

УДК 624.05

Менейлюк А.И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Петровский А.Ф.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Борисов А.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Кирилюк С.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА СО ШНЕКОВЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Рассмотрено устройство противofильтрационных экранов с применением оборудования для разработки прямоугольных скважин; использование противofильтрационных экранов для защиты зданий и сооружений от подтопления и затопления. Представлены основные технологические процессы производства работ по устройству прямоугольных скважин с использованием шнекового оборудования. Описано планирование экспериментальных исследований устройства прямоугольных скважин с использованием шнекового оборудования.

Ключевые слова: противofильтрационный экран, защита от подтопления, устройство прямоугольных скважин, планирование эксперимента, измерение показателей.

Постановка проблемы. Защита территорий от подтопления актуальна уже много десятков лет. Эффективным способом защиты зданий и сооружений от подземных вод является устройство вертикальных противofильтрационных экранов [1], но при достигаемой глубине водоупорного горизонта. В других случаях может применяться разработанная технология устройства сопряженного противofильтрационного экрана под существующими зданиями и сооружениями с использованием шнекового оборудования.

Шнек буровой установки направлен вдоль скважины [2] и устройство антифилтрационного экрана трудоемко из-за большого количества рядом расположенных скважин. В экспериментальном исследовании шнек расположен перпендикулярно направляющим скважинам и используется для разработки, транспортировки и смешивания грунта с твердеющими растворами.

Анализ последних исследований и публикаций. При сооружении противofильтрационных экранов более эффективное бурение скважин прямоугольного сечения. С помощью прямоугольного сечения сохраняется постоянная толщина экрана, что в итоге приводит к уменьшению объемов разрабатываемого грунта и экономии твердеющего раствора.

Конструкция бурового инструмента с криволинейной рабочей поверхностью предложена в Казахском политехническом институте (рис. 1).

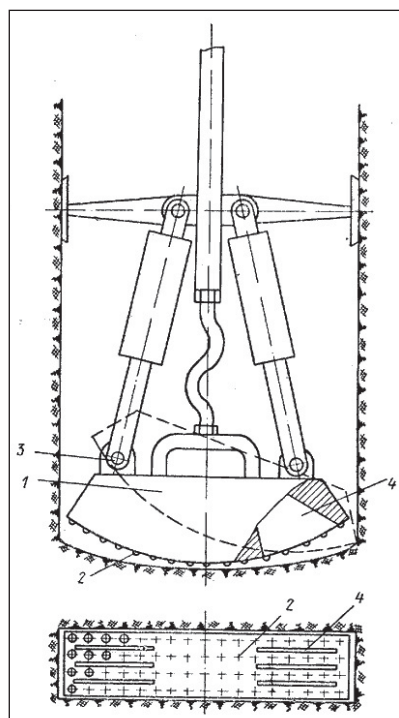


Рис. 1. Буровой инструмент для образования скважин прямоугольного сечения:
1 – корпус; 2 – зубья; 3 – шарниры;
4 – щели для промывочной жидкости

Долото выполнено в виде усеченного сектора плоского диска. Рабочая поверхность сектора 1 оснащена твердосплавными зубьями 2. На усеченной части сектора размещены шарниры 3, связывающие долото с механизмом циклического действия, например эксцентрикового типа, вращаемого бурильными трубами. Разрушение горной породы на забое прямоугольной скважины происходит при периодическом перекачивании долота по забою [3].

Рассмотренная конструкция бурового инструмента предназначена для разработки вертикальных скважин прямоугольного сечения и может быть использована при сооружении противофильтрационного экрана с водоупором. При отсутствии водоупора на досягаемой глубине использование наклонного бурения и использование шнекового оборудования позволит создать противофильтрационный экран под существующим зданием.

Постановка задачи. До проведения экспериментальных исследований устройства противофильтрационного экрана шнековым оборудованием необходимо составить план эксперимента, выбрать необходимые материалы, оборудование и инструменты.

Изложение основного материала исследования. Противофильтрационный экран образуется за счет перемешивания грунта основания с твердеющими растворами (бентонит, цемент, жидкое стекло и т.п.). При разработке грунт транспортируется двунаправленным шнеком (рис. 2а) от центра к направляющим скважинам и насосами откачивается на поверхность. В результате формируется плоская полость между направляющими скважинами.

После достижения глубины бурения к шнеку подается твердеющий раствор, который при обратной проходке (рис.2б) заполняет сформированную прорезь. Гидравлический двигатель вращает двунаправленный шнек в противоположном направлении и смешивает разработанный грунт с раствором. Буровая установка равномерно поднимает вращающийся шнек с помощью направляющих штанг.

