

ДЕЯКІ МЕТОДИ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА ПРОГНОЗ ОСІДАНЬ СЛАБКИХ ГЛИНИСТИХ ВОДОНАСИЧЕНИХ ОСНОВ

Мосічева І.І.

Одеська державна академія будівництва та архітектури
м. Одеса, Україна

АНОТАЦІЯ: Розглянуто ефективні способи зміцнення слабких основ при будівництві в місцях залягання потужних товщ слабких водонасичених глинистих ґрунтів та виконано прогноз їх осідання з часом.

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены эффективные способы укрепления слабких оснований при строительстве в местах залегания мощных толщ слабых водонасыщенных глинистых грунтов и выполнен прогноз их осадки во времени.

ABSTRACT: The effective methods of strengthening of weak bases at building in the places of occurrence of powerful layers of weak water-saturated clay soils are considered and their sediments prognosis in time is performed.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: передбудівельне ущільнення, вертикальні піщані дрени, дренажні прорізи, консолідація.

В даний час все більшого поширення набуває забудова площ поблизу різних водойм, а також освоєння новостворених намитих територій, складених, як правило, глинистими водонасиченими (мулистими) ґрунтами.

Використання наукових досягнень в області розрахунку, проектування і будівництва споруд на слабких ґрунтах дозволяє знизити вартість будівництва і забезпечити нормальні умови їх тривалої експлуатації.

Ущільнення слабких глинистих водонасичених ґрунтів відбувається протягом досить тривалого часу. Осідання споруд, зведених на них, тривають роки, а іноді і десятиліття. Це пояснюється дуже малою фільтраційною здатністю цих ґрунтів.

З огляду на вкрай низьку несучу здатність і надмірну стисливість глинистих водонасичених ґрунтів, для можливості використання їх в якості основ споруд необхідно передбачати проведення спеціальних інженерних заходів з метою поліпшення їх будівельних властивостей. В якості таких заходів і для скорочення часу ущільнення водонасичених ґрунтів виконується їх передбудівельне ущільнення [1] з влаштуванням в них вертикальних дренажних прорізів (ВДП), або вертикальних піщаних дрен (ВПД). Схема ущільнення основи з ВДП приведена на рис. 1.

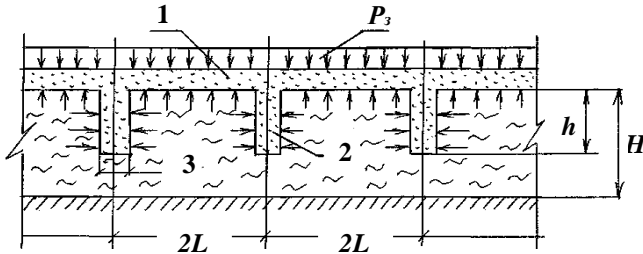


Рис. 1. Схема ущільнення основи з недосконалими вертикальними дренажними прорізами: 1 – дренаючий шар з піску; 2 – вертикальні дренажні прорізи (ВДП); 3 – слабкий глинистий ґрунт (мул)

Відстань $2L$ між ВДП залежить від фільтраційних властивостей ґрунту, що ущільнюється, і заданого часу передбудівельного ущільнення, визначається розрахунком і зазвичай знаходиться в межах від 4 до 7 м.

ВДП зазвичай влаштовують в тих районах, де дренаючий матеріал (пісок, гравій, шлак) має низьку вартість, тому що для їх влаштування потрібна значна кількість цього матеріалу. Так, наприклад, при глибині прорізів $= 5,0$ м, шириною $2b = 50$ см і відстані між ними $2L = 5,0$ м буде потрібно 5 тис. м^3 піску на пристрій ВДП на території площею 1 га.

При розрахунку передбудівельного ущільнення слабких основ з влаштованими в них ВДП слід враховувати зазначену у [2] різницю у величинах осідань поблизу прорізів і при віддаленні від них, що зумовлено різною стисливістю водонасиченого глинистого ґрунту і дренаючого матеріалу. З метою оцінки ефективності застосування ВДП були виконані модельні (в масштабі 1:20) експериментальні дослідження з консолідації шару пасти з мулу суглинистого, відібраного з проміжної зони гідровідвалу в лимані м. Аджалик (п. Южний, Одеської обл.) [3]. За результатами чотирьох серій дослідів були побудовані графіки залежності осідання (S) зазначеного шару мулової пасти від часу (t) його консолідації (рис. 2).

Час t , хвил.

