

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2018, №3, Том 10 / 2018, No 3, Vol 10 <https://esj.today/issue-3-2018.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/28SAVN318.pdf>

Статья поступила в редакцию 21.04.2018; опубликована 19.06.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ковалев В.А., Ковалев А.С. Технологические схемы устройства забивных свай в пробитых скважинах в эластичных оболочках // Вестник Евразийской науки, 2018 №3, <https://esj.today/PDF/28SAVN318.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Kovalev V.A., Kovalev A.S. (2018). Technological schemes of the device of the driven piles in punched wells in elastic shelles. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(10). Available at: <https://esj.today/PDF/28SAVN318.pdf> (in Russian)

УДК 72

Ковалев Владимир Александрович

ОАО «НИЦ «Строительство» Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсевича, Москва, Россия
Заведующий лабораторией
Кандидат технических наук
E-mail: Vladimir@olimproekt.ru

Ковалев Александр Семенович

ООО Научно-производственное объединение «Олимппроект», Москва, Россия
Эксперт по земляным работам, основаниям и фундаментам
Кандидат технических наук
E-mail: askovalev@olimproekt.ru

Технологические схемы устройства забивных свай в пробитых скважинах в эластичных оболочках

Аннотация. В статье описываются две технологические схемы устройства забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах с использованием гибких эластичных оболочек.

Первая схема включает следующие основные операции: пробивку скважины обсадной трубой с башмаком-пробойником с прикрепленной к нему эластичной оболочкой; отсыпку в обсадную трубу жесткого грунтового материала над башмаком-уширителем; извлечение обсадной трубы и погружение в засыпанную скважину свай с образованием по ее наружному контуру эластичной оболочки.

Вторая схема включает следующие основные операции: пробивку скважины обсадной трубой с башмаком-пробойником; погружение в обсадную трубу башмака-уширителя с прикрепленной к нему эластичной оболочкой; засыпку в эластичную оболочку жесткого грунтового материала; извлечение обсадной трубы и погружение в засыпанную скважину-оболочку свай с образованием по ее контуру эластичной оболочки.

Первая технологическая схема применяется в грунтах, когда обеспечивается устойчивость стенок пробитой скважины, а вторая схема применяется в грунтах, когда происходит оплывание стенок скважины.

Рассматриваемые технологические схемы увеличивают надежность устройства свайных фундаментов и позволяют существенно расширить область их применения по грунтовым условиям.

Ключевые слова: фундамент из забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах; слабые переувлажненные и водонасыщенные грунты; обсадная труба; башмак-пробойник и башмак-уширитель; гибкая эластичная оболочка; уширенное основание

В статье описываются основные варианты технологических схем устройства фундаментов из забивных (вдавливаемых) свай в пробитых (продавленных) скважинах преимущественно в слабых влажных (переувлажненных) и водонасыщенных грунтах с использованием эластичных оболочек. В разработанных нормативных документах (Руководство по проектированию свайных фундаментов / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1980; СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. Госстрой России. М., 2004; СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. М., 2011; СТО 36554501-018-2009. Стандарт организации. Проектирование и устройство свайных фундаментов и уплотненных оснований из набивных свай в пробитых скважинах. НИЦ «Строительство», 2010 и др.) и опубликованных ранее работах [1-10] и др. литературных источниках устройство свайных фундаментов в переувлажненных и водонасыщенных грунтах, связанных с пробивкой или продавливанием скважин, предлагается осуществлять главным образом под защитой обсадных труб, что не всегда обеспечивает исключение проникновения воды (в том числе агрессивной по отношению к грунту засыпки и материалу свай) в них в процессе образования скважины, формирования уширенного основания, отсыпки грунтового материала (или заливки бетона при устройстве набивных, буровых и т. п. свай), а также после извлечения обсадной трубы, что в конечном итоге снижает несущую способность сваи по ее боковой поверхности за счет снижения сил трения и сцепления с грунтом отсыпки или окружающим грунтом природного сложения, особенно при наличии высокого уровня подземных вод и в конечном итоге их качества.

