

Д. В. Грецький

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси

ВСТАНОВЛЕННЯ БУРОНАБИВНИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ З АНТИФРИКЦІЙНИМ ШАРОМ У ПРОСАДОЧНИХ ҐРУНТАХ II ТИПУ

Анотація: Установлено, що застосування пальового фундаменту з антифрикційним шаром у гідрофобізованій обсыпці дає можливість зменшити її водо- та газопроникність. Розроблено технології по встановленню пальових фундаментів в просадочних ґрунтах II типу із застосуванням прошарку з гідрофобізованого ґрунту. Також розроблено технології по приготуванню гідрофобізованого ґрунту.

Ключові слова: пальовий фундамент, антифрикційний шар, просадочні ґрунти II типу, гідрофобізовані ґрунти, деградаційний вплив ґрунтового простору.

1. ОПИС ПРОБЛЕМИ

Відомо, що при встановленні пальових фундаментів у просадочних ґрунтах II типу для зниження негативного тертя по тілу палі, що діє у товщі просадочного шару, та підвищення несучої здатності палі необхідно виконувати обов'язкову прорізку просадочного шару з заглибленням вістря палі у непросадочний, більш міцний, шар [1]. При цьому, згідно з [1], рекомендується виконувати антифрикційний захист поверхні тіла фундаменту на рівні просадочної товщі.

При встановленні антифрикційного покриття (полімерні, бітумні матеріали) перевага надається створенню ефекту ковзання. Захисна функція даного шару від агресивного впливу ґрунтового масиву до уваги не береться [2–5].

Як відомо, внаслідок великого об'єму промислово-господарських витоків, прихованих підземних звалищ (як результат господарювання великих міст) та глобального підняття рівня ґрунтових вод виникає агре-

сивне мікробне середовище, що негативно впливає на полімери та бетон. Зазвичай довговічність полімерних матеріалів в таких умовах складає 10–15 років, а швидкість руйнування сталевих конструкцій у 3–5 разів більша, ніж за умов звичайної електрохімічної корозії.

Отже, необхідним є захист конструкцій фундаменту від негативної дії навколишнього середовища. Для зменшення небезпеки активного корозійного впливу потрібна заміна ґрунту, а для зменшення небезпеки біокорозійного впливу – спеціальна його обробка. Втрата міцності антифрикційних полімерних матеріалів за період експлуатації відбувається за рахунок утворюваних мікротріщин. Зменшується загальна товщина покриття, в мікротріщини попадає волога і речовини, агресивні до тіла бетону.

Тому необхідно надавати антифрикційному шару антикорозійні властивості. Одним з можливих шляхів вирішення поставленої задачі є утворення захисного екрану з місцевого гідрофобізованого ґрунту (далі ГФГ).

Під терміном "гідрофобізовані" [6] маються на увазі ґрунти, оброблені в'язкими продуктами (розчинами рідких бітумів) і такі, що мають підвищену водостійкість, водонепроникність, низькі корозійну активність і газопроникність. Як доказ можна зазначити, що умова відсутності проникнення вологи до поверхні антифрикції та конструкції фундаменту визначається часом проникнення вологи через шар ГФГ. Проведені експериментальні дослідження по стандартній методиці СОЮЗДОРНІ показали, що коефіцієнт фільтрації ГФГ дорівнює 10^{-8} м/с. Породи і ґрунти з таким показником вважаються практично водонепроникними [7–9]. За один рік волога проникає на глибину приблизно 1 мм, тобто за 50 років експлуатації паливних фундаментів з шаром обсіпки із ГФГ можливе проникнення вологи на 5 см. При такому значенні коефіцієнта фільтрації забезпечуються газонепроникність, мінімальна корозійна активність ґрунтів, а також міцність, зчеплення і водостійкість.

