

Рис.1. Сопоставление диаграмм деформирования при сжатии.

1. Контрольная призма (ВЦ 0,6).
2. Цилиндр 3x5см. сплошной пропитка ГМДИ.
3. Первая призма балки, пропитка ГМДИ.
4. Первая призма балки, пропитка 40% ТГТП в толуоле (образец 1).
5. Вторая призма, пропитка 40% ТГТП в толуоле (образец 1).
6. Первая призма балки, пропитка 40% ТГТП в толуоле (образец 2).
7. Вторая призма балки, пропитка 40% ТГТП в толуоле (образец 2).

ГМДИ является летучей токсичной жидкостью, в связи с чем были проведены исследования по возможности его замены на продукт взаимодействия ГМДИ и триметилпропана - (ТГТП), который является нелетучей и нетоксичной жидкостью. Так как ТГТП имеют высокую вязкость, использовали его 40% раствор в толуоле, вязкость раствора составляла 9 сек. Однако, после отверждения ТГТП такой раствор представляет собой гелеподобный материал, который, находясь в объеме бетона, не может увеличить его прочность. Мы предположили, что после заполнения композицией микротрещин и проходных пор в бетоне, толуол будет диффундировать в микропористые зоны бетона, концентрация полимера, заполняющих микротрещины и проходные поры будет увеличиваться, следовательно, будет возрастать его прочность.

Это предположение подтверждает испытание призм 4x4x2см. на сжатие на сервогидравлической машине INSTRON 8802. Призмы вырезались из балки на расстоянии 2 (первая призма) и 4 см (вторая призма) от поверхности пропитки. Как видно из рисунка (Рис 1), призма №3, пропитанная мономером ГМДИ показывает самый высокий модуль и прочность –75 МПа. Первые призмы № 4 и № 6 двух одинаковых образцов, показали прочность около

65 МПа и одинаковый модуль, средний между модулем образца пропитанного мономером ГМДИ и модулем непропитанного контрольного образца. Вторые призмы №5 и №7 показали практически такую же прочность на сжатие как и первые призмы - 60-65 МПа, но угол наклона кривой деформирования оказался таким же, как у контрольной призмы. Вероятно, оставшегося в микро трещинах количества полимера оказалось достаточно для залечивания дефектов в бетоне и упрочнения контактной зоны, но не достаточно для существенного увеличения модуля пропитанного бетона.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Баженов Ю.М. Бетонополимеры(Москва, Стройиздат, 1983)
2. Tazawa E, Kobayachi S., «Properties and Applications of Polymer impregnated cementions Materials», Polymders in Concreate, Publ. SP-30, Amer Concr. Institute, Detroit, 1973
3. Патент США №4142344 кл.Е04В 1/35,1979;
4. Н. В. Савицкий, Р. А. Веселовский // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: Сб. научн. тр. – Днепропетровск: ПГАСА, 2005.- Вып.35.-С. 105-108
5. Патент Франции №2689921, кл. Е04В 1/64, 1993
6. Веселовский Р.А.Сб. Физико-химия многокомпонентных полимерных систем, том 1 (Киев, Наукова Думка, 1986) сс.379
7. Веселовский Р.А., Регулирование адгезионной прочности полимеров (Киев, Наукова Думка, 1988) сс.176
8. Veselovsky R., Kestelman V., Adhesion of Polymers (McGraw Hill, New York, 2003) pp.400
9. Фриш К., Химия полиуретанов (Москва, Химия, 1976)

УДК 624.131.23

ТРИВАЛО ОБТИСНЕНІ ЛЕСОВІ ОСНОВИ ФУНДАМЕНТІВ ПРИ ПІДТОПЛЕННІ ТЕРИТОРІЙ д.т.н., проф. Винников Ю.Л., д.т.н., проф. Семко О.В., к.т.н., доц. Гранько О.В.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Постановка проблеми. Через дорожнечу нового будівництва чи його неможливість в умовах щільної міської забудови збільшуються обсяги реконструкції будівель і споруд. Проектуються та влаштовуються переважно надбудови і перепланування внутрішнього простору приміщень, що викликають зростання навантаження на фундаменти [1, 2].

Підтоплення територій, характерне для сучасної міської забудови, негативно впливає на властивості основ, що складені лесовими ґрунтами (що вкривають близько 70 % території України), та стан матеріалу фундаментів. Експериментальні дослідження [3, 4], зокрема, доводять, що при замоканні леси знижують свої механічні властивості й переходять у деградований стан.