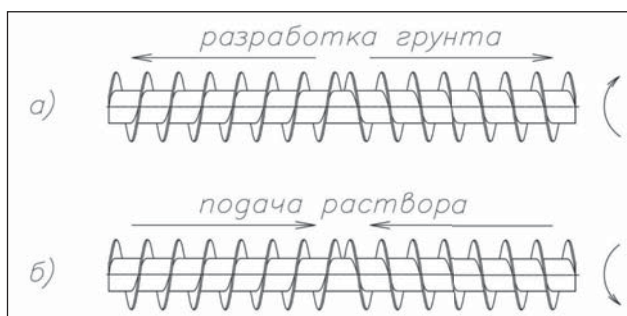


Рис. 2. Двунаправленный шнек:
а – разработка грунта; б – подача раствора

Двунаправленный шнек состоит из двух противоположно друг к другу направленных половин, которые представляют собой обычный однонаправленный шнек. Каждая половина разрабатывает грунт в свою направляющую скважину и после разработки подает твердеющий раствор из этой же скважины. Потому эксперимент может быть проведен с однонаправленным шнеком с созданием половины противофильтрационной панели (части противофильтрационного экрана между двумя направляющими скважинами) в натуральную величину.

Толщина прямоугольной скважины для сооружения противофильтрационного экрана 10–30 см зависит от размеров сооружения и грунтовых условий. Диаметр шнека равен толщине разрабатываемой скважины. Для экспериментальных исследований задаемся меньшей толщиной и подбираем соответствующий шнек диаметром 10 см (рис. 3).



Рис. 3. Однонаправленный шнек

Ширина разрабатываемой скважины для противофильтрационного экрана 1–2 м в зависимости от толщины скважины и от грунтовых условий. Длина двунаправленного шнека равна ширине скважины, а для сооружения половины противофильтрационной панели будет достаточно однонаправленного шнека длиной 50 см (рис. 3).

Разрабатываемый грунт может использоваться от I до IV группы, но без крупных твердых включений, которые превышают 1/2 диаметра шнека. Для экспериментальных исследований выбран песок средней крупности и влажность 10–15% для уплотнения. Уплотнение песка производится для уменьшения осыпания его в разрабатываемую скважину.

Ящик для грунта (рис. 4) имеет размеры 60х60х60 см, исходя из длины шнека (50 см) плюс диаметр направляющей скважины – 10 см. Материал для изготовления ящика – лист OSB, который легкий, простой в обработке и соединяется шурупами по дереву.

Для передачи вращения шнека и направления разработки скважины в ящике выпилены продольные отверстия (рис. 4). Для устройства наклонных прямоугольных скважин противофильтрационного экрана отверстия для шнека расположены под углом 30°.

Направляющая скважина (рис. 4) в экспериментальном исследовании образуется при помощи установки поливинилхлоридной трубы диаметром 10 см, которая используется как форма и после уплотнения грунта удаляется.

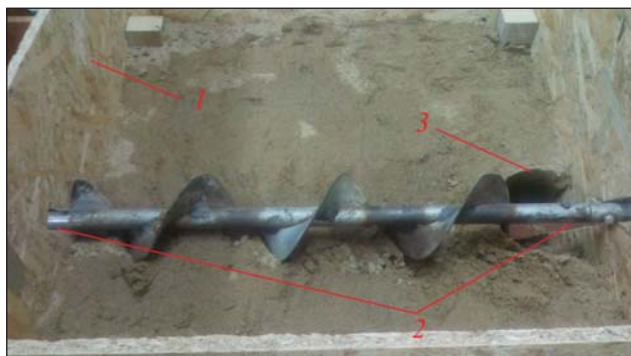


Рис. 4. Направляющая скважина:
1 – ящик для грунта; 2 – продольные отверстия для шнека; 3 – направляющая скважина

Разработка грунта производится при вращении шнека против часовой стрелки при наблюдении относительно стороны ящика с направляющей скважиной. Для изменения скорости разработки, кроме собственного веса шнека, прикладывается дополнительный вес, который приводит к увеличению крутящего момента, требуемого для вращения шнека.

Дополнительный вес прикладывается с обеих сторон ящика к валу шнека грузами через подшпикники, чтоб минимизировать влияние сил трения. Масса грузов изменяется от 1 до 3 кг, увеличивая врезание лопастей шнека в грунт и скорость разработки скважины.

Увеличения скорости разработки прямоугольной скважины можно также добиться путем увеличения скорости вращения шнека, что приводит к увеличению потребляемой мощности электродвигателя и возрастанию нагрузок действующих на шнековое оборудование.

Измерение скорости разработки будет производиться путем фиксирования времени прохождения шнека одного метра при непрерывной разработке грунта прямоугольной скважины. Каждый показатель скорости будет измеряться при одинаковом дополнительном грузе и постоянной скорости вращения шнека.

Измерение потребляемой мощности будет производиться энергометром (ваттметр), который предназначен для получения информации о расходе электроэнергии (рис. 5).

Особенностью данного прибора является возможность подсчитывать финансовую составляющую расхода электроэнергии. Указав стоимость киловатта в поле COST, можно измерить то, сколько потребил электродвигатель в финансовом эквиваленте за определенный период времени. При этом прибор потребляет всего 0,5 W и предназначен только для работы в сети 220–230V, 50Hz. Диапазон измерения от 5W до 3680W [4].

