



ISSN 1819-432X print / ISSN 1993-3495 online

СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2011, ТОМ 7, № 2, 99–104

УДК 624.1

ПРОБЛЕМИ УКРІПЛЕННЯ ЛЕСОВИХ ПРОСАДНИХ ҐРУНТІВ ПІД ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

В. М. Величко, Л. О. Куцевол

*Черкаський державний технологічний університет,
бул. Шевченка, буд. 460, м. Черкаси, Україна, 18006.*

E-mail: serj-luda@rambler.ru

Отримана 29 квітня 2011; прийнята 27 травня 2011.

Анотація. У статті розглянуто проблему влаштування основ та фундаментів на просадних лесових ґрунтах. Наведено основні властивості лесового ґрунту. Проаналізовано вплив цих властивостей на улаштування основ і фундаментів на просадних лесових ґрунтах. Проведено аналіз існуючих методів укріплення лесового просадочного ґрунту, а також проблеми їх застосування.

Ключові слова: лесовий просадний ґрунт, основа, фундамент, ущільнення.

ПРОБЛЕМЫ УКРЕПЛЕНИЯ ЛЕССОВЫХ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ПОД ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

В. Н. Величко, Л. А. Куцевол

*Черкасский государственный технологический университет,
бул. Шевченко, д. 460, г. Черкассы, Украина, 18006.*

E-mail: serj-luda@rambler.ru

Получена 29 апреля 2011; принята 27 мая 2011.

Аннотация. В статье рассмотрено проблему устройства оснований и фундаментов на просадочных лессовых грунтах. Приведены основные свойства лессового грунта. Проанализировано влияние этих свойств на устройство оснований и фундаментов на просадочных лессовых грунтах. Проведено анализ существующих методов укрепления лессового просадочного грунта, а также проблемы их применения.

Ключевые слова: лессовый просадочный грунт, основание, фундамент, уплотнение.

THE PROBLEMS OF STABILIZATION OF LOESS SUBSIDED SOILS FOR BASES AND FOUNDATIONS

Velychko Valentina, Kutsevol Lyudmyla

Cherkasy State Technological University,
460, Shevchenko blvd., Cherkassy, Ukraine, 18006.

E-mail: serj-luda@rambler.ru

Received 29 April 2011; accepted 27 May 2011.

Abstract. The article handles the problem of base and foundation arrangement on loess subsided soils. The main features of the loess soils are given. The article gives analysis of the effect of these features on the base and foundation arrangement on loess subsided soils. The existing methods of loess subsided soil stabilization, as well as problems of their implementation are analyzed.

Keywords: loess subsided soil, base, foundation, compaction.

Постановка проблеми

Значна територія України (зокрема і Черкаська область) розташована на лесових ґрунтах (рисунок 1) [1]. Лесовими ґрунтами вважаються пилувато-глинясті ґрунти: суглинки, іноді супіски або глини, які мають властивість просадочності. В таких ґрунтах після зволоження при дії напруженого стану від власної ваги або власної ваги і ваги будівлі чи споруди виникає додаткова деформація (до осідання) – просідання. Бу-

дова лесової товщі та особливості властивостей лесового ґрунту стали основою розподілу лесових на шарувань на два типи. До першого типу ґрунтових умов віднесено такі товщі лесового ґрунту, де просідання від власної ваги зволоженого ґрунту не відбувається або не перевищує 5 см; $p_{sl} > G_{zp}$, чи $p_{sl} < G_{zg}$ у межах 2 м. До другого типу ґрунтових умов віднесені такі товщі, де просідання від власної ваги зволоженого ґрунту більше як 5 см: $p_{sl} < G_{zg}$ у межах товщі, яка



Рисунок 1. Схема розміщення лесових ґрунтів за типом просадочності.

більше ніж 2 м (де відповідно p_{sl} – початковий тиск просадочності; G_{zp} – додатковий тиск; G_{zg} – тиск від власної ваги ґрунту [1]).

Властивість лесових ґрунтів досить легко розмочуватись, а після водонасичення і дії ударних або вібраційних навантажень взагалі перетворюватись на пливуні, зумовлює необхідність виконання певних заходів для зниження шкідливого впливу просідання на будівлі і споруди, що зводяться на цих ґрунтах. Так, значний ризик руйнування мають будівлі і споруди, що знаходяться на прибережних територіях. Особливо це небезпечно під час паводків, коли рівень ґрунтових вод на прибережних територіях підвищується і виникає загроза замочування лесових ґрунтів під фундаментами. Підтоплення провокує розвиток просідання лесових ґрунтів і перехід їх у пливунний стан, виникнення й розвиток зсувів, набухання глинистих ґрунтів [1]. Так, у квітні 2006 року в Черкаській області розвиток весняного водопілля призвів до значного перезволоження ґрунтів та підйому рівнів ґрунтових вод, що в свою чергу призвело до виникнення загрози руйнівних процесів будинків і споруд на прибережних територіях.

