

1 етапа:

- обследование коллекторов и определение первой очереди;
- завершение строительства дублирующего коллектора и кольцевания;

2 этапа:

- проведение ремонтных работ на объектах первой очереди;

3 этапа:

- разработка проекта «Реконструкция системы тоннельных коллекторов г. Харькова»;

4 этапа:

- реализация проекта «Реконструкция системы тоннельных коллекторов г. Харькова».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абрамович И.А. Канализация города Харькова (1912-1980 гг.): опыт проектирования и строительства: Монография. – Х.: Основа, 1997. – 220 с.
2. Душкин С.С., Куликов Н.И., Дрозд Г.Я. Эксплуатация водоотводящей сети: Учебн. пособие. – Харьков: ХГАГХ, 1999. – 229 с.
3. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения: Монография. – Харьков: Консум, 2008. – 400 с.
4. Технико-экономическое обоснование – финальный отчет SOIL AND WATER, проект ГКП «Харьковкоммуночиствод», контракт ЕБРР С 15348/FIN. – 136 с.
5. Виробничо-практичний журнал «Водопостачання та водовідведення» серпень № 4. 2016.

УДК 648.154.21

Люлько А.О., Бондарь В.А.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ ТРУБЧАТЫХ СВАЙ В ОБВОДНЕННЫХ ГРУНТАХ

Введение. В настоящее время в Украине и развитых зарубежных странах в качестве фундамента многоэтажных зданий практически повсеместно применяют буронабивные сваи. В отличие от забивных свай заводского изготовления буронабивные сваи изготавливают непосредственно на строительной площадке в скважинах, пробуренных в грунте. В скважину устанавливают арматурный каркас и заполняют бетоном, с последующим уплотнением. Однако в сложных грунтовых условиях - несвязные и водонасыщенные грунты необходимо применение различных мер по защите стенок скважины от обрушивания и бетонной смеси от попадания грунтовой воды. Анализ эффективности использования материала коротких буронабивных свай, проведенный [2] показал, что для коротких свай из бетона класса В15 используется только 15 % прочностных свойств материала и только для свай длиной 15 м диаметром 600 мм с уширением 1200 мм достигается равенство несущих способностей по грунту и материалу.

В работе [3] показано, что наибольшую эффективность фундамента на висячих сваях обеспечивает применение трубчатых свай, позволяющих добиться равенства не-

сущей способности свайного фундамента по грунту несущей способности свай по материалу. Однако в научно-технической и рекламной литературе отсутствует информация о случаях изготовления трубчатых буронабивных свай в обводненных грунтах. Для разработки эффективной технологии устройства фундаментов на трубчатых сваях необходимо проанализировать существующие способы формирования буронабивных свай в обводненных грунтах и мер по повышению надежности их изготовления, а также известные способы формирования трубчатых буронабивных свай.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. Экспериментальные исследования несущей способности буронабивных свай, которые выполнили Б.В. Бахолдин, В.И. Берман, И.В. Михайлов [1] показали убедительное преимущество свай трубчатого сечения перед сплошными. Аналогичный результат получил А.О. Люлько и В. А. Черниговский [2,3] теоретически исследуя удельную несущую способность буронабивных свай сплошного и трубчатого сечения.

158 свай, позволяющих добиться равенства не-

Существует два основных способа формирования свай трубчатого сечения. Первый, когда свая формируется на всю длину и второй, когда полость сваи образуется по мере подъема оборудования, формирующего стенки. К первому относятся технологии использующие извлекаемые пустотообразователи [4,5,6] либо формование полости с помощью виброштампа [7], погружаемого в скважину, заполненную бетоном на всю глубину и раздвигающего бетонную смесь в стороны, образуя цилиндрическую полость. Однако способ в обводненных грунтах не применяется, так как при нем используют пластичную бетонную смесь с ОК=5-7 см.

Извлекаемые пустотообразователи могут быть изготовлены из эластичного либо жесткого материала.

Пустотообразователь из эластичного материала, заполненный воздухом [4] опускается в скважину и осуществляется бетонирование. Однако попытки применения таких сердечников, как правило, заканчивались неудачно. Основная трудность заключалась в обеспечении проектного положения гибкого сердечника при бетонировании с обязательным использованием подвижной бетонной смеси.

