

УДК 624.15

Никитенко М. И., докт. техн. наук, профессор

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, michnikit@gmail.com

Дубатовка И.П., канд. техн. наук

ЧПУП «Моноракурс», г. Минск, dip@monorakurs.by

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ИНЪЕКЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИЯХ ФУНДАМЕНТОВ ПОЛИМЕРНЫМИ СМЕСЯМИ НА ОБЪЕКТАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Для улучшения физико-механических характеристик слабых грунтов с повышенной сжимаемостью и малой прочностью в основаниях фундаментов используют разные способы. Из них в Беларуси все больше применяют способы цементационного упрочнения [1-6], которые базируются на опрессовке и перемешивании грунтов закачиваемыми в них под давлением растворами с водоцементным отношением (В/Ц) более 0,4. При *низконапорной* инъекции давление создают 0,5 до 1,0 МПа, а свыше 40 МПа – при *высоконапорной или* струйной (jet-grouting) [5, 6].

В первом случае грунт опрессовывают без пропитки раствором [1-5], а его свойства улучшают за счет уменьшения пористости и армирования цементно-каменными телами. Изменение во времени свойств грунтов зависит от их водопроницаемости и способности дренировать воду из раствора, а также от значений его В/Ц. Пески воду поглощают, ускоряя набор прочности камнем, а глинистые избыточно увлажняются, сильно замедляя процесс набора прочности цементным раствором более месяца [3, 4], а меры дренирования избыточной воды из него и грунта чрезмерно сложны.

Низконапорная инъекция отличается приемами проходки скважин и закачки раствора, особенности которых детально отражены в [1-5]. Чаще всего раствор закачивают в грунт через бурильные обсадные трубы по системе немецкой фирмы «Бауэр» [2] или затампонированные в скважине инъекторы, но при неуправляемом процессе происходят утечки раствора вне зоны упрочнения по слабым прослойкам и контактам слоев с трубами. Эффективнее управляемая поярусная инъекция через инвентарный инъектор с обтюратором в манжетной трубке [2] по системе французской фирмы «Солетанш».

При *высоконапорной* инъекции [5, 6] грунт размывается раствором и перемешивается с ним, причем в песках смесь быстро дренирует и набирает прочность, но в глинистом грунте без мер по дренированию остается в кашеобразном виде до полугода.

Недостатки этих способов устраняет технология Uretек упрочнения грунтов *полимерными смесями* [7]. При закачке в грунт и смешивании двух компонент через 10-20 секунд смесь увеличивается в объеме свободно до 20 раз (рис. 1), в грунте до 10 раз и через 15-20 минут набирает прочность, а от распорного давления за счет реакции проникает в поры.

В технологии Uretек для закачки смеси скважины малого диаметра до глубин 7 м бурят перфоратором НЛТИ 70-АТС мощностью 1500 Вт с использованием буровой головки в грунтах, а для сверления через твердые включения, отмостку, полы или кладку фундамента - твердосплавного долота, алмазной коронки или шарошки с Ø 12 - 32 мм (рис.2а). Их извлекают из скважины посредством гидроцилиндров (рис. 2в). Такая инъекция является управляемой без утечек смеси вне зоны упрочнения грунта, а для закачки смеси в скважины на каждый из ярусов устанавливают по одной трубке Ø12x1.0 мм.

В Минске ООО «Геополимер» [7] обладает технологией Uretек, оборудованием для нее, лазерным нивелиром для геодезического мониторинга положения конструкций. Свойства грунтов до и после упрочнения оценивают динамическим зондированием (рис. 2б), выявляют объемы требуемых мер и их качество, а при обнаружении просчетов своевременно их устраняют.

Для упрочнення ґрунтів використовують метод DEEP INJECTIONS. С його допомогою були стабілізовані нерівномірні осадки фундаментів багатьох будинків і адміністративних будівель, силових полов в складських приміщеннях на ряду об'єктів Білорусі [7].

Замітимо, що виконане ООО «Геополімер» контрольне зондування всередині і зовні будівлі газової котельної СОО «Конте Спа» в г. Гродно дозволило уточнити об'єми і розміри розупрочнених зон в основанні. За рахунок цього вдалося зменшити кількість точок закачки сумішей Uretек для упрочнення ґрунтів по порівнянню з первісно розробленим ПЧУП «Монорпакурс» проектом на базі виконаних тут ЧП «СмартГео» інженерно-геологічних изысканий і заключення ООО «ТехЕкспертРеконструкція».