Основна частина

Щоб частково або повністю усунути просадочність, основи та фундаменти на лесових просадних ґрунтах рекомендується влаштовувати наступними способами: механічне ущільнення, закріплення ґрунту, армування ґрунту елементами підвищеної міцності [1, 3].

Механічне ущільнення виконують шляхом трамбування, витрамбовування, улаштування ґрунтових подушок та ґрунтових паль, використання забивних блоків, попереднє замочування одно- або двостадійне з вибухами або без них.

Поверхнєве ущільнення важкими трамбівками виконують шляхом вільного скидання трамбівки вагою 3–7 т з висоти 4–8 м. Трамбування виконують по всій площі споруди або в окремих котлованах, де розташовані фундаменти. Поверхнєве ущільнення ґрунту важкими трамбівками відрізняється від пошарового тим, що щільність (об'ємна вага скелету) ґрунту зменшується з глибиною (рис. 2) [3]. Застосовується найчастіше на майданчиках з першим типом ґрунтових умов

по просадочності. На майданчиках за другим типом ґрунтових умов застосовується спільно з водозахисними і конструктивними заходами.

Витрамбовування здійснюється шляхом скидання трамбівки вагою 1,5–5,5 т по напрямній з висоти 6–8 м. В результаті в основі котловану утворюється ущільнена зона, ґрунт втрачає просадочні властивості і має підвищені міцнісні і деформаційні характеристики.

ґрунтова подушка – шар ущільненого ґрунту – улаштовується шляхом пошарової відсіпки місцевих ґрунтів в межах зони основи, що деформується, з подальшим ущільненням укачуванням або трамбуванням.

Глибинне ущільнення посадних ґрунтів ґрунтовими палями здійснюється за рахунок витіснення ґрунту в різні боки при пробиванні свердловин або розширенні свердловин-шпурів енергією вибуху. Отримані свердловини засипають місцевим глинистим ґрунтом з пошаровим ущільненням для збереження нового стану щільності ґрунту.

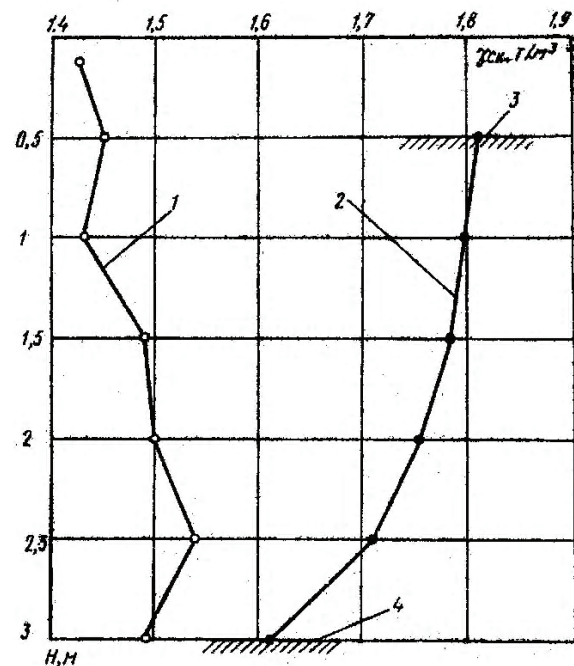


Рисунок 2. Графік зміни об'ємної ваги скелету лесового ґрунту по глибині: 1 – до ущільнення; 2 – після ущільнення трамбівкою діаметром 1,6 м, вагою 5,5 т; 3 – відмітка поверхні після трамбування; 4 – границя достатньо ущільненого шару для просадних ґрунтів.

Ущільнення попереднім замочуванням ґрунтується на здатності посадочних ґрунтів самоущільнюватись при замочуванні під дією власної ваги на майданчиках з другим типом ґрунтових умов. Але ущільнення відбувається лише з певної глибини, верхні шари ґрунту залишаються не ущільненими. Тому цей метод застосовується в комплексі з іншими.

Закріплення ґрунту відбувається шляхом силікатизації, випалювання, глинизації, застосування хімічних сполук (наприклад, розчину рідкого скла) та ін. [3].

Силікатизація ґрунтується на застосуванні неорганічних високомолекулярних з'єднань – силікатних розчинів і їх похідних, які при з'єднанні з коагулянтот утворюють гель кремнієвої кислоти, що цементує частинки ґрунту. Термічне закріплення засноване на нагнітанні розпечених газів, які, проникаючи у пори, обпалюють просадочний ґрунт і збільшують його міцність. Цементация, глинизация і бітумізация виконується шляхом нагнітання тампонажних розчинів через ін'єктори, встановлені в пробурених свердловинах.