Проблеми меліорації ґрунтів у дорожньо-му та трубопроводному будівництві розглянуті у працях *С. Д. Воронкевича, Б. А. Ржаніцина, В. Е. Соколовича, Н. Ф. Міщенко, І. М. Руденської*; питання прогнозування зміни захисних властивостей і визначення терміну служби ізоляційних покриттів – в роботах *А. М. Зіневича, Б. І. Борисова, В. І. Глазкова, В. Г. Котика, В. Ф. Храміної, А. М. Калашникової, А. М. Крикунець, А. І. Слущького, Л. Я. Цикермана, Н. П. Нечаєва, Г. М. Мяжкової* та ін.

2. ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Лабораторні дослідження показали, що корозійна активність ґрунту при застосуванні ГФГ зменшується в 2–10 разів, газопроникність – в 10–100 разів, набухання і водонасичення – в 2–4 рази, водостійкість – в 2–3 рази, а міцність зростає в 2–10 разів. Прове-

дені моделювання процесів руйнування антифрикційного еластичного покриття пального фундаменту з полімерного матеріалу також показали, що товщина засипки пазух у 10 см зменшує швидкість старіння полімерного матеріалу на 40–50 % порівняно з варіантом знаходження у звичайному ґрунті середньої вологості.

В літературі описано кілька методик проведення робіт по встановленню буронабивних паливних фундаментів в подібних геологічних умовах, тому в кожному випадку (по найбільш оптимальному способу-прототипу) слід розробити технологію встановлення буронабивної палі з антифрикційною оболонкою у просадочних ґрунтах II типу.

Згідно з відомими способами-прототипами встановлення буронабивної палі з антифрикційною оболонкою [10, 11] була розроблена технологічна послідовність операцій встановлення буронабивної палі №1 (рис. 1).

У просадочному ґрунті пробурюють свердловину, діаметр якої більший за діаметр палі на 100–150 мм, із заглибленням у недеформаційний ґрунт за допомогою ямобуру АБ-100 (1). За допомогою вібробадді (3) засипають на $\frac{3}{4}$ висоти утворену свердловину попередньо приготовленою гідрофобізованою ґрунтово-піщаною сумішшю (2). Потім проводять роботи по влаштуванню буферного шару за допомогою вібраційно-обертального обладнання (4, 5, 6), що передає сталій трубі поступально-обертальні рухи, тобто, поєднуючи операції обертального вдавнення з операціями вібрування на кожній ділянці висоти, у свердловину занурюють сталеву трубу (7) діаметром, що дорівнює діаметру майбутньої палі. Труба має конічний наконечник. Зайвий гідрофобізований ґрунт (2), що вийшов з свердловини при зануренні сталеві труби (7), вилучають. При досягненні низу сталеві трубою (7) проектною відмітки голови палі (11) трубу виймають із свердловини за допомогою того ж обладнання. Потім

