при розрахунку осідання плитного фундаменту 12-поверхового житлового комплексу в м. Черкаси, по вул. Гоголя, 261 у ТОВ «БЕСТ ІНЖЕНІРІНГ України» у вигляді методики визначення деформацій ґрунтових основ і в навчальний процес при вивченні дисциплін для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» в Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет».

**Обґрунтованість і вірогідність** наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується збіжністю результатів натурних і теоретичних осідань фундаментів (до 87%), використанням сучасного ліцензійного програмного забезпечення для розрахунку осідань фундаментів, відповідністю розроблених теоретичних положень апробованим методам геомеханіки, методам математичної статистики та позитивними результатами впровадження в будівництво.

**Особистий внесок здобувача.** Автором самостійно сформульовані мета, ідея, задачі досліджень і наукові положення; розроблені математична модель і методика досліджень; проведений аналіз результатів натурних досліджень; розроблені і впроваджені методики визначення середніх осідань фундаментів із круглою та квадратною формою підшви, що розташовані на ґрунтовому шарі різної геологічної будови.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи повідомлені, обговорені і схвалені на міжнародному форумі-конкурсі молодих вчених «Проблеми недропользования» (Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный институт, 2009), міжнародній науково-технічній конфе-

ренції «Science and technology: Perspectives of the XXI century» (Дніпропетровськ, Державний ВНЗ «ПДАБА», 2012), міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «Наука і техніка: Перспективи XXI століття» (Дніпропетровськ, Державний ВНЗ «НГУ», 2012), міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників» (Дніпропетровськ, Державний ВНЗ «НГУ», 2013, 2015), міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «Проблеми використання інформаційних технологій в сфері освіти, науки та промисловості» (Дніпропетровськ, Державний ВНЗ «НГУ», 2013), міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «Перспективи розвитку будівельних технологій» (Дніпропетровськ, Державний ВНЗ «НГУ», 2013- 2016), міжнародній науково-технічній конференції для молодих вчених, аспірантів і магістрантів «Перспективи розвитку гірничої справи та підземного будівництва» (Київ, НТУУ «КПІ», 2013), міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «Наукова весна – 2013» (Дніпропетровськ, Державний ВНЗ «НГУ», 2013), міжнародній науково-технічній конференції «Строительство: проблемы и перспективы» (Махачкала, 2013), міжнародній науково-технічній конференції «Донбас 2020: перспективи розвитку очима молодих вчених» (Красноармійськ, Державний ВНЗ «ДонНТУ», 2016).

**Публікації.** Основний зміст дисертації опубліковано у 21 науковій праці (4 – без співавторів), з яких: 6 – у спеціалізованих періодичних виданнях (з них 1 – в зарубіжному виданні), 14 – у збірниках матеріалів конференцій, 1 – в іншому виданні.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 142 найменувань на 17 сторінках та 3 додатків на 12 сторінках. Містить 121 сторінку машинописного тексту, 72 рисунки та 27 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 174 сторінки.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтована актуальність теми дисертації, визначені об'єкт і предмет досліджень, сформульовані мета, задачі досліджень і наукові положення, визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, а також наведені характеристика та загальна структура роботи.

**Перший розділ** присвячений огляду та аналізу вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, в яких розглянуті такі питання: особливості прояву осідань великорозмірних фундаментів; сучасні методи розрахунку осідань фундаментів у рамках розрахункових схем напівпростору та шару кінцевої товщини; особливості розрахунку осідань фундаментів із використанням нормативних документів; гранично допустимі значення осідань фундаментів; залежність осідань від ширини і форми фундаментів.

Осідання основ є важливим критерієм при проектуванні та експлуатації будівель і споруд. Зазвичай у нормативних документах вказують їх граничні значення. Ці значення для різних країн можуть суттєво відрізнятися.

Згідно з нормами великорозмірні плитні фундаменти відносяться до фундаментів на природній основі і являють собою монолітні плити із залізобетону з шириною підшви більше 10 метрів, які встановлюються за периметром будівлі і мають у плані прямокутну, круглу або кільцеву форму.

Перевага фундаментів у вигляді великорозмірних плит полягає в тому, що при порівняно невеликій товщині та глибині закладення вони надійно передають значні навантаження навіть на слабкі ґрунти, вирівнюючи практично неминучі при окремих фундаментах нерівномірні осідання. При цьому влаштування плит не вимагає складного обладнання.

Аналіз матеріалів статистичних звітів, а також наукових праць таких дослідників, як М.Ю. Абелев, І.П. Бойко, Є.А. Бауск, Ю.Л. Винников, С.С. Вялов, С.І. Головко, М.Н. Гольдштейн, М.І. Горбунов-Посадов, Б.І. Далматов, К.Є. Єгоров, Ю.К. Зарецький, М.Л. Зоценко, В.Д. Петренко, В.І. Соломін, З.Р. Тер-Мартirosян, К. Терцагі, С.Б. Ухов, В.О. Флорін, М.А. Цитович, В.Г. Шаповал, О.М. Шашенко, В.Б. Швець, О.Я. Шехтер та інших авторів дозволив зробити такі основні висновки:

1. Деформації ґрунтових основ фундаментів не повинні перевищувати нормативні величини, які чітко регламентуються діючими нормативними документами.

2. На основі багаторічних дослідів виявлено залежність експериментальних та розрахункових значень осідань від ширини підшови фундаменту. Розбіжність експериментальних та розрахункових значень осідань збільшується зі зростанням ширини підшови фундаменту і в ряді випадків перевищує 100% (рис. 3).

3. У практиці розрахунків осідань фундаментів найбільшого поширення набули метод пошарового сумування, рекомендований діючим на території України нормативним документом ДБН, та метод лінійно-деформованого шару кінцевої товщини, рекомендований нормативним документом «СНиП».

4. Існуючі методи розрахунку осідань фундаментів із круглою та квадратною формою підшови потребують аналізу і доопрацювання з метою врахування геометричних і гірничо-геологічних параметрів, що дозволить вирішити проблему невідповідності розрахункових та фактичних значень осідань, що призведе до більш раціонального проектування основ і фундаментів, а також економії будівельних матеріалів та робочого часу.

Таким чином, проблема вдосконалення методів розрахунку осідань фундаментів є актуальним науково-технічним і практичним завданням і потребує свого вирішення.

**У другому розділі** викладені матеріали визначення натурних осідань основ фундаментів, що розташовані в різних інженерно-геологічних умовах. Розглядалися фундаменти реакторних відділень Запорізької АЕС, фундаменти зерносковищ і дослідні штампи.

Конструкція фундаментів Запорізької АЕС являє собою монолітну залізобетонну квадратну плиту з розміром підшови 68 м і є типовою для всіх 5-ти досліджуваних реакторних відділень.