От подобного недостатка свободен способ [5], использующий тонкостенный пустотообразователь из картона или пластмассы, внутри которого размещена емкость из гибкого материала — резины или полиэтилена, которая заполняется водой. После схватывания бетонной смеси жидкость удаляется из емкости и пустотообразователь извлекается из полости трубчатого изделия. Однако если при формовании трубчатых изделий в горизонтальном положении (пустотные плиты и др.) проблемы удаления воды не возникает, то при изготовлении трубчатых свай необходима принудительная откачка воды. Для формования трубчатых буронабивных свай так же используют металлический пустотообразователь

[6], извлекаемый из полости до начала схватывания бетонной смеси с использованием приема, применяемого при извлечении обсадной трубы из обводненного грунта - вращение на небольшой угол в одв/и другую стороны. Поскольку эта операция проводится непосредственно после уплотнения бе-

тонной смеси до начала схватывания - с целью исключения возможности адгезии бетона к металлу пустотообразователя, опасность нарушения сплошности ствола трубчатой сваи достаточно реальна. А в сочетании с наружной обсадной трубой, необходимой в обводненных грунтах, применение технологий формования полости на всю длину приводит к тем же недостаткам, как и при формовании буронабивных свай сплошного сечения

Поэтому основное внимание уделено анализу технологий, позволяющих формировать полость трубчатой сваи по мере перемещения сваеформовочного оборудования в скважине от ее основания до поверхности грунта.

Исходя из проведенного анализа примером такой технологии служит способ [7], при котором полость сваи формируется коническим пустотообразователем с вибратором, раздвигающим бетонную смесь к стенкам скважины по мере его подъема вертикально вверх без вращения. Дополнительные мероприятия, направленные на уплотнение смеси в стенках сваи не предусмотрены, поэтому велика вероятность, во-первых, ее недостаточного уплотнения, а, во-вторых, образования разрывов по длине сваи в вертикальном направлении.

Применение многосекционного вибро-сердечника перемещающегося вверх по мере формования полости буронабивной сваи [8] позволяет уплотнять бетонную смесь в стенках сваи и добиваться ее плотного контакта со стенками скважины. Однако при этом необходимо контролировать непрерывность подачи бетонной смеси в скважину, поскольку при перерывах подачи смеси возможно появление неуплотненных участков, что может негативно отразиться на работоспособности такой сваи. При этом подвижность бетонной смеси должна строго выдерживаться в заданных пределах, согласованных с параметрами вибраторов. Снижение подвижности приводит к недоуплотнению бетонной смеси, а увеличение - к возникновению повреждений при извлечении сердечника. Строго нормируется так же время выдерживания бетона до извлечения сердечника [4].

Уплотнение бетонной смеси в стенках трубчатой сваи эксцентрично вращающимся полусферическим формующим элементом, предложено С.В.Кузнецовым [9]. При формировании трубчатых свай используется жесткая бетонная смесь, поступающая в зазор между формующим элементом и стенками скважины и уплотняется под кольцевым участком полусферы. Трубчатая свая формируется в зазоре между стенками скважины, пробуренной в грунте, и заглаживающим цилиндром, перемещающимся вертикально без вращения. Однако при таком способе уплотнения давлением перемещающимся по кольцевому сечению и имеющем только вертикальную составляющую, велика вероятность образования крупными зернами заполнителя бетонной смеси эффекта свода, когда между зернами крупного заполнителя остается неуплотненная растворная смесь. Этот недостаток способа может привести к появлению местных неуплотненных участков в стенке трубчатой сваи, снижая надежность ее изготовления.

Для формирования трубчатых свай применен метод радиального послойного прессования [10], широко известный при изготовлении железобетонных труб [11].

Однако в отличие от формирования труб, когда уплотняющие в радиальном направлении ролики опускаются до нижнего края формы, благодаря кольцевому поддону, в который проходит заглаживающий цилиндр трубоформовочного сердечника при формировании трубчатых свай в скважинах в грунте такая возможность отсутствует. Уплотнение бетона в скважине начинается на расстоянии равном длине заглаживающего цилиндра от основания сваи и неясно, каким образом бетонная смесь заполнит этот участок скважины, поскольку уплотняющие усилия от роликов направлены только горизонтально, в радиальном направлении. При достаточном количестве бетонной смеси в скважине под действием ее веса уплотненный бетон должен заполнить и полость между цилиндром и стенками, однако качество бетона этого участка сваи, а так же время на его формирование трудно поддается контролю. Следует отметить, что подъем сердечника при радиальном прессовании осуществ-

ляется принудительно и его необходимо строго синхронизировать с подачей смеси для исключения возможности появления участков по длине сваи с недостаточной степенью уплотнения.