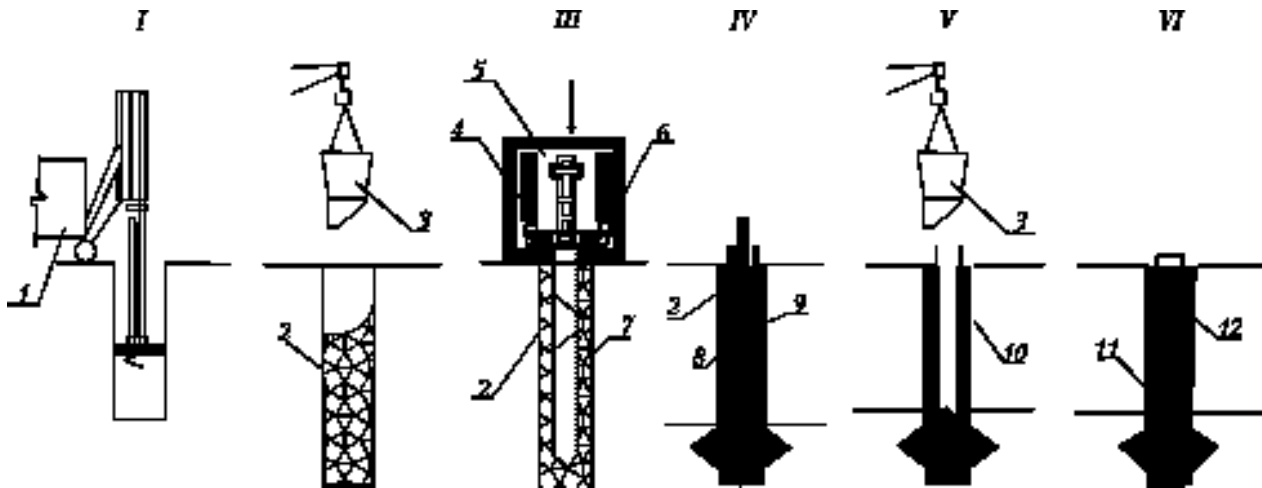


Рис. 1. Технологічна схема по встановленню буронабивної палі з антифрикційним покриттям за технологією №1: I – буріння свердловини; II – засипання свердловини гідрофобізованим ґрунтом; III – встановлення буферного гідрофобізованого шару за рахунок занурення сталеві труби; IV – утворення променевого поширення палі під захистом трубчастої поліетиленової оболонки; V – бетонування та армування тіла буронабивного пального фундаменту; VI – готова буронабивна палія

під захистом заздалегідь встановленої поліетиленової оболонки (8) занурюють в утворену свердловину гідравлічний поширювач (9) – УГС-2 та УГС-2М і проводять роботи по утворенню променевого поширення буронабивної палі (11). Опісля поширювач (9) виймають з свердловини, поліетиленова оболонка (8) залишається у свердловині на рівні негативного тертя в просадочній товщі і слугує в подальшому як антифрикційне покриття буронабивної палі (11). Далі проводять армування та бетонування палі (11) будь-якими методами. При вібруванні бетону буронабивної палі (11) антифрикційна полімерна оболонка (8) щільно прилягає до гідрофобізованого буферного шару.

Згідно з [12, 13, 14] була розроблена технологія встановлення буронабивних палей №2 (рис. 2). Спосіб встановлення пального фундаменту виконується в такій послідовності.

У ґрунті влаштовують свердловину (наприклад, під захистом обтічної труби (2)). Діаметр свердловини має бути більшим за діаметр палі (12) на 100–150 мм на всю товщи-

ну просадочного шару з зануренням у недеформаційний підстилковий ґрунт за допомогою бурового станка ЭДФ-55 та комплексу механізмів (1, 3, 4). У заглибленій частині свердловини утворюють променеве поширення за допомогою гідравлічного поширювача (5) – УГС-2 та УГС-2М. Потім у свердловину, а саме в утворене променеве поширення вносять заздалегідь приготовлений гідрофобізований ґрунт за допомогою гусеничного крана (6) та вібробадді (7) об'ємом $V = [11,8 \div 17] \cdot d^3$, де d – діаметр свердловини, та проводять наступну роботу поширювача (5). Тобто утворюють буферний шар (8) з ГФГ навколо променевого поширення пального фундаменту. Після цього проводять бетонування поширення палі* відомими методами. Потім у свердловину опускають обсадну трубу (11) діаметром, що дорівнює діаметру майбутньої палі (12), тобто на 100–

* Збільшення діаметру тіла палі (2–3 d , d – діаметр палі) на нижньому кінці, задля збільшення її несучої здатності.