Основою фундаментів служать піщані і глинисті ґрунти, які підстилаються роздробленими породами, що переходять у граніти. Рівень підземних вод знаходиться на глибині 6 м від денної поверхні. Фізико-механічні характеристики ґрунтів, що залягають в основі 1-го – 6-го реакторних відділень, відрізняються несуттєво. При цьому товщина шару роздробленого ґрунту змінюється від 50 м (під підшовою 1 реактору) до 10 метрів (під підшовою 6 реактору).

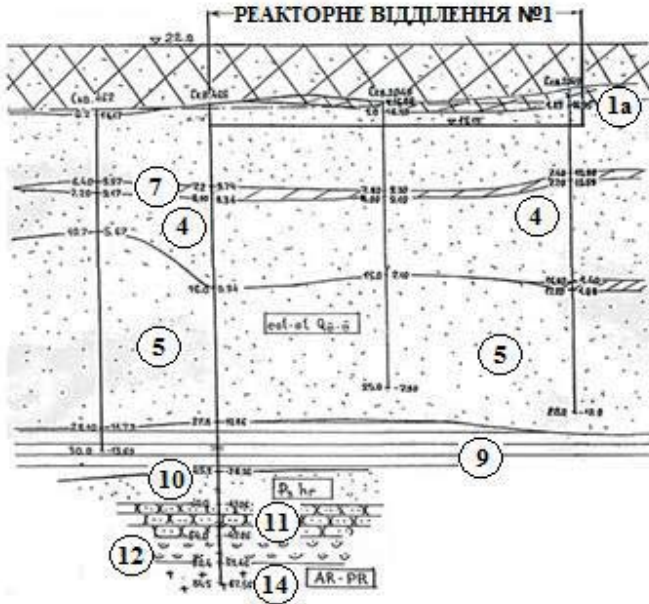


Рис. 1. Характерний інженерно-геологічний розріз майданчика будівництва реакторного відділення №1 Запорізької АЕС

Таблиця 1  
Фізико-механічні властивості ґрунтових шарів, що залягають в основі майданчика першої черги будівництва

| № п/п | № ПГЕ | $\gamma$ ,<br>кН/м <sup>3</sup> | $e$  | $W$  | $S_r$ | $I_L$ | $c$ ,<br>кПа | $\varphi$ ,<br>град. | $E$ ,<br>МПа | $E_1$ ,<br>МПа | $\nu$ |
|-------|-------|---------------------------------|------|------|-------|-------|--------------|----------------------|--------------|----------------|-------|
| 1     | 4     | 19,4                            | 0,7  | 0,20 | 0,92  | -     | 1,0          | 12                   | 26           | 35             | 0,33  |
| 2     | 5     | 20,6                            | 0,59 | 0,21 | 0,91  | -     | 3,0          | 37                   | 40           | 54             | 0,33  |
| 3     | 7     | 19,9                            | 0,63 | 0,32 | 0,90  | 0,07  | 22,0         | 26                   | 20           | 9              | 0,36  |
| 4     | 9     | 18,6                            | 0,95 | 0,34 | 0,96  | 0,32  | 34,0         | 36                   | 20           | 9              | 0,38  |
| 5     | 10    | 19,5                            | 0,84 | 0,24 | 0,90  | -     | 18,0         | 20                   | 29,4         | 40             | 0,33  |
| 6     | 11    | 25,8                            | -    | -    | -     | -     | -            | 20                   | 100          | 100            | 0,27  |
| 7     | 12    | 18,5                            | 0,76 | 0,25 | 0,84  | -     | -            | -                    | 24           | 12             | 0,38  |
| 8     | 14    | 26,0                            | -    | -    | -     | -     | -            | -                    | 150          | 150            | 0,27  |

Примітки.

1. Відмітка закладення підшви фундаменту РВ №1 – 6 знаходиться на глибині 6,85 м від денної поверхні. 2. Рівень підземних вод знаходиться на глибині: РВ №1 – 5,12 м, РВ №2 – 5,80 м, РВ №3 – 5,26 м, РВ №4 – 5,08 м, РВ №6 – 5,12 м від денної поверхні. 3.  $E$  – значення модулів деформації ґрунтових шарів (за вимогами ДБН В.2.1-10-2009). 4.  $E_1$  – значення модулів деформації ґрунтових шарів (за вимогами «ПіН АЕ 5.10-87»). 5. Прийняті в таблиці позначки властивостей ґрунту відповідають вимогам ДБН В.2.1-10-2009



Також у роботі розглядалися фундаменти зерносховищ силосного типу із круглою формою підшови діаметром 18,4 м і 23,5 м.

Майданчик будівництва зерносховищ силосного типу розташований у Чернігівській області. Основою цих фундаментів є супіщані і суглинисті ґрунти. Рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 2 – 4 м (рис. 2). Фізико-механічні характеристики ґрунтів наведені в табл. 2.

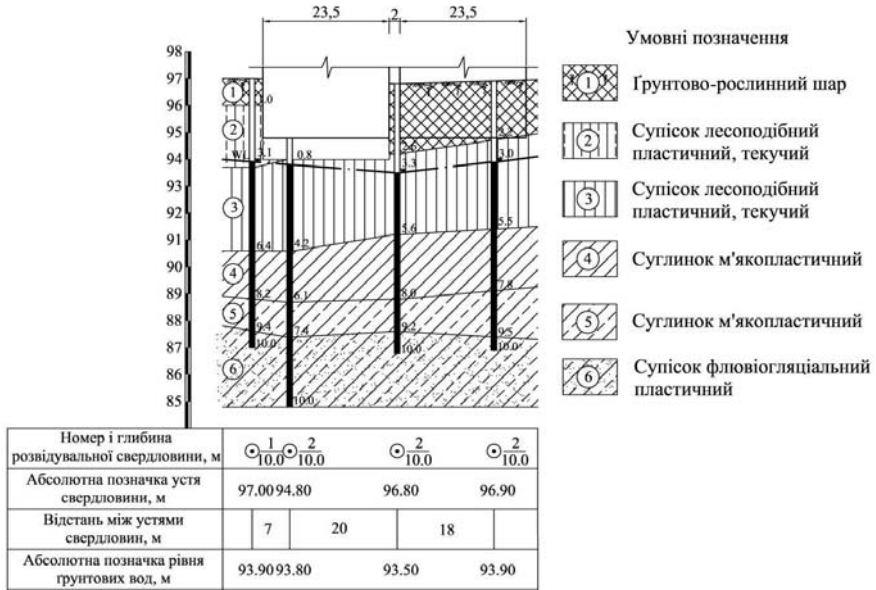


Рис. 2. Характерний інженерно-геологічний розріз майданчика будівництва силосів

Таблиця 2

Фізико-механічні характеристики ґрунтів майданчика будівництва силосів

| № п/п | Найменування ґрунту                       | $\gamma$ ,<br>кН/м <sup>3</sup> | $W$  | $W_L$ | $W_p$ | $\varphi^\circ$ | $C$ ,<br>кПа | $E$ ,<br>МПа |
|-------|---|---------------------------------|------|-------|-------|-----------------|--------------|--------------|
| 1     | Грунтово-рослинний шар                    | 15,0                            | -    | -     | -     | -               | -            | -            |
| 2     | Супісок лесоподібний, пластичний          | 18,2                            | 0,24 | 0,26  | 0,20  | 22              | 12           | 3            |
| 3     | Супісок лесоподібний, пластичний, текучий | 19,2                            | 0,26 | 0,26  | 0,21  | 22              | 10           | 4            |
| 4     | Суглинок м'якопластичний                  | 18,8                            | 0,31 | 0,34  | 0,22  | 16              | 21           | 3,5          |
| 5     | Суглинок м'якопластичний                  | 19,4                            | 0,27 | 0,29  | 0,21  | 22              | 18           | 6,5          |
| 6     | Супісок флювіогляціальний, пластичний     | 20,3                            | 0,22 | 0,24  | 0,20  | 27              | 15           | 17           |

Примітка. Прийняті в таблиці позначки властивостей ґрунту відповідають вимогам ДБН В.2.1-10-2009.