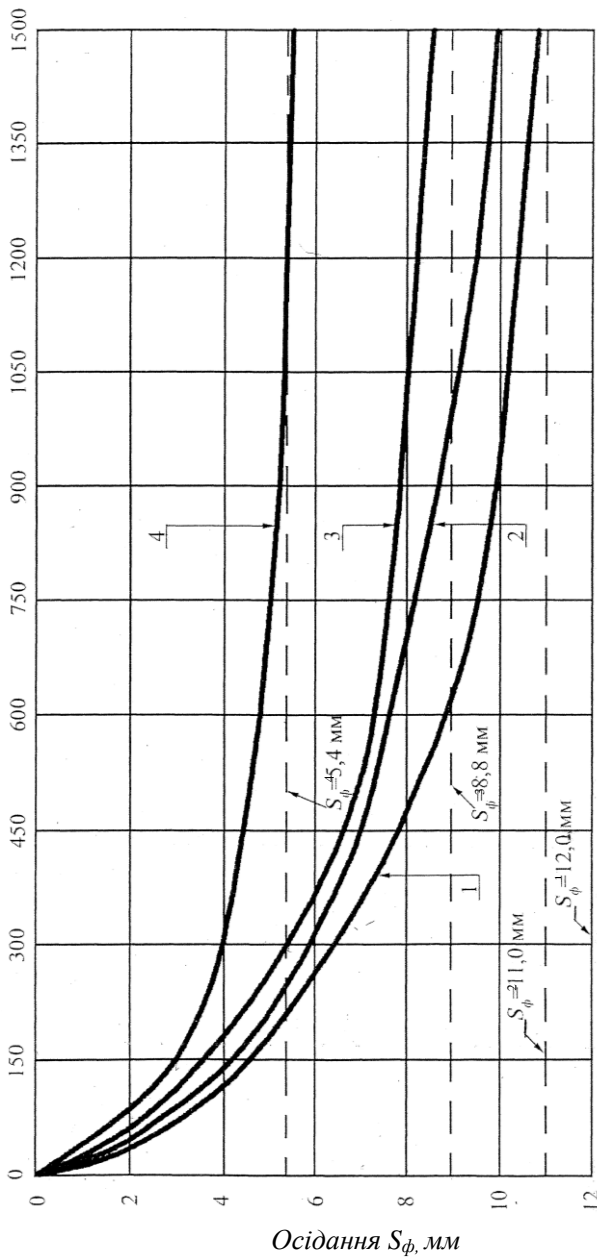


Рис. 2. Графіки консолідації шару мулової пасти товщиною $H_0 = 8,0$ см при $w_0 = 2 w_L$ і $P_0 = 0,01$ МПа: 1 - досліді серії I (без ВДП); 2 - досліді серії II (з ВДП при $2L = 40,0$ см); 3 - досліді серії III (з ВДП при $2L = 20,0$ см); 4 - досліді серії IV (з ВДП при $2L = 10,0$ см).

З рис. 2 випливає, що величини як фільтраційних (S_{ϕ}), так і кінцевих (S) осідань при влаштуванні ВДП істотно менше величин осідань в разі відсутності прорізів (серія I). Причому, чим менше відстань $2L$ між ВДП, тим різниця більше. Для пояснення зазначеної в досліді різниці в величинах осідань випробуваного шару мулової пасти була прийнята гіпотеза про наявність так званого «пального ефекту» [2] при влаштуванні ВДП.

Для розрахунку кінцевих осідань натурних товщ намивних мулистих ґрунтів, що ущільнюються з пристроєм ВДП, слід користуватися шкалою значень $2L^{nam}$ [3], яка отримана шляхом перерахунку дослідних значень $2L^n$ з урахуванням прийнятого масштабу моделювання. При цьому ширина натурних ВДП приймається рівною $2b^{nam} = 0,6$ м, що відповідає середньому її значенню при влаштуванні ВДП існуючими для цього механізмами [4].

При прийнятому в досліді $\alpha = h/H = 0,625$ і максимальних значеннях глибини h_{max}^{nam} натурних ВДП, рівних 3,5 і 5,5 м [4], графіком залежності $m = f(2L^{nam})$ [3] можна користуватися при визначенні величин кінцевих осідань реальних шарів намивних мулистих ґрунтів максимальною потужністю H_{0max}^{nam} від 5,6 м до 8,8 м.

Вертикальні піщані дрени (ВПД) являють собою вертикальні піщані циліндри. У плані дрени розташовані на певних відстанях одна від одної по квадратній або трикутній сітці. Після влаштування дрен на поверхню слабого ґрунту укладають дренажний піщаний шар товщиною 0,5...1,0 м, а потім поверх дренажного шару створюють ущільнююче навантаження.