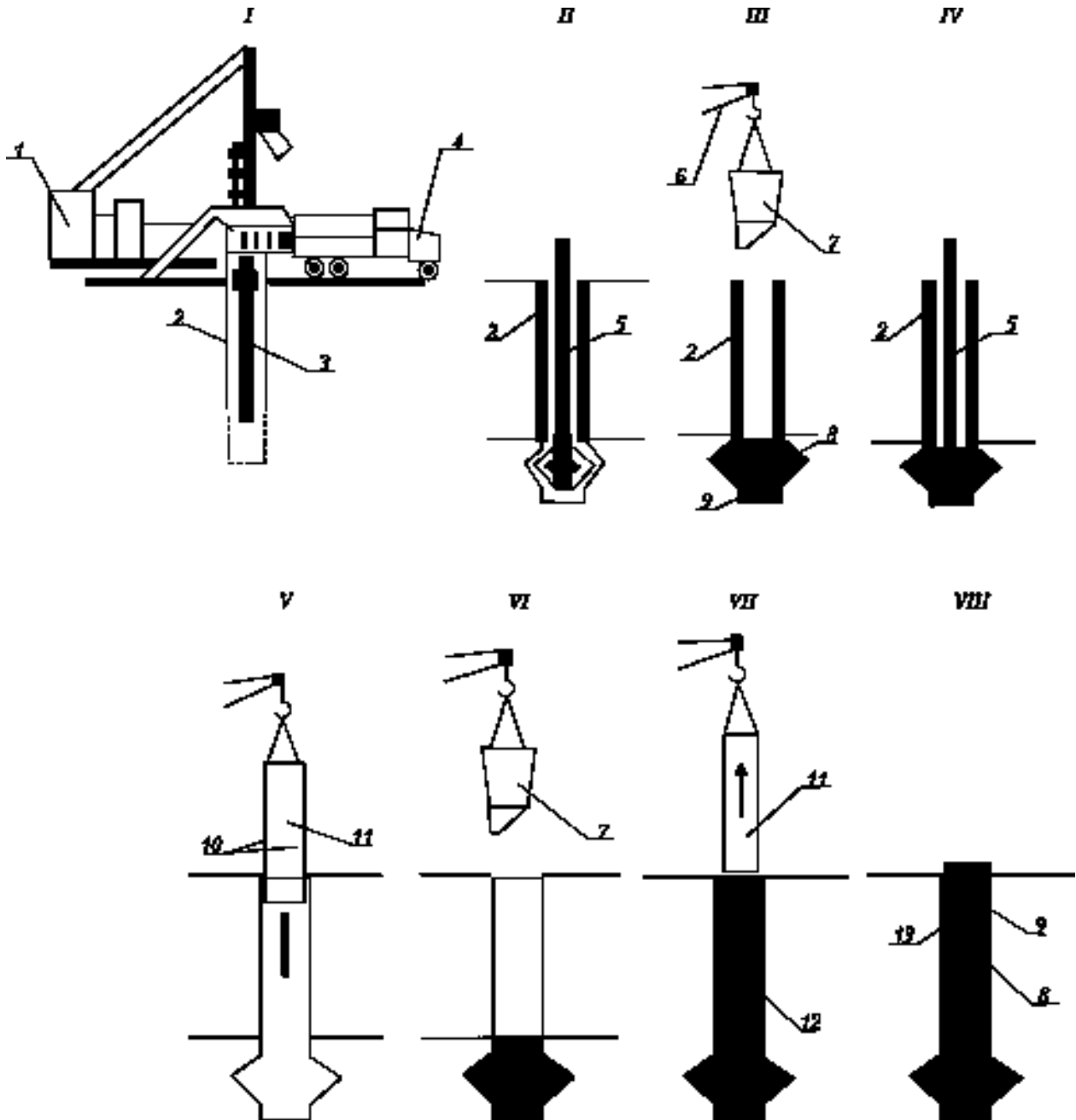


Рис. 2. Технологічна схема по встановленню буронабивної палі з антифрикційним покриттям за технологією №2: I – буріння свердловини під захистом обсадної труби; II – встановлення поширення буронабивної палі; III – встановлення буферного гідрофобізованого шару навколо поширення; IV – бетонування променевого поширення; V – занурення обсадної труби в свердловину з попередньо нанесеним антифрикційним покриттям; VI – утворення захисного буферного шару шляхом засипання у пазухи палі гідрофобізованого ґрунту; VII – витягання обсадної труби з свердловини методом вібрації; VIII – готова буронабивна палія

150 мм менший від діаметра свердловини, та заповнюють пазухи, простір між стінками свердловини та трубою (11) матеріалом заповнення (гідрофобізованим ґрунтом, об'ємом $V = (0,04 + 0,2 \cdot d) \cdot l$, де d, l – діаметр та довжина тіла пальового фундаменту відповідно). В результаті навколо труби (11) утворюється зовнішня гідрофобізована ґрунтово-піщана оболонка (8).

