

Что касается песчаных грунтов, то сопротивление боковой поверхности и остря свай возрастает по линейному закону до глубины (10–20)d, а затем остается постоянным и является функцией начальной плотности песка.

Полученные нами [6] и другими исследователями [1,2, 3] данные показывают, что практически для одних и тех же грунтовых условий соотношения сопротивлений по боковой поверхности и под остриём свай, а также величины отказов могут быть в значительных пределах.

Всё это определяет необходимость поиска взаимосвязей и взаимозависимостей несущей способности (сопротивления грунта) и остаточных и упругих отказов свай.

На рис. 2 приведены экспериментальные данные для двух свай забитых на одной стройплощадке с различием грунтовых условий только верхней части массива, т.е. для свай № 2 схема грунтового массива «слабые – прочные», а для свай № 9 – «прочные – прочные». Свай забиты примерно на одну глубину – 9 и 8 м. Динамика отказа для свай №2 характеризуется параболической, а свай № 9 – линейной зависимостями.

Осадка же свай (S) при достижении примерно одной и той же несущей способности (Fткл) различается более чем в два раза.

На глубине 8,0 м отгак свай № 2 составил 1,3 см, а свай № 9 – 0,6 см, т.е. различие более чем в два раза.

Анализ совокупностей экспериментальных данных более чем для двадцати свай позволяет сделать вывод, что существует взаимозависимость несущей способности свай (сопротивления грунта) как от остаточного, так и упругого отказов, однако их взаимосвязь определяет необходимость полного и достоверного учёта влияния деформационно-прочностных свойств грунтов основания как в естественном состоянии, так и в процессе забивки свай.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долматов, Б.И. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов / Б.И. Долматов, Ф.К. Лапшин, Ю.В. Россихин. – Л.: Стройиздат, 1975. – 168 с.
2. Сирожиждинов, З. Несущая способность свайных фундаментов при центральных нагрузках/З. Сирожиждинов – Ташкент, Узбекистан, 1981. – 152 с.
3. Грязнова, Е.М. Разработка метода расчёта свайных фундаментов с учётом прочностных свойств грунтов и взаимодействия свай / Е.М. Грязнова. – Л.: Стройиздат, 1989. – 196 с.
4. Ковалёв, Ю.И. Распределение напряжений в пластической области грунтового массива при осесимметричном нагружении: сборник трудов МИИТ / Ю.И. Ковалёв – М., 1984 – Вып. 745. – С. 35-42.
5. Одинг, Б.С. Исследование взаимодействия свай с грунтом при вертикальной статической нагрузке / Б.С. Одинг // Сб. труд. Воронежского ИСИ. –1968. – № 10. – Вып. 1. – С. 56-64.
6. Пойта, П.С. Оценка методов несущей способности забивных свай / П.С. Пойта, А.Ю. Дронович, П.В. Шведовский // Вестник БрГТУ = 2012. – №01 (73). – С. 77-81.

УДК 69.05(075.8)

Шумаков И.В., Фурсов Ю.В., Гонитарь А.А.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ

Рост объемов подземного строительства в крупных городах, развивающихся как культурно-исторические и торгово-промышленные центры, наблюдается сегодня во всем мире. Это связано с непрерывно возрастающей концентрацией городского населения и повышением численности автомобильного парка, кото-

рые порождают практически все наиболее острые современные городские проблемы – территориальные, транспортные, экологические, энергетические.

Создание подземных объектов в городских условиях при стесненности площадки зданиями, сооружениями, подземными коммуникациями, дорогами, объектами благоустройства должно учитывать не только требования надежности возводимых объектов, но и безусловную минимизацию влияния на окружающие здания, сети, дороги и геологическую среду. Комплексное выполнение таких задач требует от научных, проектных и производственных структур строительной отрасли введения инновационной составляющей в принимаемые конструктивные и организационно-технологические решения. Рассматривая вопросы надежности и эффективности функционирования организационно-технологических систем в инновационном строительном проекте, очевидно, необходимо учитывать, что речь идет о создании сложного динамического многофункционального объекта, система управления которого должна быть гибкой, чтобы допускать возможность адаптации к изменениям [1, 2]. Современная тенденция роста габаритов возводимых в котлованах подземных объектов имеет под собой почву уже освоенных инновационных схем, но часто применяемыми, в частности, в Харькове, можно назвать двухуровневые подземные автопаркинги монолитно-каркасных жилых домов. Характерным объектом-представителем в данной группе явился многоэтажный жилой комплекс «Новая Шатиловка».