Отже, виникає проблема можливості виявлення резервів несучої здатності замкнених лесових основ для використання основ і фундаментів у існуючому вигляді при реконструкції будівель і споруд.

Аналіз публікацій. Рядом авторів [1, 2, 5-8] було встановлено, що при певних умовах (співвідношенні середнього тиску під подошвою фундаменту до розрахункового опору природного ґрунту $p/R > 0,7$) тривале обтиснення основ фундаментів приводить до поліпшення будівельних властивостей ґрунтів, зокрема зменшення коефіцієнта пористості e та збільшення величин його механічних властивостей (питомого зчеплення c , кута внутрішнього тертя ϕ та модуля деформації E).

Невирішеним питанням, між тим, залишається не достатнє вивчення зміни величин фізико-механічних характеристик саме лесових ґрунтів тривало обтиснених основ при підтопленні територій та врахування цього явища при проектуванні реконструкції будівель і споруд.

Мета статті – дослідити кількісний бік зміцнення замкнених лесових ґрунтів від їх тривалого обтиснення подошвою фундаментів і змінність геометричних розмірів існуючих фундаментів.

Викладення основного матеріалу. Для кількісної оцінки зміцнення замкнених лесових ґрунтів від їх тривалого обтиснення проводились натурні дослідження на 18 об'єктах Полтавщини. Вік їх експлуатації складав переважно від 30 до 50 років. Більшість з будівель – дво- й триповерхові з цегляними несучими стінами. Фундаменти – стрічкові та стовпчасті з глибиною закладання $d = 1,5-3,5$ м. Ширина стрічкових фундаментів $b = 0,95-1,0$ м. Основою фундаментів служили лесові суглинки від твердих до тугопластичних з коефіцієнтом водонасичення $S_r \geq 0,80$. Відбір зразків ґрунту виконували природної структури та з-під подошви фундаменту із шурфів, пошарово при товщині кожного шару 25-30 см.

Лабораторні дослідження показали, що тривале обтиснення ґрунтової основи фундаментом, за умов співвідношення середнього тиску під подошвою фундаменту до розрахункового опору природного ґрунту $p/R \geq 0,65-0,70$, приводить до утворення під його подошвою ущільненої зони. Вона не перевищує $0,5b$ та складає $0,35-0,5$ м. На рис. 1 можна прослідкувати за тим, як величина модуля деформації змінюється з глибиною. З наближенням до подошви фундаменту величина модуля деформації ґрунту зростає. У межах ущільненої зони під фундаментом щільність сухого ґрунту характеризується підвищенням до 6%. У середньому значення питомого зчеплення зростає на 18%, а модуля деформації E – на 19%. Значення кута внутрішнього тертя ϕ залишалось постійним або збільшувалось на 1-2°.

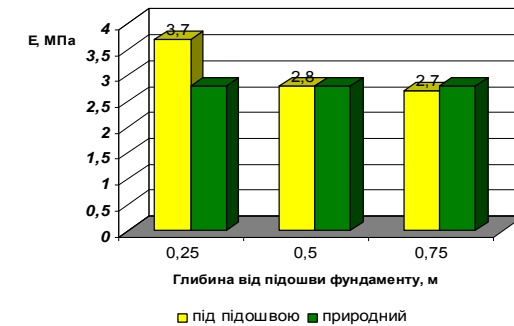


Рис. 1. Зміна модуля деформації ґрунту за глибиною масиву під подошвою фундаменту

При співвідношенні $p/R < 0,65$ фізико-механічні характеристики тривало обтиснених замкнених лесових ґрунтів практично не змінюються. Зміцнення замклого ґрунту під подошвою фундаменту відбувається внаслідок його ущільнення та утворення нових водно-колоїдних зв'язків між частками ґрунту.

Також для кожного об'єкта визначали коефіцієнти зростання питомого зчеплення K_c (співвідношення значень питомого зчеплення замклого ґрунту після його тривалого обтиснення подошвою фундаменту та в його природному замкломому стані) та модуля деформації K_E (те ж для модуля деформації ґрунту під подошвою фундаменту).