Попередньо на підвішену на крюку крана трубу (11) поступово надівають антифрикційне покриття (10) пальового фундаменту у вигляді трубчастої оболонки з полімерного еластичного матеріалу діаметром, більшим на 50–70 мм за діаметр палі та діаметр обсадної труби.

Для фіксації трубчастої оболонки з еластичного полімерного матеріалу (10) на трубі (11) трубу попередньо оброблюють консистентним матеріалом (напр., солідолом).

Для збереження матеріалу трубчастої еластичної полімерної оболонки (10) під час подальшого витягання обсадної труби (11) з свердловини влаштовують сегментні випуски трубчастої еластичної полімерної оболонки (10) на нижньому кінці з заведенням їх у днище труби (11), де вони в подальшому придавлюються вагою укладеного бетону (9). Після цього внутрішній об'єм труби (11) заповнюють бетонною сумішшю (9) будь-яким методом. Потім вилучають методом вібрування обтічну трубу (2) та захисну трубу (11), залишаючи у свердловині трубчасту еластичну полімерну оболонку (10). Під час витягання захисної труби (11) досипають порції як гідрофобізованого ґрунту, так і бетону внаслідок їх ущільнення. Потім проводять армування тіла фундаменту (12) з проведенням вібрування бетонної суміші. За рахунок вібрування бетону тіла палі (8) відбувається значний боковий тиск. Трубчаста еластична полімерна оболонка розширюється, щільно прилягаючи до поверхні матеріалу гідрофобізованого ґрунту і досягає

максимального діаметру, а матеріал заповнення навколо тіла палі – гідрофобізований ґрунт – ущільнюється.

Згідно з розробленими технологіями виникає необхідність у розробці технології приготування гідрофобізованих ґрунтів з місцевих матеріалів. Гідрофобізований ґрунт, що використовується для встановлення пальового фундаменту, готують попередньо шляхом одержання ґрунтово-піщаної суміші. Відомо, що глинисті ґрунти, до підкласу яких і відносяться перелічені нами геологічні умови, дуже важко піддаються перемішуванню з органічною в'язучою компонентою. При цьому не вдається досягти якісного перемішування, оскільки глинисті частинки ґрунту збираються у кубла. Тому рекомендується застосовувати як варіант ґрунтово-піщану суміш. Проведені лабораторні дослідження показали, що максимальну міцність на стиснення має пропорція *лесовий ґрунт : піщана суміш* (30:70 частин відповідно).

Гідрофобізацію ґрунтово-піщаної суміші можна проводити кількома способами, напр., кар'єрним та за допомогою пристрою для засипання траншей.

Роботи кар'єрним способом виконують в такій послідовності (рис. 3).

У визначеному місці влаштовують горизонтальну площадку, на якій екскаватором зі зворотною лопатою* (напр., ЭО-4121А) формують лоток шляхом перемішування місцевого ґрунту та піщаної суміші у пропорції 30:70 відповідно. Потім у лоток зливають готову органічну в'язучу компоненту автобітумовозом та перемішують екскаватором ґрунтово-піщану суміш з органічною в'язучою. Додають органічну бітумну в'язучу компоненту в пропорції 8–10 % від маси ґрунту. Готовий гідрофобізований ґрунт завантажують екскаватором на автосамоскид та транспор-

* Направлення роботи ковша (пряма, зворотня лопата), зворотня – направлення до самого механізму.