Також були проаналізовані результати випробувань дослідних штампів. Випробовувався лесоподібний обводнений суглинок, лесовий, просадний. Властивості ґрунту наведено у таблиці 3. Досліджувалися осідання дослідних штампів круглої і квадратної форми, із шириною підшви 0,8 і 1 м. У ході випробувань були отримані значення осідань дослідних штампів від 0,6 мм до 14,22 мм при змінному статичному навантаженні від 0,05 до 0,2 МПа.

Таблиця 3

## Фізико-механічні характеристики ґрунту

| Найменування ґрунту               | $\gamma$ ,<br>кН/м <sup>3</sup> | $e$   | $W$   | $S_r$ | $C$ ,<br>кПа | $\varphi$ ,<br>град. | $E$ ,<br>МПа | $\nu$ | $\delta_{SL}$ |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|--------------|----------------------|--------------|-------|---------------|
| Лесоподібний суглинок, обводнений | 26,9                            | 0,829 | 0,163 | 0,83  | 15           | 19                   | 0,5-8        | 0,3   | 0,15          |

Примітка. Прийняті в таблиці позначки властивостей ґрунту відповідають вимогам ДБН В.2.1-10-2009.

Результати натурних досліджень показали, що фізико-механічні, деформаційні і реологічні властивості випробуваних ґрунтів є типовими для суглинків, супісків і глин і цілком можуть бути використані для визначення осідань.

При цьому було розглянуто достатній для подальшого аналізу діапазон розмірів фундаментів (від 0,5 до 4624 м<sup>2</sup>) та осідань фундаментів (від 0,6 до 250 мм).

**У третьому розділі** наведені матеріали досліджень, які спрямовані на співставлення фактичних осідань з їх розрахунковими значеннями.

Розділ містить порівняльний аналіз фактичних осідань фундаментів і обчислених за методикою нормативних документів у рамках розрахункової схеми напівпростору і шару кінцевої товщини (рис. 3).

Аналіз графіків співставлення фактичних і розрахункових осідань фундаментів із шириною підшви від 0,8 до 68 метрів показав, що вони відрізняються у 2-2,5 рази. При ширині підшви фундаменту в межах від 1 до 10 метрів розбіжність між фактичними і розрахунковими осіданнями не перевищує 20%. При збільшенні ширини фундаменту середні осідання фундаментів зростають.

У ході розрахунків середніх осідань фундаментів була виявлена залежність: чим ближче до підшви фундаменту залягає жорсткий ґрунт (скеля), тим більша розбіжність між розрахунковими і фактичними осіданнями фундаментів (прикладом стало реакторне відділення № 6 Запорізької АЕС).

Найменша розбіжність між розрахунковими і фактичними значеннями осідань реакторних відділень Запорізької АЕС була отримана при розрахунку за методикою «ПиН АЕ» і розрахункової схеми шару кінцевої товщини, найбільша ж розбіжність між розрахунковими і фактичними осіданнями реакторних відділень Запорізької АЕС була отримана при розрахунку за методикою ДБН.

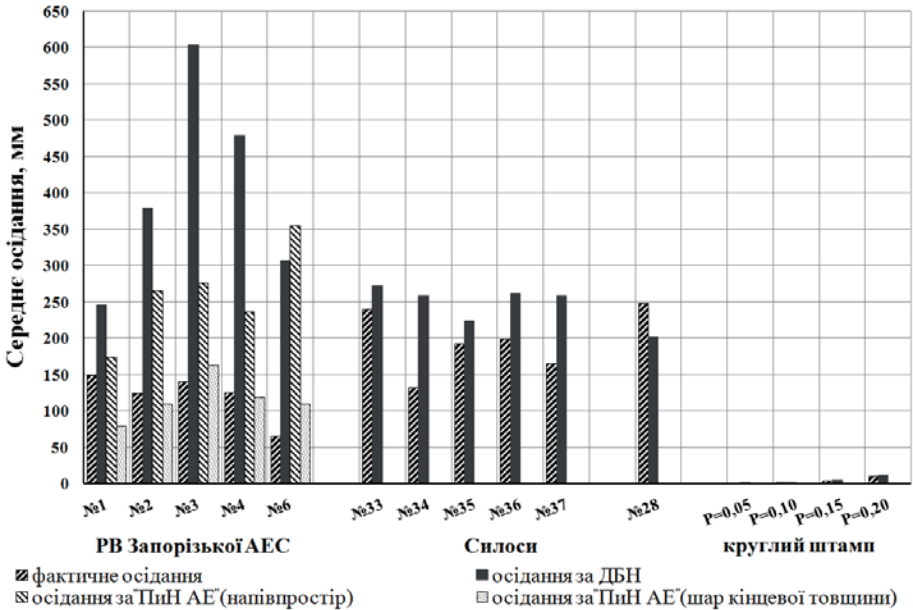


Рис. 3. Графік співставлення фактичних і розрахункових осідань фундаментів досліджуваних об'єктів

У четвертому розділі наведені матеріали теоретичних досліджень напружено-деформованого стану ґрунтової основи.

Першочергові дослідження були спрямовані на виявлення впливу граничних умов на межі ґрунтових шарів із роздробленого і жорсткого ґрунту на осідання фундаментів.

Розглядався фундамент круглої форми в рамках розрахункової схеми шару кінцевої товщини (рис. 4), і співставлялися осідання для випадку компресійного стиснення, прослизання і повного зчеплення на контакті ґрунтових шарів.