Рис. 1 – Увеличенный объем затвердевшей полимерной смеси при ее закачке в мешок при возможности свободного расширения



Рис. 2 – Проходка скважины внутри котельной СОО «Конте Спа» через высверленное отверстие в бетонном полу (а), извлечение штанг бура или зонда из скважины (б) и динамическое зондирование ґрунта в скважине (в)

Подъем с выравниванием и стабилизацией осадок фундаментов и плит обеспечивает технология SLAB LIFTING при более высоком давлении от расширения смеси. Примерами служат выравнивание положения просевших плит взлетного поля в аэропорту (рис. 3) и дорожного полотна на МКАД (рис. 4). При этом на МКАД подъем плит достиг 60 мм, а их общая площадь составила 300 м², причем ремонтные работы заняли всего 3 дня [7].



Рис. 3 – Работы по выравниванию плиты рулежной дорожки в аэропорту



Рис. 4 – Работы по выравниванию плит дорожного полотна на участке 2-й МКАД



Список ссылок

1. Камбефор, А. Инъекция ґрунтов. Принципы и методы / А. Камбефор. – М.: Энергия, 1970. – 323 с.
2. Verfel, J. Těsnění základových půd / J. Verfel, Z. Tkaný // SNTL. – Praha, 1974. – 318 s.
3. Никитенко, М. И. Влияние инъекции цементного раствора в скважины на свойства окружающего песчаного ґрунта / М. И. Никитенко, Д. Ю. Соболевский // Основания, фундаменты и механика ґрунтов. – М., 1986. – № 3. – С. 17–19.

4. Никитенко, М. И. Буроинъекционные анкеры и сваи при возведении и реконструкции зданий и сооружений: монография / М. И. Никитенко. – Минск: БНТУ, 2007. – 580 с.
5. Коновалов, П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П. А. Коновалов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 287 с.
6. Мосин, В. Д. Опыт и перспективы применения струйной технологии в строительстве / В. Д. Мосин // Основания, фундаменты и механика грунтов. – М., 1984. – № 5. – С. 6–7.
7. Никитенко, М. Использование полимерных смесей для стабилизации грунтов в основаниях местных автомобильных дорог при их реконструкции, ремонте и содержании / М. Никитенко, И.Бойко // Архитектура и строительство. – Мн., 2018. - № 1. – С. 64-69.

УДК 691.421

**Захарченко П.В., канд. техн. наук, професор,
Онопрієнко В.В., аспірант**

Київський національний університет будівництва і архітектури, tkd362@ukr.net

СУЧАСНІ ЕФЕКТИВНІ СТИНОВІ МАТЕРІАЛИ-ТОВАРОЗАМІННИКИ

В умовах економічної кризи будівельний комплекс України надзвичайно потребує недорогих високоякісних стінових матеріалів. Одним з ефективних товарозамінників лицьової керамічної цегли є кольорова силікатна цегла. В даній роботі проаналізовано вплив кольорових барвників (пігментів), що можуть бути використані у виробництві кольорової силікатної цегли, на її якість. Пігменти застосовували для об'ємного та поверхневого фарбування силікатної цегли.

В роботі використовували шість видів пігментів: залізний сурик та охра, що були представлені залізоокисними (оксигідрооксид заліза) 313 і 248; мінеральні пігменти німецької фірми Caparol 16 oxid braun та Caparol 01 oxid gelb; та алкідні фарби фірми Zebra жовтого (855) та червоного (875) кольорів.

Якість кольорової цегли контролювали за такими показниками:

- світлостійкість;
- лугостійкість;
- кислотостійкість.

Колір пігментів визначався за трьома основними показниками:

- кольоровий тон;
- яркість;
- насиченість.

Ці показники контролювали за допомогою колориметрів та кольорових шкал.

Лужну стійкість пігментів визначали наступним чином: пігмент змішували з вапняним молоком (в певних пропорціях) та витримували у скляному посуді дві доби. Після чого відбирали пробу, яку порівнювали з контрольним зразком (пігмент, що зберігався дві доби у воді). Якщо колір розчину з пігментом співпадав з контрольним, вважали, що пігмент стійкий до дії вапна.

Кислотостійкість пігмента визначали шляхом змішування з 5-процентним розчином соляної кислоти. Якщо пігмент має достатню кислотостійкість, то кольорний тон суміші не змінюється і співпадає з кольором контрольної суміші.

Світлостійкість пігментів визначали шляхом порівняння частин пофарбованого зразка (деревноволокнисту плиту покривали сумішшю вапняного молока з пігментом, потім ділили на дві частини, одну з яких зберігали у темному місці, а іншу – під склом витримували півроку під дією сонячних променів. Після чого порівнювали кольоровий тон зразків.

Чотири зразки мінеральних пігментів успішно пройшли всі випробування. Деяку втрату насиченості кольору продемонстрували алкідні фарби. Встановлено, що найбільш