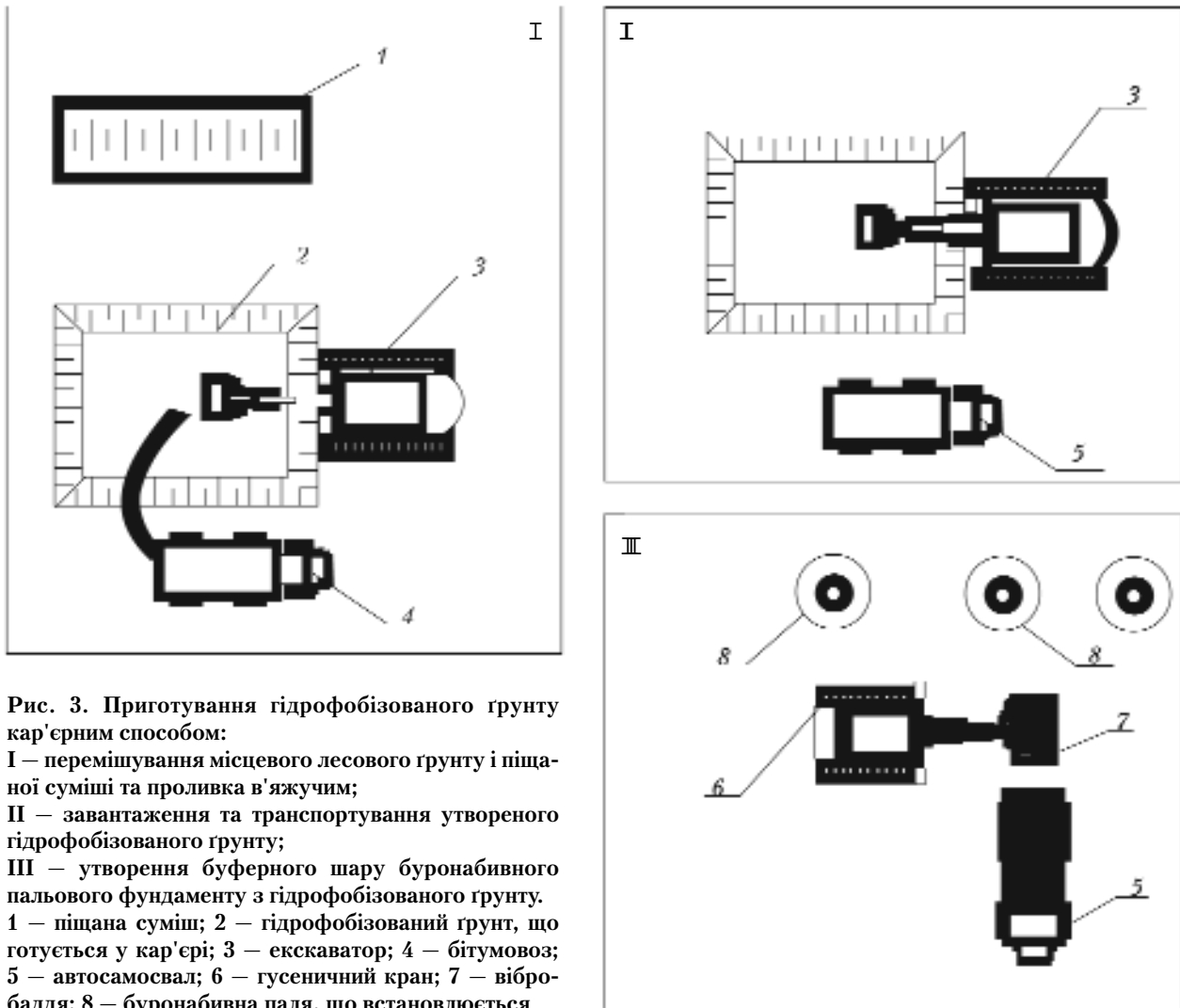


Рис. 3. Приготування гідрофобізованого ґрунту кар'єрним способом:

I – перемішування місцевого лесового ґрунту і піщаної суміші та проливка в'язучим;

II – завантаження та транспортування утвореного гідрофобізованого ґрунту;

III – утворення буферного шару буронабивного пальового фундаменту з гідрофобізованого ґрунту.

1 – піщана суміш; 2 – гідрофобізований ґрунт, що готується у кар'єрі; 3 – екскаватор; 4 – бітумовоз; 5 – автосамосвал; 6 – гусеничний кран; 7 – вібробаддя; 8 – буронабивна паля, що встановлюється

тують безпосередньо до місця встановлення пальового поля фундаменту.