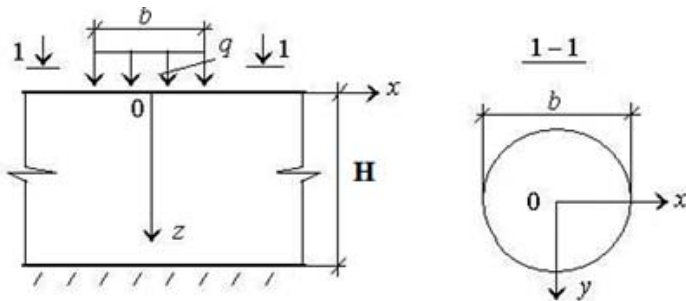


Рис. 4. Розрахункова схема шару кінцевої товщини

Граничні умови на межі роздробленого ґрунту і жорсткого підстилаючого шару для випадку прослизання (а) та повного зчеплення (б) мають вигляд:

$$\left. \begin{aligned}
 a) \quad & \tau_{rz}(r, 0) = 0; \\
 & \sigma_{zz}(r, 0) = \begin{cases} -q \text{ нпу } r < b/2; \\ 0 \text{ нпу } r > b/2; \end{cases}; \\
 & \tau_{rz}(r, H) = 0; \\
 & W(r, H) = 0.
 \end{aligned} \right\}; \quad
 \left. \begin{aligned}
 б) \quad & \tau_{rz}(r, 0) = 0; \\
 & \sigma_{zz}(r, 0) = \begin{cases} -q \text{ нпу } r < b/2; \\ 0 \text{ нпу } r > b/2; \end{cases}; \\
 & U(r, H) = 0; \\
 & W(r, H) = 0.
 \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

Тут  $\sigma_{zz}$  – вертикальне нормальне напруження;  $\tau_{rz}$  – те ж саме, дотичне;  $U$  та  $W$  відповідно радіальне та вертикальне переміщення.

Рішення задачі відповідне: (2) – граничним умовам (1, а), (3) – граничним умовам (1, б), (4) – граничним умовам при компресійному стисненні ( $b \rightarrow \infty$ ).

$$S_{1cp} = 2Hq \frac{(1-\nu)}{G} \int_0^\infty \frac{sh^2\alpha}{2\alpha + sh2\alpha} J_1^2\left(\alpha \frac{b}{2H}\right) \frac{d\alpha}{\alpha^2}, \quad (2)$$

$$S_{2cp} = 2Hq \frac{(1-\nu)}{G} \int_0^\infty \frac{(3-4\nu)sh2\alpha - 2\alpha}{(3-4\nu)ch2\alpha + 2\alpha^2 + 5-12\nu + 8\nu^2} J_1^2\left(\alpha \frac{b}{2H}\right) \frac{d\alpha}{\alpha^2}, \quad (3)$$

$$S_{3cp} = \frac{qH}{(\lambda + 2G)}. \quad (4)$$

Під час подальших досліджень було виконано нормування (5) та визначалися відносні осідання (6):

$$\left. \begin{aligned}
 \xi = \frac{2H}{b}; S_1^* = \frac{S_{1cp}}{S_{3cp}}; \\
 S_2^* = \frac{S_{2cp}}{S_{3cp}}; S_3^* = \frac{S_{3cp}}{S_{3cp}};
 \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned}
 S_1^* = \frac{(1-2\nu)}{4(1-\nu)^2 \int_0^\infty \frac{sh^2\alpha}{2\alpha + sh2\alpha} J_1^2\left(\frac{\alpha}{\xi}\right) d\alpha}; S_3^* = \frac{S_3}{S_3} = 1 \\
 S_2^* = \frac{(1-2\nu)}{4(1-\nu)^2 \int_0^\infty \frac{(3-4\nu)sh2\alpha - 2\alpha}{(3-4\nu)ch2\alpha + 2\alpha^2 + 5-12\nu + 8\nu^2} J_1^2\left(\frac{\alpha}{\xi}\right) d\alpha}
 \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Для низки значень коефіцієнта Пуассона були побудовані залежності відносних осідань від відносної товщини ґрунтового шару  $2H/b$  (рис. 5).

Аналіз даних, наведених на рис. 5, дозволив зробити висновок про те, що при прослизанні на контакті ґрунтових шарів осідання області обмежених розмірів може бути більше, ніж осідання при компресії.

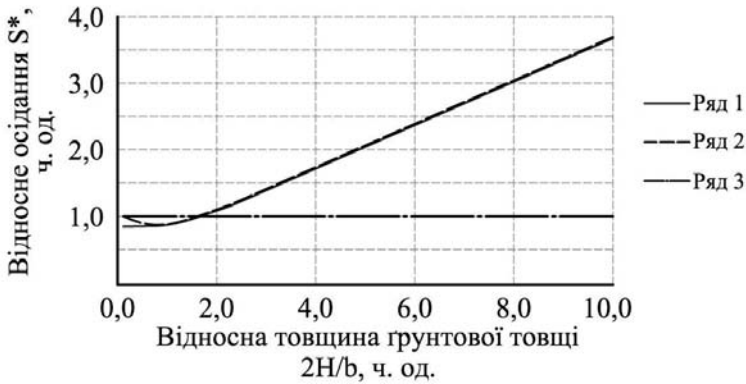


Рис. 5. Залежність відносних осідань від відносної товщини ґрунтового шару при коефіцієнті Пуассона основи, рівному 0,45. Ряд 1 – відповідає відносному осіданню  $S_1^*$ ; Ряд 2 –  $S_2^*$ ; Ряд 3 –  $S_3^*$ . Примітка. Ряди 1 та 2 співпадають

Подальші дослідження були спрямовані на те, щоб із використанням нормативної методики ДБН отримати можливість враховувати вплив на осідання обмеженої товщі ґрунту.

Дослідження виконувались у такій послідовності:

1. Спочатку було розглянуто рішення фундаментальної задачі Буссінеска.
2. Після цього з використанням методу суперпозиції визначалися осідання основи під впливом розподілених за площею круга і квадрата навантажень.
3. Потім визначалися середні осідання і далі – відношення осідань ґрунтового шару до осідань напівпростору для умов прослизання ( $m_{k,1}$ ) і повного зчеплення ( $m_{k,2}$ ) на контакті ґрунтових шарів (7).

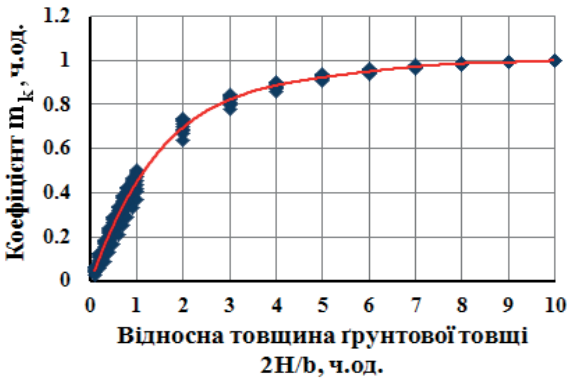
Результати розрахунків коефіцієнтів  $m_k$  для фундаментів із круглою і квадратною формою підошви на інтервалі зміни коефіцієнта Пуассона від 0,05 до 0,45 та різних граничних умовах наведені на рис. 6.