Відстань між дренами (l_{op}) залежить від фільтраційних властивостей слабого ґрунту і заданого часу передбудівельного ущільнення (t_{yna}), визначається розрахунком і зазвичай коливається в межах від 1,5 до 4,0 м. Найбільш часто зустрічається $l_{op} = 2,0...3,0$ м.

Діаметр (d) піщаних дрен впливає на швидкість ущільнення значно менше, ніж відстань (l_{op}) між ними. Він коливається в діапазоні 30-50 см і залежить в основному від способу пристрою дрен і застосовуваного технологічного устаткування. Найбільш часто на практиці влаштовуються ВПД діаметром 40...50 см. Довжина ВПД визначається в основному потужністю шару слабого ґрунту. Найбільший ефект дрени дають в тому випадку, коли вони повністю пронизують слабкий пласт і досягають покрівлі щільного підстилаючого ґрунту.

Ущільнення слабких ґрунтів потужністю 10...15 м є звичайним в будівельній практиці. Однак пристрій ВПД довжиною 20...25 м і більше призводить до необхідності різкого збільшення потужності всіх видів енергетичного обладнання для влаштування дрен, що робить їх

використання малопродуктивним і дорогим. У цьому випадку більш ефективними можуть виявитися ВПД, що не досягають покрівлі підстиляючого щільного ґрунту, тобто недосконалі (рис. 3).

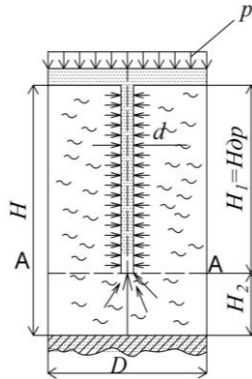


Рис. 3. Розрахункова схема ущільнення слабкої водонасиченої основи з недосконалими піщаними дренами

Як видно з даного малюнка, шлях фільтрації порової води в горизонтальному напрямку в дрена, рівний D (де D – ефективний діаметр піщаної дрени, тобто діаметр ґрунтового циліндра з дренаю у центрі), як правило, в 4...5 разів менше потужності (H) слабого ґрунту, що ущільнюється, що призводить, в свою чергу, до скорочення часу досягнення необхідного ступеня консолідації до 25 і більше разів.

Так, наприклад, при потужності слабого ґрунту, що дорівнює 10,0 м і відстані між дренами, рівної 2,5 м час досягнення 80%-го ступеня консолідації скорочується в 33 рази (з 11 років при відсутності дрен до 3-х місяців – при влаштуванні дрен).

Розрахунок ущільнення основи з висячними дренами заснований на фільтраційній теорії консолідації з використанням принципу суперпозиції і підрозділяється на наступні три етапи:

- 1) розрахунок консолідації верхнього шару потужністю H_1 ;
- 2) розрахунок консолідації нижнього шару потужністю H_2 ;
- 3) підсумовування результатів розрахунку.

При цьому розрахунок консолідації верхнього шару H_1 рекомендується проводити методом рівних вертикальних деформацій [4], розрахунок ущільнення нижнього шару H_2 – за пропонуваними аналітичними методами [5], заснованими на використанні відомих [6] передумов теорії фільтраційної консолідації ґрунтів, і прийняття додаткового допущення про заміну дійсної області ущільнення

еквівалентній їй в геометричному відношенні півсферою радіусом R .

З метою оцінки результатів розрахунку консолідації нижнього шару слабкого ґрунту H_2 по запропонованим аналітичним методам були виконані чотири серії дослідів із зразками-близнюками, приготованими з мулу суглинистого. На рис. 4 наведено дослідні криві консолідації, отримані за результатами всіх чотирьох серій дослідів, що знаходяться в логічній узгодженості між собою.