Стесненность его площадки усугубляла высокая насыщенность территории подземными коммуникациями. В геоморфологическом отношении участок находился в пределах засыпанной крупной балки, в наиболее глубокой ее части. Насыпные грунты представлены свалками и отвалами суглинков, почв, строительного мусора, производственных и бытовых отходов (до 20 %), характеризуется резкой неоднородностью по составу, физико-механическим свойствам и фильтрационным параметрам. На отдельных участках сосредоточенной отсыпки коммунальных и производственных отходов содержание органических веществ достигает 90 %. При этом выяснилось, что в результате химико-микробиологических процессов разложения органики происходит образование и накопление различных токсичных веществ, микроорганизмов, фильтрата и газов. Главной особенностью экологической ситуации участка являлся смешанный характер загрязнения почвогрунтов, грунтовых вод и атмосферного воздуха. В воздухе скважин наблюдалось высокое содержание углекислого газа (CO_2) и метана (CH_4); максимальное содержание метана составило 57,3 % (глубина 4 м), что говорит о возможности скопления его взрывоопасных концентраций в объемах подземных помещений. Констатировалась сильная агрессивность химического состава грунтовых вод к бетонам.

В результате проведенных исследований была составлена база сценариев развития инженерно-геологических процессов по нескольким направлениям:

- продолжение процессов самоуплотнения, в том числе, за счет разложения органических веществ;
- резкое колебание уровня первого от поверхности локального водоносного горизонта типа «верховодка», что создаст угрозу затопления подземных частей здания;
- активногазовыделение (CH_4 и CO_2);
- микросуффозионные оседания в местах отвалов строительных отходов, что, с учетом общего оседания, может привести к порывам сетей;
- процессы химической коррозии бетонов и металлов.

Для обеспечения конструктивной и эксплуатационной надежности данного объекта был разработан ряд инновационных решений. Учитывая слабые структурные связи в насыщенных грунтах и возможность оползания и обвалов откосов котлована, а также стесненность площадки, была предусмотрена конструкция контурного ограждения откосов котлована из вертикальных забивных стальных труб диаметром 820 мм с горизонтальной обвязкой и распорками того же сечения (шаг труб 1500 мм, шаг распорок 7500 мм) (рис. 1). Для получения гарантированной стабильности грунта одна из сторон ограждения дополнительно закреплялась анкерами.

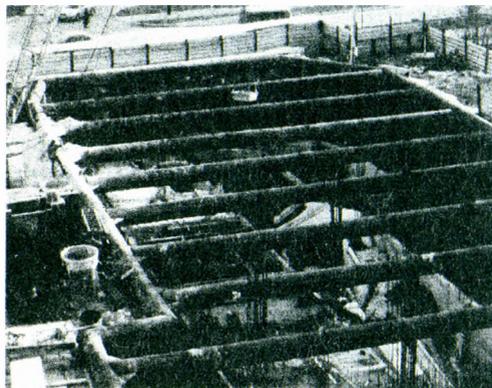


Рисунок 1 – Конструкция контурного ограждения откосов котлована

В качестве фундаментов использовались буронабивные сваи диаметром 750 и 630 мм длиной 20 м с погружением нижних концов в континентальные твердые алевритовые глины, ростверк выполнен в виде железобетонной фундаментной плиты. Противокоррозионная защита железобетонных подземных конструкций осуществлена путем применения сульфатостойкого цемента. По причине загазованности почвогрунта максимально увеличена высота цокольной части и снижено заглубление подземной части. Устроенная подземная гидроизоляция осуществлена в два слоя – обмазочная и оклеечная рулонная. Выполнен пластовый дренаж, совмещенный с газовым дренажом (рис. 2), кроме этого, была обеспечена дополнительная газовая вентиляция через устройство вентиляционных скважин на территории.

Для примененных организационно-технологических решений была произведена оценка по критериям инновационности:

- по степени влияния – изменяющиеся;
- по новизне – базисные;
- по предметному содержанию – процессные;
- по конечному потребителю – производственные;
- по масштабу применения – распространенные;
- по прецеденту использования – перенятые;
- по совокупным затратам и эффекту – эффектодобавляющие;
- по типу эффекта – экономические.