$$\left. \begin{aligned}
 m_{k,1} &= \frac{S_{1cp}}{S_{cp,\infty}} = \frac{2H}{b} \frac{\int_0^\infty \frac{sh^2\alpha}{2\alpha + sh2\alpha} \cdot J_1^2\left(\frac{\alpha \cdot b}{2H}\right) \frac{d\alpha}{\alpha^2} \Big/ \int_0^\infty \frac{J_1^2(\alpha)}{\alpha^2} d\alpha; \\
 m_{k,2} &= \frac{S_{2cp}}{S_{cp,\infty}} = \frac{2H}{b} \frac{\int_0^\infty \frac{(3-4\nu)sh2\alpha - 2\alpha}{\sqrt{(3-4\nu)ch2\alpha + 2\alpha^2 + 5 - 12\nu + 8\nu^2}} J_1^2\left(\frac{\alpha \cdot b}{2H}\right) \frac{d\alpha}{\alpha^2}}{\int_0^\infty \frac{J_1^2(\alpha)}{\alpha^2} d\alpha}
 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Аналіз цих графічних залежностей дозволив зробити такі висновки:



а)



б)

Рис. 6. Залежність відносних осідань круглого (а) і квадратного (б) фундаменту від відносної товщини ґрунтового шару

Було виконано співставлення фактичних осідань і розрахункових для фундаментів із шириною підшови від 0,8 до 68 м. У цьому випадку використовувалися елементи  $\pi$ -теорему і розглядалися безрозмірні комплекси  $\pi_1$  і  $\pi_2$ , які визначались за формулами:

$$\left. \begin{aligned} \pi_1 &= \frac{b}{b_0}; & \pi_2 &= \frac{\Delta S^H}{\Delta S^P} \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

де  $b$  – ширина підшови фундаменту;  $b_0=1$  м;  $\Delta S^H$  – натурні осідання за період спостережень;  $\Delta S^P$  – різниця осідань за період спостережень, що розрахована за методикою ДБН.

У результаті був зроблений висновок, що має місце експоненціальна залежність між  $\pi$ -комплексами  $\pi_1$  і  $\pi_2$  (рис. 7).

1. Відносні осідання суттєво залежать від коефіцієнта Пуассона основи  $\nu$  та відносної товщини ґрунтового шару  $\xi$ : чим менша відносна товщина, тим менші середні осідання.

2. Відносні осідання суттєво залежать від умов на контакті ґрунтових шарів із роздробленого і жорсткого ґрунту: у випадку прослизання осідання завжди вищі, ніж це має місце у випадку повного зчеплення.

Далі наведені матеріали теоретичних досліджень, спрямовані на вивчення закономірностей прояву осідань фундаментів із різною площею підшови і побудова на цій основі функціональної залежності, що зв'язує розрахункові та натурні осідання.

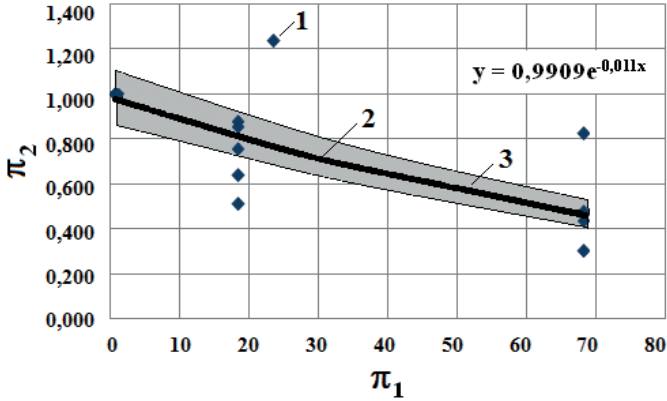


Рис. 7. Залежність між безрозмірними  $\pi$  – комплексами: 1 – вихідні значення; 2 – апроксимація (середнє значення); 3 – діапазон змін апроксимуючої функції

З урахуванням (8) представлена графічна залежність має вигляд:

$$S^H = S^P \cdot (0,9909 \pm 0,1) \cdot e^{(-0,011 \pm 0,002) \cdot \frac{b}{b_0}} \quad (9)$$

Рівність (9) була використана при розробці положень методики визначення осідань фундаментів із круглою та квадратною формою підшови.

Суть методики полягає в тому, що при заляганні в межах стиснутої товщі малодеформованого скелястого ґрунту необхідно розраховані за методикою ДБН осідання ( $S$ ) помножити на коефіцієнт  $m_k$  і коригувальний множник  $m_b$  (10).

$$S = m_k \cdot m_b \cdot S_{ДБН} \quad (10)$$

Коефіцієнт  $m_k$  слід визначати за формулою:  
для круглого фундаменту

$$m_k = \left. \begin{cases} 0,9812 \cdot \left[ 1 - \exp\left(-0,5854 \cdot \frac{2H}{b}\right) \right] \text{ при } \xi \leq 10 \text{ u } h \leq H; \\ 1 \text{ при } \xi > 10 \text{ u } h > H \end{cases} \right\}, \quad (11)$$

$$\xi = \frac{2 \cdot H}{b}$$

для квадратного фундаменту

$$m_k = \left. \begin{cases} 0,9895 \cdot \left[ 1 - \exp\left(-0,5904 \cdot \frac{2H}{b}\right) \right] \text{ при } \xi \leq 10 \text{ u } h \leq H; \\ 1 \text{ при } \xi > 10 \text{ u } h > H \end{cases} \right\}. \quad (12)$$

$$\xi = \frac{2 \cdot H}{b}$$

Коригувальний множник  $m_b$  слід визначати за формулою:

$$m_b = (0,9909 \pm 0,1) \cdot \exp \left[ (-0,011 \pm 0,002) \cdot \frac{b}{b_0} \right]; \quad (13)$$

$$b_0 = 1.$$

Методика має таку особливість: при заляганні в межах стиснутої товщі скельного ґрунту необхідно виконувати розрахунок за методикою ДБН для фіктивної основи відповідно до запропонованої схеми (рис. 8).

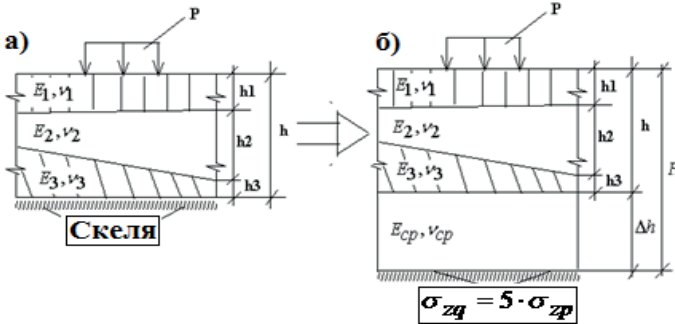


Рис. 8. Розрахункові схеми основи: а) – фактична; б) – фіктивна, де  $E_i, \nu_i$  – фактичні деформаційні характеристики основи;  $E_{ср}, \nu_{ср}$  – те ж саме, осереднені;  $h_i$  – товщина ґрунтових шарів;  $h$  – загальна фактична товщина ґрунтових шарів;  $H$  – загальна товщина стиснутої товщі;  $\Delta h = H-h$ ;  $\sigma_{zq}$  – вертикальні напруження від власної ваги ґрунту на глибині  $z$ ;  $\sigma_{zp}$  – додаткові напруження

Під час перевірки викладеної вище методики на адекватність експериментальним даним зіставлялися фактичні і розраховані з її використанням осідання фундаментів із різною площею (від 0,5 кв. м. до 4624 кв. м.), зведених на основах із різною будовою ґрунтової товщі. Всі натурні осідання потрапили в довірчий інтервал ймовірності, а середньоквадратичне відхилення осідань, розраховане за запропонованою методикою, від їх фактичних значень відрізняється не більше, ніж на 20%.

## ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на основі вперше встановлених закономірностей зміни осідання фундаментів у залежності від масштабного фактора і особливостей будови ґрунтової товщі вирішене актуальне науково-практичне завдання вдосконалення методів розрахунку осідань фундаментів, що має важливе значення для ефективної і безпечної експлуатації об'єктів будівництва.

Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи полягають у наступному:

1. Виконано аналіз і узагальнення результатів досліджень, присвячених методам розрахунку вертикальних деформацій основ, що дозволило сформулю-



вати мету, ідею роботи та основні завдання досліджень, які полягають у вдосконаленні методів визначення осідань великорозмірних фундаментів, вивченні впливу на осідання фундаментів масштабного фактору та особливостей будови ґрунтової товщі.

2. Показано, що осідання фундаментів із шириною (діаметром) підосви від 0,8 до 68 метра, розраховані з використанням методик ДБН і «Пи НАЭ», відрізняються від їх фактичних значень у 2–2,5 рази. При ширині підосви фундаменту в межах від 1 до 10 метрів розбіжність між розрахунковими і фактичними осіданнями не перевищує 20%. При збільшенні товщини ґрунтового шару і інших рівних умовах середні осідання фундаментів зростають.

3. Встановлено, що відносна осідання шару кінцевої товщини суттєво залежать від коефіцієнта Пуассона  $\nu$  та відносної товщини ґрунтового шару  $\xi$ : чим менша відносна товщина, тим менші середні осідання.

4. Встановлено, що осідання, відповідні випадку прослизання ґрунтових шарів на їх контакт при інших рівних умовах, завжди більші осідань, що відповідають випадку повного зчеплення ґрунтових шарів.

Якщо на контакт ґрунтових шарів відсутні дотичні напруження (випадок прослизання), то до деякого значення відносної товщини компресійні відносні осідання перевищують осідання шару кінцевої товщини, після чого вони стають менші осідань шару кінцевої товщини. При цьому осідання шару, що відповідні повному зчепленню, завжди менші компресійних осідань.

5. Показано, що за інших рівних умов відношення теоретичних осідань фундаментів, розташованих на ґрунтовому шарі кінцевої товщини та їх значень, що обчислені в межах гіпотези про необмежену товщину шару, є функцією відносної товщини ґрунтового шару і описується експоненціальною залежністю.

6. Встановлено, що відношення фактичних осідань фундаментів із шириною підосви від 0,8 до 68 метрів і відносній товщині стиснутої товщі від 0,2 до нескінченності до їх значень, розрахованих у рамках моделі пружного ізотропного середовища, є функцією ширини фундаменту і підпорядковується експоненціальній залежності з від'ємним показником ступеня.

7. Удосконалена та доповнена викладена в нормативних документах (ДБН) методика визначення осідань фундаментів на ґрунтовій основі. Показано, що рекомендовані доповнення дозволяють враховувати вплив на осідання фундаментів масштабного фактора (ширини підосви фундаменту) і будови ґрунтової товщі (наявності жорсткого підстилаючого шару).

8. Результати досліджень успішно впроваджені при розрахунку осідань плитного фундаменту 12-поверхового житлового комплексу в м. Черкаси, по вул. Гоголя, 261 у ТОВ «БЕСТ ІНЖЕНІРІНГ України» у вигляді методики визначення деформацій ґрунтових основ і в навчальний процес Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» при підготовці фахівців за спеціальністю «Промислове та цивільне будівництво».

**Основні положення й результати дисертації опубліковані в таких роботах:**

1. Легенченко В.А. Особенности проявления осадок фундаментов, расположенных на ґрунтовом полупространстве и слое конечной толщины / Е.В. Нестерова, В.И. Кабрель, Е.А. Шокарев, А.В. Шаповал, Е.С. Причина, В.А. Легенченко, Е.С. Титякова, В.Г. Шаповал, В.С. Андреев // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2012. – Вип. 71. – С. 165–171.

2. Легенченко В.А. К учету взаимного влияния фундаментов на грунтовым слое конечной толщины / А.В. Шаповал, Е.В. Нестерова, Е.А. Шокарев, В.А. Легенченко // Містобудування та територіальне планування. – Київ: КНУБА, 2013. – Вип. 48. – С. 488–494.

3. Легенченко В.А. К вопросу определения приведенных деформационных характеристик армированных жесткими вертикальными элементами грунтовых оснований / В.А. Легенченко, В.Г. Шаповал, А.В. Шаповал, Е.А. Шокарев, В.С. Андреев // Збірник наукових праць: Серія «Галузеве машинобудування, будівництво». – Полтава: ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка, 2013. – Вип. 3(38). – С. 232–236.

4. Легенченко В.А. Особенности проявления средних осадок большемерных фундаментов / А.В. Шаповал, В.В. Капустин, В.А. Легенченко, В.К. Капустин // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Техника и технологии. – Курск, 2014. – №2. – С. 70–73. (Наукометрична база РІНЦ)

5. Легенченко В.А. Определение реологических свойств замоченных лессовых грунтов / В.Г. Шаповал, В.А. Легенченко, А.В. Шаповал, В.В. Крысан, Ю.Л. Винников, И.В. Мирошниченко // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірн. наук. праць. – Рівне, 2014. – Вип. 28. – С. 448–455.

6. Легенченко В.А. Предельно допустимые осадки большемерных фундаментов / В.А. Легенченко // Вісті Донецького гірничого інституту. – Красноармійськ, 2016. – Вип. 1(38). – С. 100–104.

7. Вовк В.А. Проблемы техногенно-нагруженных районов современного мегаполиса на примере центральной части города Днепропетровска / В.А. Вовк, Е.С. Причина // «Проблемы недропользования»: Материалы Международного форум-конкурса молодых ученых, 22-24 апреля 2009 г., Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный институт, 2009. – С. 57.

8. Legenchenko V.A. Influence of engineering geological features of subsoil structure on large-foundations settlement size (by example of Zaporizhyya power station reactor compartments) / V.A. Legenchenko // Science and technology: Perspectives of the XXI century: Матеріали міжвузівської науково-практичної конф., 04 квітня 2012 р., Дніпропетровськ – Д.:ПГАСА, 2012. – С. 23–24.