Армування ґрунту виконують шляхом улаштування паль з ґрунтоцементу (рис. 3) [5] або ґрунтошлаку.

Останнім часом велике значення у застосуванні того чи іншого методу є його безпечність по

відношенню до навколишнього середовища. Саме тому альтернативою хімічного закріплення, хімічні речовини якого забруднюють ґрунт і ґрунтові води, в Німеччині було розроблено струменевий метод закріплення ґрунту ґрунтоцементними пальами. За [4] основні етапи процесу улаштування ґрунтоцементних паль (рис. 4): буріння свердловини; початок нагнітання ґрунтоцементу; виготовлення стовпа із закріпленого ґрунту; повторення процесу з перехлестом. Технологія виконання: виконується буріння свердловини діаметром близько 70 мм буровою установкою, що обертається, з промиванням. Після досягнення кінцевої глибини ґрунт розрізається струменями високого тиску від 200 до 600 бар з води або цементної суспензії і поглинає їх. Частина ґрунту вимивається із свердловини, а та частина, що лишилась, змішується на місці з цементною суспензією. При цьому утворюється розчин, міцність якого визначається ґрунтовим заповнювачем.

В останні роки в Україні також поширився метод цементації по бурозмішувальній технології, коли в процесі буріння свердловини спеціальною буровою насадкою відбувається руйнування природного ґрунту і його перемішування з цементним розчином без вилучення ґрунту на поверхню. В результаті твердіння суміші утворюється міцний ґрунтоцементний елемент, який не розмочується у водному середовищі [2].

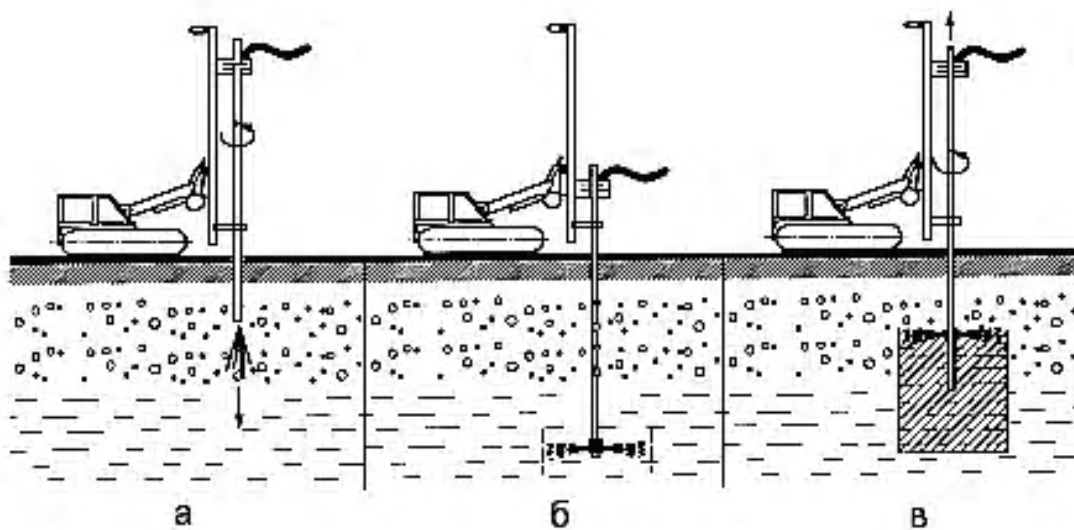


Рисунок 3. Схема улаштування ґрунтоцементної палі: а – буріння свердловини; б – подача цементної суспензії; в – улаштування палі.

Хоч ці методи є досить ефективними, та існує ряд проблем, які заважають їх більш широкому використанню. Так, в Німеччині для застосування струменевого методу потрібно мати спеціальний дозвіл, який на цей час отримало лише кілька фірм [4]. А проблемою використання методу цементації за бурозмішувальною технологією у нас є його недостатня нормативна база.

Висновок

Методів і матеріалів укріплення лесових просадних ґрунтів багато, вони постійно вдосконалюються. Та існує проблема недостатності висвітлення цих вдосконалих методів у нормативній літературі, що в свою чергу стримує їх практичне застосування.