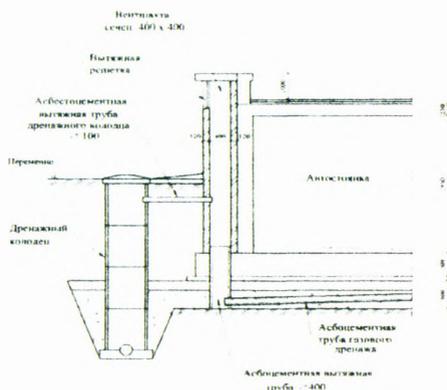


Рисунок 2 – Конструкция пластикового дренажа, совмещенного с газовым дренажом

Частью комплексных инновационных решений в данном проблемном поле является дренаж. В настоящее время существует недостаточное количество научно-методических разработок по прогнозированию технико-экономических показателей устройства дренажа при разработке мероприятий по инженерной защите зданий от подтопления. Одним из показателей эффективности строительного процесса является трудоемкость, прогнозирование которой необходимо для сокращения сроков и стоимости строительства [3, 4].

Имитационные модели широко используются для прогнозирования технико-экономических показателей. На этом основании была рассмотрена задача прогнозирования показателя трудоемкости устройства дренажных систем зданий от организационно-технологических факторов различного происхождения с использованием средств вычислительной техники и соответствующих информационных технологий [4].

В оценочной практике достаточно часто используются методы экспертных оценок [5]. В ряде случаев это вызвано отсутствием необходимой информации в обработанном для исследований процесса виде. В частности, одним из распространенных коллективных методов экспертных оценок является метод рангов, который позволяет выбрать из исследуемой совокупности факторов наиболее существенный. В качестве объектов наблюдения были приняты дренажные системы гражданских зданий. Для исследования влияния факторов была рассмотрена выборочная совокупность проектов.

Для принятия правильных и независимых оценок в эксперимент были приглашены эксперты – высококвалифицированные специалисты в области проектирования и строительства инженерных сетей водоотведения и дренажа. При подготовке к оцениванию были сформулированы 11 факторов, влияющих на трудоемкость устройства дренажных систем зданий, с возможностью добавления и исключения. Методом анкетирования была сформирована и оценена группа организационно-технологических факторов: степень совмещения работ; влажность грунта в условиях производства работ; стесненность строительной площадки; площадь дренирования; качество подготовки ложа и уплотнения грунта; уровень механизации работ; сезонность и атмосферные влияния на технологический процесс; показатель ожидания элементов дренажа перед

укладкой; соотношение угла естественного откоса к глубине заложения; обрачиваемость складских площадей; степень обеспеченности процесса выверочными приспособлениями.

Матрица парных корреляций строилась с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0. Анализ матрицы показал, что влажность грунта в условиях производства работ (фактор x_2) оказывает наибольшее влияние на трудоемкость работ (признак y), поскольку имеет наибольшее по модулю значение коэффициента парной корреляции с результативным признаком ($r_{y,x_2}=0,876$).

В конечную модель вошли переменные x_2 , x_9 :

$$y_i = 0,124 + 1,04x_2 - 0,52x_9.$$

Предложенная математическая модель позволяет осуществлять прогнозирование учета факторов, влияющих на показатель трудоемкости устройства дренажных систем зданий с целью разработки мероприятий по ее сокращению при разработке ПОС и ППР.

Кроме этого, в ходе исследований было выяснено, что одним из перспективных видов весьма распространенных трубчатых дрен являются грубофильтры из полимерно-волоконистых материалов (ПВМ). Их функция не только в сборе и транспортировке подземных вод, но и в предотвращении вымыва и выноса частиц из водоносного пласта, заиливания дренажных коллекторов. Актуален также параметр защиты от проникновения корневых тканей в дренаж. Их основой является объемный фильтр волокнисто-пористой структуры трубчатой формы, полученный пневмоэкструзионным способом из волокон термопластичных материалов (полиэтилен, полипропилен), толщина стенки которого от 10 до 30 мм.