От этих недостатков свободен метод прессования трубчатых изделий вертикальным давлением, слоями, не превышающими толщину стенки изделия. Такой метод применялся при изготовлении бетонных труб повышенной прочности А.Г.Вандаловским [12], А.В.Рачковским при изготовлении бетонных колец [14] и А.В.Бурлакой при изготовлении пористых бетонных труб [15]. В качестве уплотняющего элемента использовалась лопатка с тремя участками, имеющими различный угол наклона к горизонтальной поверхности. Этот метод был применен А.Г.Вандаловским и В.А.Черниговским при изготовлении прессованных трубчатых свай из бетона [13] в скважинах пробуренных в связном грунте строительной площадки. Как показали исследования несущей способности трубчатых свай по грунту она превысила расчетную на 27...35% за счет вдавливания бетонной смеси в стенки скважины. Исследования прочностных показателей бетона трубчатых прессованных свай показали, что они соответствуют классу В35 бетона на сжатие [14]. Это подтверждает результаты исследований А.Г.Вандаловского [12] о влиянии способа уплотнения на прочность бетона в возрасте 28 суток нормального твердения, показавшие преимущества уплотнения стенки трубчатого изделия тонкими слоями давлением, имеющим вертикальную и горизонтальные составляющие, равномерно перемещающимся по окружности. Такое уплотнение позволяет добиться повышенной плотности и прочности бетона в возрасте 28 суток за счет наиболее плотной упаковки компонент бетонной смеси.

Поскольку при формировании трубчатой сваи в обводненных грунтах одной из основных задач является получение повышенной плотности бетона непосредственно после уплотнения, что необходимо для предотвращения возможности разрушения стенок сваи грунтовой водой.

Правомерно предположить, что и непосредственно после прессования жесткой бетонной смеси ее плотность (в смысле связности и водонепроницаемости) будет выше, чем при других способах уплотнения.

Это определяет целесообразность интенсивного уплотнения бетонной смеси в стенках трубчатой сваи тонкими слоями вращающейся лопаткой сваеформовочного сердечника [36] установленного на валу бурового оборудования.

К достоинствам рассмотренного метода послойного уплотнения следует также отнести то, что при перерывах в подаче бетонной смеси подъем сваеформовочного сердечника исключен так как прессование происходит под действием веса вращающихся частей сваеформовочной установки и сердечник опирается на бетон отформованной стенки трубчатой сваи. Происходит заглаживание уплотненной бетонной смеси третьим горизонтальным участком лопатки. Такая же операция проводится по окончанию формования и выхода на проектную отметку головы сваи. Углы наклона первого: 12-14° и второго участков: 2-4° обоснованы в [12] на основании анализа этапов уплотнения жесткой бетонной смеси, включающих удаление из смеси воздуха и избыточной жидкости. Так же обоснованы необходимое время приложения прессующего давления и его величина, которая на порядок ниже величины давления, необходимого при прессовании стенок трубчатых изделий в радиальном направлении.

Выводы

Строительство фундаментов на обводненных грунтах является для большинства регионов Украины и ряда зарубежных стран проблемой, решению которой уделяется внимание, как ученых, так и строителей, возводящих малоэтажные здания.

Из проведенного анализа следует, что решение этой проблемы возможно использованием свайных фундаментов из коротких буронабивных свай, изготавливаемых непосредственно на строительной площадке.

Установлено, что наиболее эффективным способом устройства буронабивных свай в обводненных грунтах, является их формование под защитой извлекаемой об-

садной трубы.

Анализ эффективности использования материала в коротких буронабивных сваях сплошного сечения показал, что он загружен недостаточно - до 15 %.

Установлено, что повышение эффективности свайных фундаментов возможно за счет применения трубчатых свай.

Анализ существующих технологий показал, что применение трубчатых буронабивных свай в обводненных грунтах сдерживается как отсутствием надежных технологий их формования, так и наличием нерешенных вопросов повышения плотности и водостойкости бетона в стенках трубчатых свай, гарантированно исключающих возможность их разрушения под действием грунтовых вод.

Установлено, что наиболее эффективным способом уплотнения бетонных смесей в стенках трубчатых свай является интенсивное прессование слоями малой толщины, а предотвращать контакт бетонной смеси с грунтовыми водами, при ее подаче в скважину, с помощью извлекаемой обсадной трубы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бахолдин Б.В., Экспериментальные исследования несущей способности буронабивных полых свай на вертикальную нагрузку/ Бахолдин Б.В., Берман В.И., Михайленко И.В // Основания, фундаменты и механика грунтов, - 1988. -С. 14-17.
2. Люлько А.О., Повышение эффективности свайных фундаментов под малоэтажное строительство/ Люлько А.О., Черниговский В.А. //Науковий вісник будівництва.- Харків: ХОТВ АБУ .-2009.-вып.52.-С. 109-112.
3. Черниговский В.А. Анализ эффективности использования бетона в буронабивных сваях / Черниговский В.А // Науковий вісник будівництва. — Харків: ХОТВ АБУ,2005. - вып. 31.- С.38-43.
4. Пустотелые буронабивные сваи. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.drillings.su/svai-obol.html>.
5. Способ изготовления монолитного строительного элемента. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.find-patent.ru/patent/224/2243889.html>.
6. Monolithic Concrete Slab. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://geovsetnam.com/index.php/en/cast-in-place-concrete-thin-wall-pipe-pile/57-pcc-html>.