9. Легенченко В.А. К вопросу математического моделирования осадок фундаментов с прямоугольной формой подошвы на грунтовом слое конечной толщины / А.В. Шаповал, Е.В. Нестерова, В.И. Кабрель, Е.А. Шокарев, Е.С. Причина, В.А. Легенченко, Е.С. Титякова, В.Г. Шаповал, В.С. Андреев // Проблемы использования информационных технологий в сфере образования, науки и промышленности: Материалы X Междунар. научно-практической конф., 30-31 января 2013 г., Днепропетровск. – Д.: НГУ, 2013. – №1. – С. 69–70.

10. Легенченко В.А. Особенности проявления средних осадок большемерных фундаментов / А.В. Шаповал, Е.А. Шокарев, А.С. Слободянюк, Е.В. Нестерова, В.И. Кабрель, В.Г. Шаповал, Е.С. Титякова, Е.С. Причина, В.А. Легенченко, В.С. Андреев. А.В. Шокарев // Строительство: проблемы и перспективы: Сборник статей по материалам междунар. научно-практической конф. 29-30 марта 2013 г., Махачкала: ДГИНХ, 2013. – С. 251–254.

11. Легенченко В.А. Средние осадки большемерных фундаментов / В.А. Легенченко, А.В. Шаповал, Е.В. Нестерова // Совершенствование техноло-

гии строительства шахт и подземных сооружений: Материалы Международной научно-технической конференции 4 апреля 2013 г., Донецк: «Норд – Пресс», 2013. – Вип. 19. – С. 54–55.

12. Легенченко В.А. Методика учета взаимного влияния фундаментов на грунтовом слое конечной толщины / В.В. Крысан, Е.А. Шокарев, А.В. Шаповал, В.А. Легенченко // Перспективы развития строительных технологий: Материалы VII Междунар. научно-практической конф., 18-19 апреля 2013 г., Днепропетровск. – Д.: НГУ, 2013. – С. 125–129.

13. Легенченко В.А. К учету взаимного влияния фундаментов, расположенных на грунтовом слое конечной толщины / Е.В. Нестерова, А.В. Шаповал, В.Г. Шаповал, В.А. Легенченко, В.С. Андреев // Перспективы развития горного дела и подземного строительства: Материалы V Международной научно-технической конф. «Энергетика. Экология. Человек», 22-24 мая 2013 г., Киев. – К: НТУУ «КПИ», 2013. – С. 64–69.

14. Легенченко В.А. К вопросу адекватного учета глубины залегания уровня подземных вод при определении осадок большеразмерных фундаментов / А.В. Шаповал, Е.С. Титякова, В.А. Легенченко, В.С. Андреев // Форум гірників. Матеріали міжнародної конф., 2-5 жовтня 2013 р., Днепропетровск. – Д.: НГУ, 2013. – Т. 2. – С. 29–34.

15. Легенченко В.А. Реологические свойства обводненных лессовых грунтов Полтавы / В.Г. Шаповал, В.А. Легенченко, И.Ю. Булич, И.В. Мирошниченко // Перспективы развития строительных технологий: Материалы VIII Междунар. научно-практической конф., 24-25 апреля 2014 г., Днепропетровск. – Д.: НГУ, 2014. – С. 172–177.

16. Легенченко В.А. Закономерности проявления фактических и расчетных осадок армированных вертикальными жесткими элементами оснований / Е.А. Шокарев, А.В. Шаповал, В.А. Легенченко, Е.В. Антошенко, В.Г. Шаповал // Перспективы развития строительных технологий: Материалы IX Междунар. научно-практической конф., 23-24 апреля 2015 г., Днепропетровск. – Д.: НГУ, 2015. – С. 198–204.

17. Легенченко В.А. Влияние степени дискретизации конечными элементами строительных конструкций на напряженно-деформированное состояние / В.В. Капустин, А.В. Шаповал, В.А. Шаповал, А.А. Сайтова, В.Г. Шаповал // Перспективы развития строительных технологий: Материалы IX Междунар. научно-практической конф., 23-24 апреля 2015 г., Днепропетровск. – Д.: НГУ, 2015. – С. 235–240.

18. Легенченко В.А. Анализ зависимости значений осадки от размеров подошвы большеразмерных фундаментов / В.А. Легенченко // Форум гірників. Матеріали міжнародної конференції 30 вересня-3 жовтня 2015 р., Дніпропетровськ. – Д.: НГУ, 2015. – Т. 2. – С. 179–182.

19. Легенченко В.А. Методика определения средних осадок фундаментов, расположенных на грунтовом основании / В.А. Легенченко, А.В. Шаповал, Н.А. Петракова // Перспективы развития строительных технологий: Материалы X Междунар. научно-практической конф., 21-22 апреля 2016 г., Днепропетровск. – Д.: НГУ, 2016. – С. 193–201.

20. Легенченко В.А. Предельно допустимые осадки плитных фундаментов / В.А. Легенченко // Донбас 2020: перспективи розвитку очима молодих

вчених: VIII Міжнародний науково-практичний форум 31 травня – 1 червня 2016 р. – Красноармійськ: ДонНТУ, 2016. – С. 51–56.

21. Легенченко В.А. Влияние граничных условий на осадки фундаментов с прямоугольной формой подошвы, расположенных на грунтовом слое конечной толщины / Д.Д. Кивгин, А.В. Шаповал, Е.В. Нестерова, В.И. Кабрель, Е.А. Шокарев, В.А. Легенченко, В.С. Андреев // Будівництво України. – Київ, 2013. – №1. – С. 29–32.

### **Особистий внесок здобувача у роботи, опубліковані в співавторстві:**

[1, 4, 7, 8, 12] – аналіз проблематики, формулювання основних задач, узагальнення результатів досліджень; [5, 10] – проведення аналітичних досліджень, аналіз результатів; [17, 19, 20] – виконання аналітичних досліджень, розрахунків, аналіз результатів; [2, 9, 21] – аналіз проблематики, виконання частини аналітичних досліджень; [3, 11] – перевірка розрахунків, аналіз результатів, формулювання висновків; [6] – виконання розрахунків, аналіз результатів; [16] – розробка розрахункових схем, виконання аналітичних досліджень, формулювання основних задач; [14, 15] – виконання частини аналітичних досліджень, формування основних задач; [13] – виконання розрахунків, аналіз результатів; [18] – розробка методики розрахунку, аналіз та узагальнення результатів досліджень.

## **АНОТАЦІЯ**

Легенченко В.А. Закономірності осідань великорозмірних фундаментів, що розташовані на ґрунтовому шарі кінцевої товщини. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка». Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпро, 2016.

Дисертація присвячена встановленню закономірностей прояву осідань великорозмірних фундаментів від геометричних і гірничо-геологічних параметрів і удосконалення на цій основі прийнятих на цей час методів розрахунку осідань фундаментів, а також наближення вітчизняних норм до світових стандартів.