ПВМ-грубофильтры обладают неоспоримо ценными качествами, основными из которых являются:

– высокая водоприемная способность (приближенная к условиям «идеальной» дрены);

– низкое гидравлическое сопротивление;

– высокая степень регенерации;

– долговечность (гарантийный срок эксплуатации 50 лет) [6];

– экологичность полимеров по сравнению с асбестоцементом и стекловолокном;

– регулируемое изменение пористости глубинного фильтрующего элемента.

В сочетании с простотой конструкции и удобством монтажа дрены из ПВМ позволяют сократить количество слоев дренажной обсыпки, повышают эксплуатационные характеристики дренажных систем, снижают трудоемкость монтажных работ. Экспериментально установлено, что при кольматации ПВМ-грубофильтр можно регенерировать способом обратной промывки без нарушения его структуры. При этом степень регенерации фильтра при постоянном промывочном расходе с давлением до 2 МПа может достигать 80 %, а при пульсирующем потоке – до 97 % [3].

Известно, что эффективность дренажа во многом зависит от конструкции фильтра, защищающего трубы от заиливания и его фильтрационных свойств. Фильтрующие элементы в дренажных конструкциях должны иметь как можно меньшее «собственное» сопротивление и обеспечивать при этом фильтрационную устойчивость осушаемых почв.

Для выяснения фактической водонепроницаемости ПВМ-грубофильтров были проведены испытания по определению коэффициента фильтрации кольцевых образцов через поверхность стенки (рис. 3).

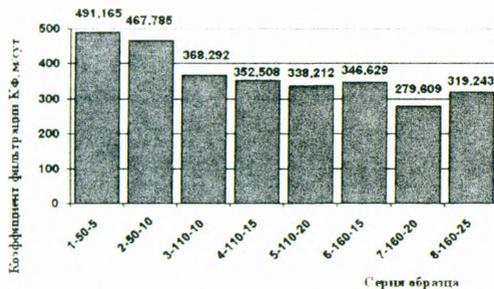


Рисунок 3 – График расчетных значений коэффициента фильтрации K_f образцов ПВМ-трубофильтров (серия образца: номер серии–наружный диаметр–толщина стенки)

Выводы. Примененный на объекте-представителе комплекс инновационных решений по производственным критериям был охарактеризован следующим. Изысканиями обоснована необходимость конструктивных и организационно-технологических нововведений для осуществления инновационных решений. Имело место соответствие проекта имеющимся производственным мощностям строительной организации. Было обеспечено наличие необходимой численности квалифицированного производственного персонала. Величина издержек производства была сопоставима с показателями издержек на строительном рынке в целом. Потребность в дополнительных производственных мощностях и оборудовании не возникла, а в экономические расчеты обоснования учтены внутренние резервы строительной организации. Уровень запроектированных мероприятий по безопасности строительного производства и дальнейшей эксплуатации объекта имел научную основу и обладал наивысшей степенью влияния на применяемые производственные решения.

Проведенные исследования показали возможности применения современных полимерных материалов в устройстве дренажных систем зданий, что снижает трудоемкость устройства дренажей, обеспечивает безотказный режим их эксплуатации и увеличивает долговечность объектов в целом. Исходя из результатов экспериментальной части исследований, можно заключить, что ПВМ-трубофильтры в практических условиях использования в дренажах обладают высоким запасом долговременной эффективности.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические рекомендации по оценке экономической эффективности инноваций в строительстве [Текст]. – М.: КИТС НОС, 2011. – 66 с.
2. Медынский, В.Г. Инновационный менеджмент / В.Г.Медынский. – М.: ИНФРА-М, 2008.- 295 с.
3. Пивовар, Н.Г. Дренаж с волокнистыми фильтрами для защиты территорий от подтопления: монография [Текст] / Н.Г. Пивовар, Н.Г. Бугай, В.Л. Фридрихсон(и др.). – К.: НАНУ, Институт гидромеханики, 2000. – 332 с.
4. Шилин, А.А. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте [Текст] / А.А. Шилин, М.В. Зайцев, И.А. Золотарев, О.Б. Ляпидевская. – Тверь: Русская торговая марка, 2003. – 396 с.
5. Адлер, Ю.А. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю.А. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
6. Материалы полимерные волокнистые: ТУ У 25.2-31061660-001:2005 [Текст]. – Х.: ООО НПШ «Рембудсервис», 2005. – 21 с. – (Держжопживстандарт України. Технічні умови).