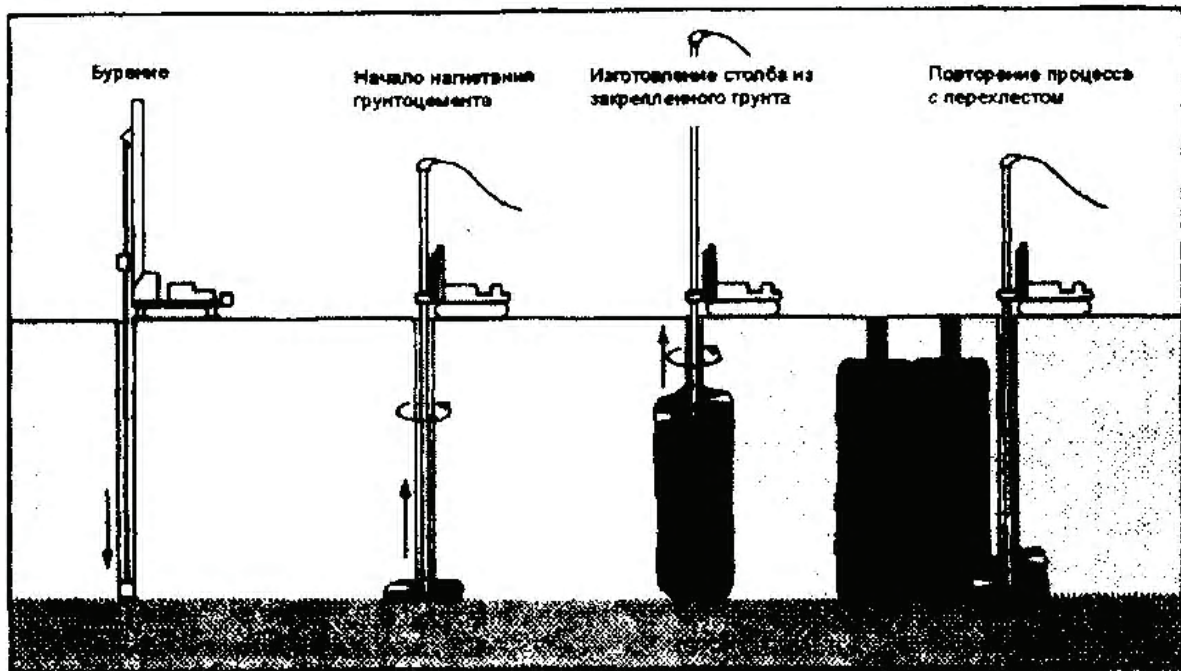


Рисунок 4. Фази виконання закріплення методом струменевих технологій.

Література

1. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: Підручник / М. Л. Зоценко, В. І. Коваленко, А. В. Яковлєв [та ін.]. – Вид. 2-е, перероб. і доп. – Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с.: іл.
2. Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов / ПГАСА. – Вып. 56. – Днепропетровск: ПГАСА, 2010. – 680 с. (в обл.).
3. Руководство по производству и приемке работ при устройстве оснований и фундаментов / Ред. С. В. Великина. – М.: Стройиздат, 1976. – 240 с.
4. Хильмер, К. Повреждение подземных конструкций / К. Хильмер; пер. с нем. А. И. Маркова. – Запорожье: ООО «ИПО "Запоріжжя"», ООО «Настрой», 2009. – 408 с. – ISBN 978-966-7732-76-9.
5. Струйная технология устройства грунтоцементных свай [Электронный ресурс] / ИП З. М. Га-раев. – Режим доступа: <http://www.drillings.su/svai-grunt2.html>.

References

1. Zocenko, M. L.; Kovalenko, V. I.; Jakovljevic, A. V. [et al.]. Engineering geology. Soil mechanics, bases and foundations. Course book. Poltava: PNTU, 2004. 568 p. (in Ukrainian)
2. Scientific works "Engineering, material studies, machine building", Vol. 56. Dnepropetrovsk: PGASA, 2010. 680 p. (in Russian)
3. Manuals to make and accept bases and foundations. Ed. S. V. Belikina. Moscow: Sroizdat, 1976. 240 p. (in Russian)
4. Hilmer, K. Damages of underground structures. Translation from German. A. I. Markova. Zaporozhe: ООО "IPO "Zaporizhzhja", ООО "Nastroy", 2009. 408 p. ISBN 978-966-7732-76-9. (in Russian)
5. <http://www.drillings.su/svai-grunt2.html>.

Величко Валентина Миколаївна – старший викладач кафедри будівельних конструкцій Черкаського державного технологічного університету. Наукові інтереси: методи закріплення основ і посилення фундаментів.

Куцевол Людмила Олександрівна – аспірант кафедри промислового і цивільного будівництва Черкаського державного технологічного університету. Наукові інтереси: технологія робіт по закріпленню ґрунту.

Величко Валентина Николаевна – старший преподаватель кафедры строительных конструкций Черкасского государственного технологического университета. Научные интересы: методы закрепления основ и усиления фундаментов.

Куцевол Людмила Александровна – аспирант кафедры промышленного и гражданского строительства Черкасского государственного технологического университета. Научные интересы: технология работ по укреплению грунта.

Velychko Valentina – a senior teacher of the department «Building structures» of the Cherkasy state technological university. Research interests: the methods of the fastening of the bases and the strengthening of the foundation.

Kutsevol Lyudmyla – a graduate student of the department «Industrial and civil engineering» of the Cherkasy state technological university. Research interests: the technology of the soil solidification works.