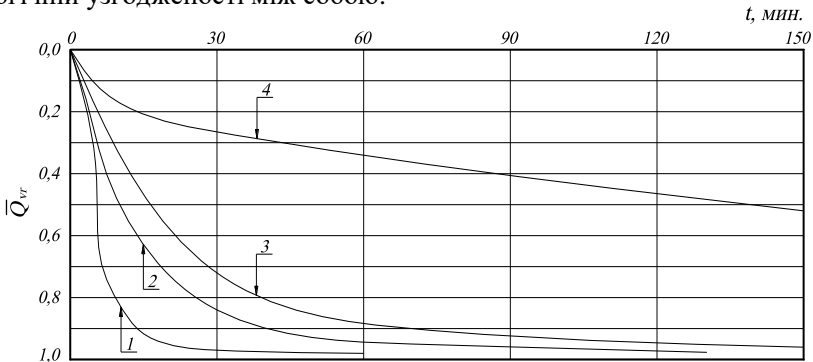


Рис. 4. Дослідні графіки консолідації ґрунтового циліндру $D = 14,0$ см і $H = 5,0$ см при фільтрації порової води: 1 – в центральну піщану дрена $d = 2,0$ см; 2 – в центральний отвір в штампі $d = 2,0$ см і днище одометра; 3 – в днище одометра; 4 – в центральний отвір в штампі

ВИСНОВКИ

1. Ефективність застосування ВДП при проведенні передбудівельного ущільнення намівних мулистих ґрунтів виражена в скороченні часу досягнення, наприклад 80% кінцевого їх осідання від чотирьох (при $2L^m = 40$ см) до восьми (при $2L^m = 10$ см) разів у порівнянні з часом досягнення зазначеного осідання при відсутності ВДП.

2. Застосування ВПД для ущільнення водонасичених глинистих ґрунтів веде до скорочення часу досягнення необхідного ступеня консолідації до 25 і більше разів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах / Абелев М.Ю. – М.: Стройиздат, 1983. – 248 с.
2. Марченко А.С. Морские портовые сооружения на слабых грунтах / Марченко А.С. – М.: Транспорт, 1976. – 192 с.

3. А.К. Посуховский. Прогноз осадок оснований искусственных территорий из намывных илистых грунтов при устройстве вертикальных дренажных прорезей / А.К. Посуховский, И.И. Мосичева // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Вип. 30. – Одеса: ОДАБА – 2008. – С. 278 – 283.
4. Абелев М.Ю. Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений / Абелев М.Ю. – М.: Стройиздат, 1973. – 288 с.
5. Школа А.В. Инженерный метод расчёта предпостроечного уплотнения слабых глинистых оснований с применением несовершенных песчаных дрена при двусторонней вертикальной фильтрации поровой воды / Школа А.В., Мосичева И.И. // Вісник Одеського національного морського університету. – Випуск 10. – Одеса: ОНМУ – 2003. – С. 125-130.
6. Флорин В.А. Основы механики грунтов. Т. II / Флорин В.А. // М.-Л.: Гостройиздат, 1961. – С. 507.

REFERENCES

1. Abelev, M.Yu. (1983). Stroitelstvo promyshlennykh i grazhdanskikh sooruzheniy na slabykh vodonasyshchennykh gruntakh [Construction of industrial and civil constructions on weak saturated soils]. – Moskow: Stroyizdat. – 248 p. [in Russian].
2. Marchenko A.S. (1976). Morskiye portovyye sooruzheniya na slabykh gruntakh [Sea port facilities on weak soils]. – Moskow: Transport. – 192 p. [in Russian].
3. Posukhovskiy, A.K. & Mosicheva, I.I. (2008). Prognoz osadok osnovaniy iskusstvennykh territoriy iz namyvnykh ilistykh gruntov pri ustroystve vertikalnykh drenazhnykh prorezey [Forecast precipitate reason artificial areas of alluvial silt at the device of vertical drainage slots]. – Odesa: Visnik Odeskoї derzhavnoї akademii budivnitstva ta arkhitekturi. – Vol. 30. — pp. 278 – 283 [in Russian].
4. Abelev, M.Yu. (1973). Slabye vodonasyshchennyye glinistyye grunty kak osnovaniya sooruzheniy [Weak water-saturated clay soils as the base facilities]. – Moskow: Stroyizdat. – 288 p. [in Russian].
5. Shkola, A.V. & Mosicheva, I.I. (2003). Inzhenernyy metod rascheta predpostroyechnogo uplotneniya slabykh glinistykh osnovaniy s primeneniym nesovershennykh peschanykh dren pri dvustoronney vertikalnoy filtratsii porovoy vody [Engineering method of calculation preconstruction seals weak clay grounds with imperfect sand drains with bilateral vertical filter of pore water]. – Odesa: Visnik Odeskogo natsionalnogo morskogo universitetu. – Vol. 10. – pp. 125-130 [in Russian].
6. Florin, V.A. (1961). Osnovy mekhaniki gruntov [Fundamentals of Soil Mechanics]. Moskow-Leningrad: Gosstroyizdat. vol II. – p. 507. [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 19.07.2016 р.