Пристрій ТР-351 для засипання траншеї застосовується у випадку, коли розміри кар'єру достатні для розміщення техніки (рис. 4), котра готує та відвантажує в'язучо-ґрунтову суміш. Перемішану суміш (лесову та піщану у пропорції 70:30 відповідно), що пошарово насипана на дні кар'єру, бульдозерами складають у вали шириною до 3 м і висотою до 1 м. Довжина визначається шириною кар'єру, але має бути не менше 30–40 м.

Пристрій ТР-351 в поєднанні з автогудронатором або автобітумовозом підбирає ґрунт з валу, змішує з в'язучою компонентою і скидає його в паралельний вал, які бульдозером збирають у бурти. З буртів суміш екскаватором вантажить в автосамоскиди і доставляють безпосередньо до місця укладання. Далі роботи проводять аналогічно до робіт попереднім способом.

Перемішування ґрунту з в'язучою компонентою можна також виконувати за допомогою механізмів, описаних в [15, 16].

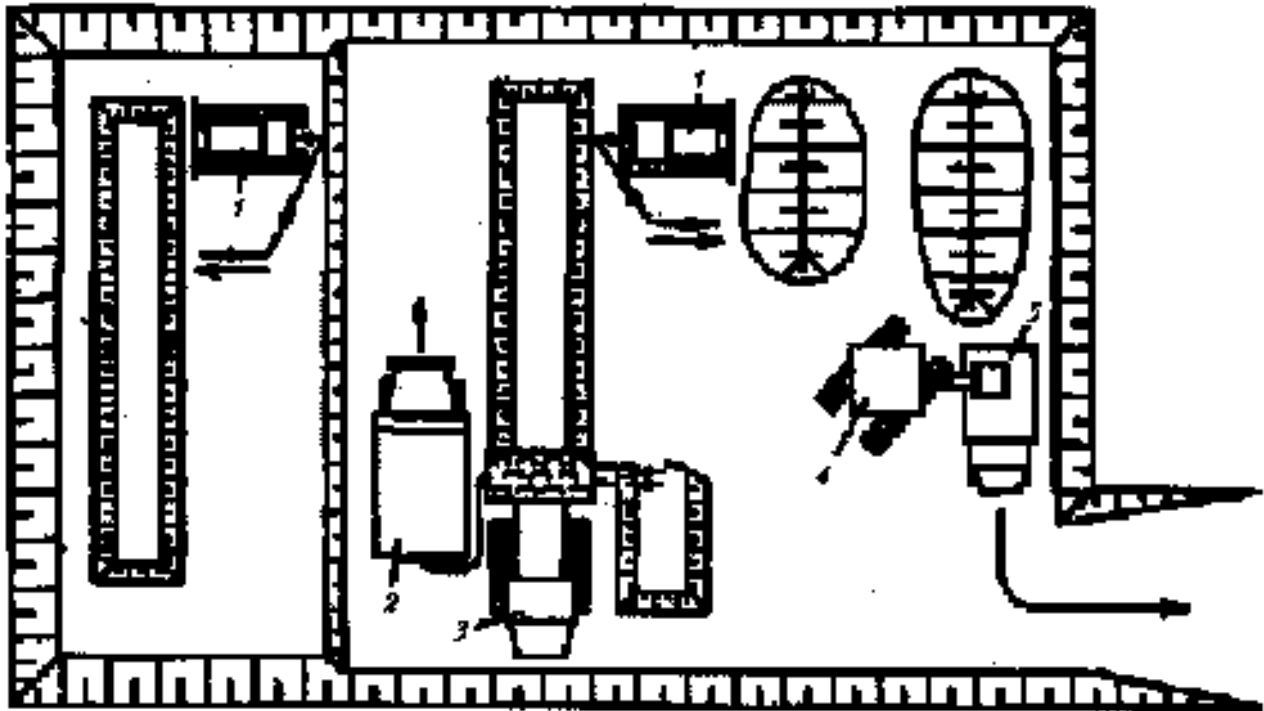


Рис. 4. Приготування гідрофобізованого ґрунту за допомогою пристрою засипання траншей ТР-351: 1 – бульдозер; 2 – автобігумовоз; 3 – пристрій для засипання траншей ТР-351; 4 – екскаватор; 5 – автосамоскид

3. ВИСНОВКИ

Були розроблені технології встановлення буронабивних паль в просадочних ґрунтах II типу з антифрикційним покриттям та технології приготування гідрофобізованих ґрунтів. За результатом розроблених технологічних способів встановлення буронабивних паль були подані заявки до Укрпатенту.