Після аналізу отриманих даних величину коефіцієнту зростання питомого зчеплення при $p/R \geq 0,65$ пропонується визначати за емпіричною лінійною залежністю (при коефіцієнтах кореляції $r = 0,898$ та варіації $v = 0,043$)

$$K_c = 0,69 + 0,60 \cdot (p/R) \quad (1)$$

Коефіцієнт зростання модуля деформації ґрунту для тих же меж співвідношення p/R можна розраховувати за аналогічною залежністю (при $r = 0,955$ та $v = 0,046$)

$$K_E = 0,36 + 1,09 \cdot (p/R) \quad (2)$$

Тобто, знаючи співвідношення p/R , множенням значень питомого зчеплення c та модуля деформації E для природного лесового ґрунту в замкломому стані на коефіцієнти K_c і K_E можна визначити їх величини після тривалого обтиснення основи за формулами:

$$c_t = c \cdot K_c \quad (3)$$

$$E_t = E \cdot K_E \quad (4)$$

Отже, зміцнення лесових ґрунтів унаслідок їх тривалого обтискання подошвою фундаменту за умов замкнення основи можливо враховувати при проектуванні збільшення навантаження на існуючі фундаменти. За виразами (1) і (2), можна знайти величини питомого зчеплення та модуля деформації замклого лесового ґрунту після тривалого обтиснення його фундаментом.

Крім дослідження фізико-механічних властивостей ґрунтів на об'єктах проводились визначення геометричних розмірів фундаментів, а саме глибини закладання d та ширини їх подошви b .

Так змінність геометричних параметрів фундаменту при проведенні реконструкції одного з об'єктів (вул. Лермонтова, 3 у м. Полтаві) досліджено по всій довжині будівлі. Заміри велись за двома осями. Всього отримано по 118 значень d і b . Інтервал між дослідними перерізами склав у середньому 470 мм.

Фундаменти – влаштовані з вийманням ґрунту, стрічкові, бутові. Середня глибина закладання підшови фундаментів $d = 1,80$ м, а їх ширина $b = 0,65$ м.

Зі статистичного аналізу змінності випадкових величин (глибини закладання та ширини підшови фундаменту) отримано наступне. Величини математичного очікування глибини закладання та ширини підшови фундаменту відповідно склали $\bar{d} = 180$ см і $\bar{b} = 64,8$ см; середньоквадратичні відхилення $\sigma_d = 4,9$ і $\sigma_b = 7,6$; коефіцієнти варіації $\nu_d = 0,03$ і $\nu_b = 0,12$. Для розрахунку параметрів нормального розподілу глибини закладання фундаменту d , діапазон значень випадкових величин поділили на 7 рівних інтервалів з кроком $h = 4$ см (від 164 см до 192 см). Експериментальний полігон f_i^* та нормальний розподіл $p(d)$ випадкових величин для глибини закладання фундаменту подано на рис. 2.

Аналогічний розрахунок виконано й при перевірці нормального розподілу для ширини підшови фундаменту b . Діапазон значень випадкових величин поділено на п'ять рівних інтервалів з кроком $h = 5$ см (40-90 см). Експериментальний полігон f_i^* та нормальний розподіл $p(b)$ випадкових величин для ширини підшови фундаменту подано на рис. 3.

Отже, шляхом натурних замірів геометричних розмірів фундаментів будівлі та подальшої статистичної обробки даних встановлена правомірність застосування закону нормального розподілу випадкових величин до глибини закладання фундаментів і ширини їх підшови.

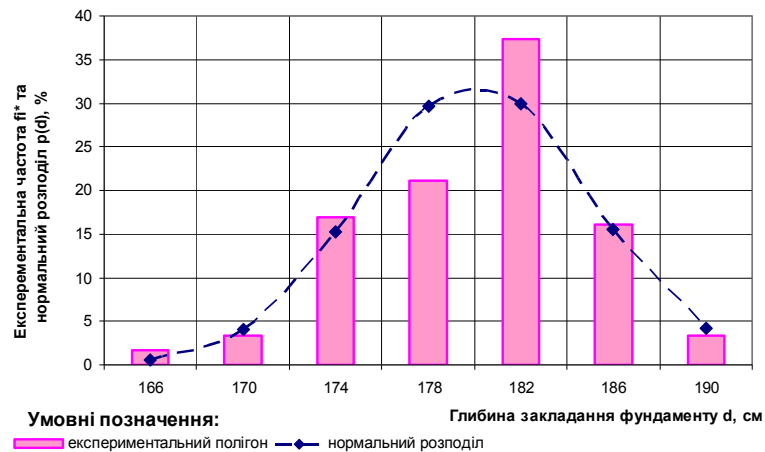


Рис. 2. Експериментальна частота та нормальний розподіл глибини закладання фундаменту d