На основі аналітичних досліджень виявлено взаємозв'язок між середніми осіданнями ґрунтового масиву, на якому розміщені фундаменти з круглою та квадратною формою подошви, що розташовані на ґрунтовому шарі кінцевої товщини та їх осіданнями, що обчислені в межах гіпотези про необмежену товщину шару. Узагальнені закономірності та встановлений взаємозв'язок середніх осідань шару кінцевої товщини при наявності та відсутності дотичних напружень на контакті роздробленого ґрунту та жорсткого підстилаючого шару.

Запропонована методика розрахунку осідань для фундаментів із шириною подошви від 0,8 до 68 метрів, особливістю якої є врахування масштабного фактору та особливостей будови ґрунтової товщі.

Закономірності, отримані в результаті досліджень, використані у методиці визначення деформацій ґрунтових основ і впроваджені при розрахунку осідань плитного фундаменту 12-поверхового житлового комплексу в м. Черкаси, по вул. Гоголя, 261 у ТОВ «БЕСТ ІНЖЕНІРІНГ України».

**Ключові слова:** осідання основ, плитний фундамент, ґрунтовий шар кінцевої товщини, напівпростір, напружено-деформований стан, розрахунок осідань.

## АННОТАЦИЯ

Легенченко В.А. Закономерности осадок большеразмерных фундаментов, расположенных на грунтовом слое конечной толщины. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.09 – «Геотехническая и горная механика». Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепр, 2016.

Диссертация посвящена установлению закономерностей проявления осадок большеразмерных фундаментов от геометрических и горно-геологических параметров и усовершенствования на этой основе принятых в настоящее время методов расчета осадок фундаментов, а также приближение отечественных норм к мировым стандартам.

Выполнен анализ значений предельно-допустимых осадок фундаментов, регламентируемых рядом нормативных документов.

Определено, что существующие методы расчета осадок фундаментов на грунтовом основании требуют анализа и доработки с целью учета влияния на осадки фундаментов масштабного фактора (ширины подошвы фундамента) и строения грунтовой толщи (наличия жесткого подстилающего слоя).

На основе анализа результатов наблюдений за натурными осадками исследуемых зданий и сооружений, расположенных на фундаментах круглой и квадратной формы шириной (диаметром) от 0,8 до 68 метра, и их сопоставление с рассчитанными значениями осадок по методике ДБН и «ПлН АЭ» было установлено, что расчетные осадки превышают фактические в 2-2,5 раза.

В ходе расчетов средних осадок фундаментов была обнаружена зависимость: чем ближе к подошве фундамента залегает жесткий подстилающий слой, тем больше расхождение между расчетными и фактическими осадками фундаментов (примером стало реакторное отделение № 6 Запорожской АЭС).

Выделена необходимость совершенствования методов расчета осадок фундаментов на грунтовом основании.

Выполнены теоретические исследования, направленные на выявление влияния условий на границе слоев из раздробленного и жесткого грунта на осадки фундаментов.

Установлено, что относительные осадки слоя конечной толщины существенно зависят от коэффициента Пуассона  $\nu$  и относительной толщины грунтового слоя  $\xi$ . Осадки, соответствующие случаю проскальзывания грунтовых слоев на их контакте, при прочих равных условиях всегда больше осадок, соответствующих случаю полного сцепления грунтовых слоев.

Показано, что при прочих равных условиях отношение теоретических осадок фундаментов, расположенных на грунтовом слое конечной толщины и их значений, установленных в рамках гипотезы о неограниченной толщине слоя, является функцией относительной толщины грунтового слоя и описывается экспоненциальной зависимостью.

Установлено, что отношение фактических осадок фундаментов с шириной подошвы от 0,8 до 68 метров и относительной толщине сжимаемой толщи от 0,2 до бесконечности к их значениям, установленным в рамках модели упругой изо-

тропной среды, является функцией ширины фундамента и подчиняется экспоненциальной зависимости с отрицательным показателем степени.

Предложена методика расчета осадок для фундаментов с шириной подошвы от 0,8 до 68 метров, особенность которой заключается в том, что при условии залегания жесткого подстилающего слоя в пределах сжимающей толщи, необходимо рассчитанные по методике ДБН осадки умножить на корректирующие множители.

Показано, что рекомендуемые дополнения позволяют выполнить учет влияния на осадки фундаментов масштабного фактора (ширины подошвы фундамента) и строения грунтовой толщи (наличия жесткого подстилающего слоя).

Закономерности, полученные в результате исследований, использованы в методике определения деформаций грунтовых оснований и внедрены при расчете осадок плитного фундамента 12-этажного жилого комплекса в г. Черкассы, по ул. Гоголя, 261 в ООО «БЭСТ ИНЖЕНІРИНГ України».

**Ключевые слова:** осадка оснований, плитный фундамент, грунтовой слой конечной толщины, полупространство, напряженно-деформированное состояние, расчет осадок.

## ABSTRACT

Legenchenko V.A. The relationships of large-foundations settlements, located on soil layer of finite thickness. – Manuscript.

Thesis for a scientific degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 05.05.09 – “Geotechnical and Mining Mechanical Engineering”. – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipro, 2016.

The thesis is devoted to determining the relationships between development of large-foundations settlements and geometry and geological settings, further improving current foundations settlements calculation methods on this basis and improving national standards to the international standards.

A relationship between average rock massif settlements with round and square bottom foundations, which are located on the soil layer of finite thickness, and their settlements calculated using halfspace hypothesis was obtained.

The relationships are generalized and relationship of average settlements of finite thickness layer accounting shear stresses at the contact of crushed soil and rigid underlying layer is established.

The approach of foundation settlements calculation for the foundations with a width from 0.8 to 68 m is proposed. Its feature is accounting the scale factor and structural features of the soil thickness.

Obtained relationships are used in approach for deformations soil bases determination and they are implemented in calculation of slab foundation settlement of 12-th floor residential complex in Cherkasy city, Gogol str., 261, LLC "BEST ENGINEERING Ukraine."

**Key words:** base settlement, slab foundation, soil layer of finite thickness, halfspace, stress-strained state, settlements calculation.

**ЛЕГЕНЧЕНКО Вероніка Андріївна**

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ОСІДАНЬ ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ ФУНДАМЕНТІВ, ЩО  
РОЗТАШОВАНІ НА ҐРУНТОВОМУ ШАРІ КІНЦЕВОЇ ТОВЩИНИ**

(Автореферат)

Здано на складання 19.09.2016. Підписано до друку 19.09.2016. Формат 60×90/16.  
Папір офсетний. Друк ризографічний. Гарнітура Times. Ум. друк. арк. 0,9.  
Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. № № 5151.

---

Видавництво «*Літограф*»  
Ідентифікатор видавця у системі ISBN: 2267  
Адреса видавництва та друкарні:  
49000, Дніпропетровськ, вул. Паторжинського, 29/б  
тел.: (066) 369-21-55, (056)713-57-25  
E-mail: Litograf.dp@gmail.com