7. Меклер М.Б. Набивные виброштампованные сваи/ Меклер М.Б. - М.:Стройиздат, 1971. - 30 с.
8. Бахолдин Б.В., Современные конструкции свай и ростверков/ Бахолдин Б.В., Светличный Е.В., Остров В.Н. - М.: ЦНТИС, 1973. - 73с.
9. Кузнецов С.В. Изготовление бетонных труб кольцевым рабочим органом/ Кузнецов С.В //Повышение эффективности использования машин в строительстве: Межвуз.науч. сб. ЛИСИ.-Л, 1984.-С.56-64.
10. Пустотелые буронабивные сваи. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.drillings.su/svai-obol.html>.
11. Вандоловский А.Г. Послойное прессование — метод формирования особоплотной структуры мелкозернистого бетона/ Вандоловский А.Г. // Науковий вісник будівництва. - Харків.: ХОТВ АБУ, 1997,- Вип. 42. - с.26-32.
12. Вандоловский А.Г, Бетонные трубы повышенной прочности. Автореф.дис... д-р техн. наук, Харьков. ХИСИ, 1992,- 40 с.
13. Барский Б.Л. Трубчатые прессованные сваи/ Барский Б.Л., Вандоловский А.Г., Черниговский В.А // Строительство трубопроводов.- 1991,-2.С.32-34.
14. Изготовление полых буронабивных свай прессованием/ Бабушкин В.И., Вандоловский А.Г., Черниговский В.А., Чикишев В.М // Строительство трубопроводов.- 1991,- №6.-С.
15. Рачковский О.В. Удосконалення технології виробництва бетонних елементів різної номенклатури для систем каналізації: Автореф.дис....канд.тех.наук.ХДТУБА/-Харків, 1997.-24с.
16. Бурлака О.О. Підвищення міцнісних і фільтраційних показників дренажних труб з пористого бетону. Автореф. дис.... канд. тех. наук ХДТУБА.- Харків,2013.-18с.

УДК 532.50

Колотило М.І, Рязанцев О.І.

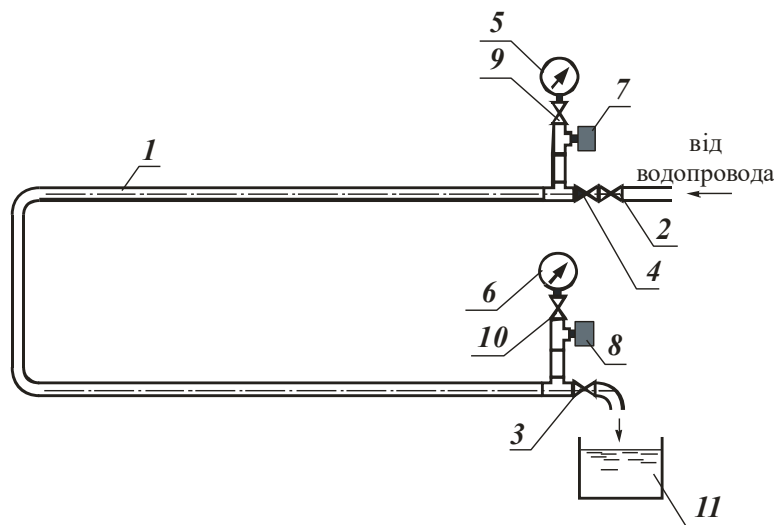
Харківський національний університет будівництва та архітектури

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО УДАРУ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ ІЗ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ

Порядок проведення дослідів та експериментальна установка описані у [1]. Схема установки наведена на рис. 1.

Як вказано у [1] протягом кожного досліді фіксувалися значення тисків на початку та в кінці трубопроводу за допомогою датчиків

тиску (7, 8) і фіксувалися в цифровому вигляді комп'ютером. За отриманими даними побудовані графіки зміни тиску в часі для кожного досліді, характерний вигляд яких наведено на рисунках 2, 3.



1 – трубопровід, 2, 3, 9, 10 – крани, 4 – зворотний клапан, 5, 6 – механічні манометри, 7,8 – датчики тиску (манометри автономні ЛТМА01), 11 – мірна ємність об’ємом 15 л.

Рис. 1 – Схема дослідної установки.