Згідно з розробленими технологіями шар ГФГ навколо пальового фундаменту утворює бар'єрний непроникний на протязі тривалого часу експлуатації шар, що захищає від несприятливої дії ґрунтового середовища як антифрикційне еластичне покриття (еластичну полімерну оболонку), так і тіло пальового фундаменту в цілому.

ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.02.03–85 Свайные фундаменты. // Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР. – 1985. – 72 с.
2. Патент на винахід України № 23535, кл. E 02 D 5/38, 1998.
3. Авторское свидетельство № 715711, E 02 D 5/38, 15.02.80.
4. Авторское свидетельство № 711233, E 02 D 5/38, 14.03.77.
5. Авторское свидетельство № 1265241, E 02 D 5/38, 23.10.86.
6. **Бородавкин П. П.** Механика ґрунтов в трубопроводном строительстве. – М.: Недра, 1986. – 224 с.
7. СН 25–74. Инструкция по применению ґрунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог аэродромов. – М.: Госстрой СССР, 1974. – 64 с.

8. Химическое укрепление грунтов в аэродромном и дорожном строительстве./Н. Ф. Мищенко, Н. И. Серов, Л. А. Макаров и др. — М: Транспорт, 1967. — 212 с.
9. Техническая мелиорация пород./Под ред. С. Д. Воронкевича. — М.: Изд-во МГУ, 1981. — 342 с.
10. Авторское свидетельство СССР № 881254, кл. E 02 D 5/38, 15.11.81.
11. **Ермошкин П. М.** Устройство буронабивных свай. — М.: Стройиздат, 1982. — 84 с.
12. Авторское свидетельство СССР № 896188, кл. E 02 D 27/12, 1982.
13. **Метелюк Н. С. Шишко Г. Ф., Соловьева А. Б. и др.** Сваи и свайные фундаменты. Справочное пособие. — К.: Будівельник, 1977. — С. 130–132.
14. Авторское свидетельство СССР № 800289, кл. E 02 D 27/34, 1981.
15. Авторское свидетельство СССР № 1142601, кл. E 02 F 5/12, 1983.
16. Авторское свидетельство СССР № 1320319, кл. E 01 C 19/08, 1981.

Д. В. Грецкий. ПРИМЕНЕНИЕ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С АНТИФРИКЦИОННЫМ СЛОЕМ В ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ II ТИПА.

Аннотация: Установлено, что применение свайного фундамента с антифрикционным слоем в гидрофобизированной обсыпке дает возможность уменьшать ее водо- и газопроницаемость. Разработаны технологии по применению свайных фундаментов в просадочных грунтах II типа с применением прослойки из гидрофобизированного грунта. Также разработаны технологии по приготовлению гидрофобизированного грунта.

Ключевые слова: свайный фундамент, антифрикционный слой, просадочные грунты II типа, гидрофобизированные грунты, деградационное влияние грунтового пространства.

D. V. Gretsckij. APPLICATION OF PILE BASES IN SLUMPING GROUNDS OF THE SECOND TYPE USING WATER-REPELLENT GROUND LAYER.

Abstract: The article says that application of the method of pile foundation erection with antifriction coverage in hydrophobized strew enables to reduce water- and gas penetrability. The techniques in operation using pile bases in slumping grounds of the second type with water-repellent ground have been developed. The technologies to produce water-repellent ground have been also developed.

Keywords: pile base, antifriction coverage, slumping grounds of the second type, water-repellent ground, adverse earth conditions.

Надійшла до редакції 09.02.07.