Для удержания стенок скважины от обрушения при разработке используются глинистые суспензии, создающие избыточное гидростатическое давление на грунт. Наиболее стабильные тиксотропные глинистые растворы получают на основе бентонитовых глин, которые разделяют на монтмориллонитовые и каолинитовые. Важной характеристикой глин, применяемых для приготовления глинистой суспензии, является величина набухания и емкость обмена. Тонкодисперсные бентонитовые глины состоят из минерала монтмориллонита, обладающего высокой набухаемостью и большой емкостью обмена.

Глинистая суспензия, приготовленная на тонкодисперсных натриевых бентонитовых глинопопорошках, не требует дополнительной обработки [5].

После разработки прямоугольной скважины подаются материалы, твердеющие растворы для устройства элементов (панелей) противофильтрационного экрана.

Для бетонирования применяются литые бетоны с осадкой конуса 16–20 см со сроком схватывания не менее 2 ч., с сохранением подвижности в течение 40 мин. и крупностью заполнителя не более 30 мм. Для получения бетонов требуемых технологических параметров (повышенной подвижности, связности и замедленного схватывания) вводятся химические добавки.



Рис. 5. Энергометр (ваттметр)

Гидрофобизация растворов и бетонов приводит к улучшению удобоукладываемости бетонных и растворных смесей и сокращает расход цемента, а также уменьшает водопотребность этих смесей. Гидрофобизирующие добавки повышают связанность бетонных смесей, предотвращая их расслоение и значительно облегчая транспортирование.

В качестве гидрофобизирующих веществ применяются алкилалкоксисиланы, низкомолекулярные металлоорганические соединения, кремнийорганические смолы и соединения кремниевой кислоты.

Использование армокаркасов для армирования прямоугольной панели по данной технологии затруднено, так как после разработки скважины подаются твердеющие растворы и производится извлечение шнека с его вращением в противоположном направлении (в данном случае за часовой стрелкой). С помощью вращения шнека бетонная смесь транспортируется к центру скважины для формирования противифльтрационной панели.

Для армирования бетона могут применяться металлические и неметаллические (стеклянные, базальтовые, асбестовые и др.) волокна. В качестве фибр используют тонкую проволоку диаметром 0,1–0,5 мм, нарубленную на отрезки длиной 10–50 мм. Лучшие результаты обеспечивают фибры диаметром 0,3 мм и длиной 25 мм [6].

Развитие в бетонах волосных трещин эффективно приостанавливается введением фибр. Фибры вводят в бетонную смесь обычно в количестве 1–5% объема бетона. Прочность бетона на растяжение увеличивается на 10–30%, резко повышаются его сопротивляемость ударам, предел усталости и износостойкость.

Выводы:

1) проведено анализ использования прямоугольных скважин для устройства противифльтрационных экранов, которые могут использоваться для защиты зданий и сооружений от подтопления и затопления;

2) выполнено планирование экспериментальных исследований устройства прямоугольных скважин с использованием шнекового оборудования.

Список литературы:

1. Зарубина Л.П. Защита территорий и строительных площадок от подтопления грунтовыми водами. Москва: Инфра-Инженерия, 2017. 212 с.
2. Кантович Л.И., Хазанович Г.Ш. Машины для горностроительных работ: Учебное пособие. Москва: Издательство «Горная книга», 2011. 445 с.
3. Лысенко В.М., Ситников В.Д., Ситников Е.В. Буровой инструмент для образования прямоугольного сечения. Патент № 400699, 1973.
4. URL: <https://bt.rozetka.com.ua/26628913/p26628913> (дата звернення: 22.07.2018).
5. Бадьин Г.М., Сычев С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. 288 с.
6. Ржевская С.В. Материаловедение: Учеб. для вузов. Москва: Издательство МГГУ, 2003. 456 с.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ЗІ ШНЕКОВИМ ОБЛАДНАННЯМ

Розглянуто влаштування протифільтраційних екранів із застосуванням обладнання для розробки прямокутних свердловин; використання протифільтраційних екранів для захисту будівель та споруд від підтоплення та затоплення. Представлено основні технологічні процеси виконання робіт для влаштування прямокутних свердловин із застосуванням шнекового обладнання. Описано планування експериментальних досліджень влаштування прямокутних свердловин із застосуванням шнекового обладнання.

Ключові слова: протифільтраційний екран, захист від підтоплення, влаштування прямокутних свердловин, планування експерименту, вимірювання показників.

THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR CONDUCTING EXPERIMENTS WITH SCREW EQUIPMENT

The device of anti-filter screens with application of equipment for development of rectangular wells is considered. Use of anti-filter screens to protect buildings and structures from flooding and flooding. The main technological processes of the production of rectangular wells using screw equipment are presented. Described is the planning of experimental studies of rectangular wells using screw equipment.

Key words: anti-filtration screen, protection against flooding, device of rectangular wells, experiment planning, measurement of indicators.