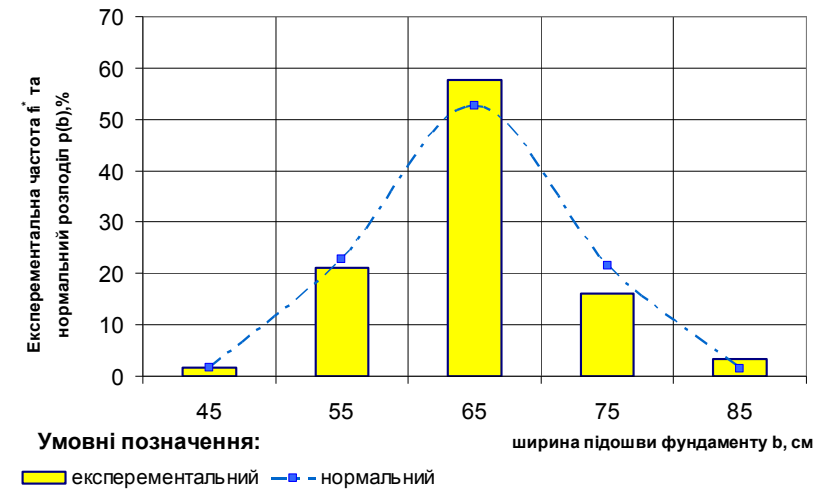


Рис. 3. Експериментальна частота та нормальний розподіл ширини фундаменту b

Висновки. При співвідношенні середнього тиску під підшовою фундаменту до розрахункового опору ґрунту природної структури $p/R < 0,65$ ущільненої зони ґрунту під фундаментами практично не зафіксовано. У разі співвідношення $p/R \geq 0,65$ при тривалому обтисненні лесових основ будівлями, навіть у замкломому стані, утворюється ущільнена зона ґрунту, товщина якої складає 0,35-0,50 м. Коефіцієнти зростання значень модуля деформації та питомого зчеплення ґрунту в її межах лінійно залежать від співвідношення середнього тиску під підшовою фундаменту до розрахункового опору замклого ґрунту природної структури p/R . Значення кута внутрішнього тертя ґрунту обтисненої основи постійне чи збільшується на 1-2.

При обстеженні геометричних розмірів фундаментів будівель встановлена правомірність застосування закону нормального розподілу випадкових величин до глибини закладання та ширини підшови фундаментів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Полищук А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. – Нортэмптон: STT; Томск: STT, 2004 – 476 с.
2. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. – М.: ВНИИТПИ, 2000. – 318 с.
3. Черный Г.И. Дegradaция лесовых грунтов при длительном замачивании и защита зданий и сооружений // Современные проблемы строительства и защиты зданий, сооружений на просадочных грунтах. – Запорожье: НИИСК, 1999. – С. 19-23.

4. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: Підручник/ Н.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников – Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с.
5. Швець В.Б., Феклин В.И., Гинзбург Л.К. Усиление и реконструкция фундаментов. – М.: Стройиздат, 1985. – 204 с.
6. Лобачева Н.Г., Петраков А.А. Изменение расчетных параметров грунта основания при использовании метода уплотняющих давлений// Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. – Вип. 61. – Т. 2. – К.: НДІБК, 2004. – С. 59-63.
7. Корниенко Н.В., Келкай Д.М. Подтопление промышленной площадки на лессовых грунтах// Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. – Вип. 61. – Т. 2. – К.: НДІБК, 2004. – С. 338-342.
8. Корнієнко М.В., П'ятков О.В., Диптан Т.В. Про визначення розрахункового опору лесових основ в умовах тривалої експлуатації будівель // Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. – Вип. 54. – К.: НДІБК, 2001. – С. 352-358.

УДК 624.151

**ПРО ВПЛИВ ЗМІННОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
НА УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ МАСИВНИХ НАСИПІВ**

д.т.н., проф. Ю.Л. Винников, аспірант М.О. Харченко

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. Дослідження штучних основ, виконаних ущільненням ґрунту, проводяться давно, але на сьогодні практично невідомо як впливає змінність (мінливість) технологічних параметрів їх зведення на показники штучних ґрунтових масивів. За такі параметри приймаються маса ущільнюючих механізмів; кількість їх проходів за одним слідом; режим роботи (вібраційний чи безвібраційний); висота скидання трамбівки; фактична товщина шару, що ущільнюється; вологість і гранулометричний склад ґрунту. Відсутні узагальнені статистичні дані про властивості ущільненого ґрунту в залежності від технологічних параметрів їх зведення, не розроблені методи розрахунку штучних основ з точки зору їх неоднорідності й надійності.

Отже, дослідження статистичних показників характеристик ущільненого ґрунту штучних основ залежно від мінливості технологічних параметрів їх зведення має певне теоретичне і практичне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми. Про удосконалення відповідних існуючих норм [1-3] свідчать нещодавні роботи у галузі ущільнення ґрунтів для створення ефективних штучних основ [4-6].

Дослідженнями залежності механічних властивостей штучного середовища від щільності ґрунту та технологічних параметрів його утворення присвячені праці В.Д. Казарновського, В.І. Коваленка, В.І. Крутова, М.М. Маслова, Н.Я. Хархути, М.О. Цитовича, Х.М. Шахунянца та ін. Однак, вони досліджували, головним чином, вплив на міцність і деформативність

штучної основи вологості та щільності скелета ґрунту. А ось проблема впливу змінності технологічних параметрів на розподіл величин характеристик ущільненого ґрунту залишається відкритою.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Відповідно до проектної та виконавчої документації зведення штучних основ поверхневим ущільненням ґрунту близькі за товщиною до проектного значення шари ґрунту з близькою до оптимальної вологістю ущільнюються відповідними механізмами рівномірно по площі. Це може бути реально при спорудженні ґрунтових подушок невеликої площі. При зведенні ж масивних штучних основ має місце значна мінливість розподілу по площі ущільнюючого навантаження на ґрунт.

Товщина відсипаних шарів також коливаються у значних межах. Це пояснюється топографічною особливістю місцевості й інколи невиправданою трудомісткістю при контролі за цим параметром, особливо при великих об'ємах земляних робіт і багатошаровій конструкції насипів. Вологість ґрунту також коливається у значних межах, що пояснюється природними та технологічними факторами.

Контроль за однорідністю ґрунту за складом при великих об'ємах земляних робіт викликає значних витрат людської праці. З досвіду зведення масивних подушок такий контроль ведеться лише візуально.

Тому за **метою роботи** було поставлено експериментально визначити характер мінливості технологічних параметрів при зведенні масивних насипів і дослідити їх вплив на змінність характеристик ущільненого ґрунту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Протягом трьох років спеціалістами ПолтНТУ та інженерної фірми "ЕКФА" виконувалося науково-технічне супроводження влаштування штучного насипу під основні та допоміжні будівлі металургійного заводу "Ворскла Сталь". Одним із його елементів був геотехнічний контроль якості ущільнення розкривних порід Єрестовського та Лавриковського родовищ залізних кварцитів, які використовувалися в якості матеріалу для насипу.

Робота по ущільненню ґрунту виконувалася захватками. Їх кількість склала 58, а площа кожної коливалася у межах 13000–20000 м² при кількості шарів 6-16. Для кожного з них фіксувалися його товщина, технічні характеристики механізмів, кількість їх проходів за одним слідом та інші впливи на шар, гранулометричний склад ґрунту, а також погодні умови. Далі методом ріжучих кілець відбиралися зразки ґрунту, визначалися щільність скелета ґрунту та його вологість. За схожістю умов ущільнення ґрунту вибірки об'єднувалися у типи. Загальна кількість поодиноких визначень склала близько 3000 значень.

У табл. 1 наведені значення математичних очікувань (середніх значень) і коефіцієнтів варіації щільності скелета ґрунту, його вологості, товщини шару, ущільнюючого тиску, а також вид ґрунту та вміст у ньому домішок.

Для отримання кількісного та якісного впливу змінності технологічних параметрів на щільність скелета ущільненого ґрунту і розкид цих значень використані методи експериментально-статистичного моделювання і математична обробка результатів за допомогою сучасного програмного забезпечення [7-10].