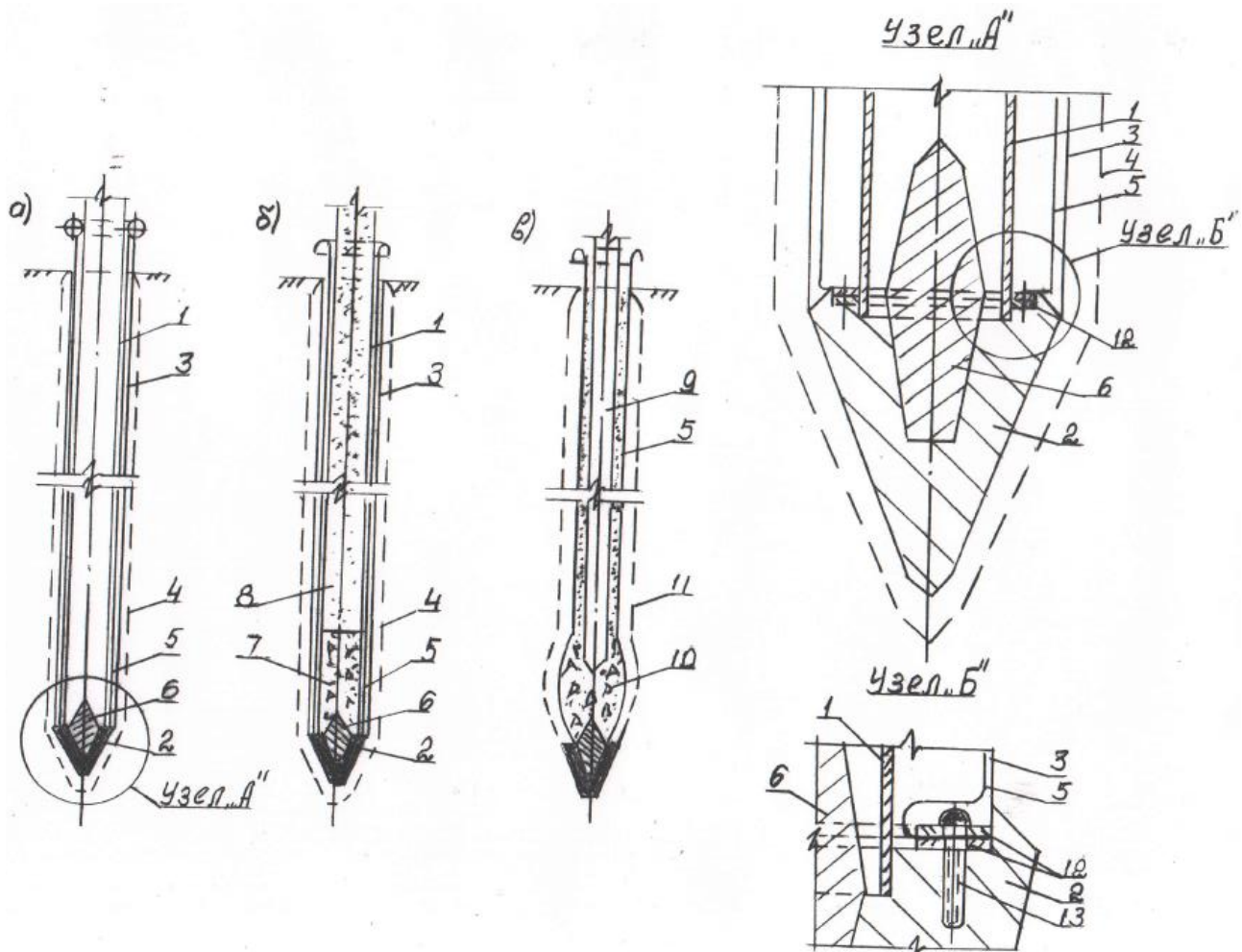
За рубежом гибкие эластичные оболочки, например, в США, Швеции, Японии и др. и иногда в России нашли свое применение в слабых и водонасыщенных грунтах при устройстве буронабивных, набивных, забивных круглых полых свай для создания уширений и тем самым увеличения их несущей способности путем нагнетания под давлением в эластичные оболочки литой бетонной смеси.

В РФ синтетические оболочки используются главным образом в лессовых просадочных грунтах II типа и реже в насыпных грунтах для снижения влияния сил отрицательного (нагружающего) трения [4, 6].

Основные технологические операции по устройству эластичных оболочек в практике строительства при возведении буровых и т. п. свай без уширенных оснований в достаточно благоприятных грунтовых условиях (при отсутствии подземных вод) включают: образование скважины бурением; установку в скважину эластичной оболочки в виде «чулка»; расправление оболочки в скважине путем нагнетания в нее воздуха; армирование и бетонирование ствола сваи литым бетоном.

Устройство эластичных оболочек для забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах как нового направления в свайном фундаментостроении пока нигде не зарегистрировано [2, 3, 9, 10].

Ниже кратко приведены основные варианты предлагаемых технологических схем устройства забивных свай в пробитых скважинах с уширенным основанием с использованием эластичных оболочек.



1 – инвентарная обсадная труба; 2 – башмак-пробойник с прикрепленной к нему эластичной оболочкой; 3 – пробитая (продавленная) скважина; 4 – уплотненная зона; 5 – эластичная оболочка; 6 – башмак-уширитель; 7 – жесткий грунтовой материал или жесткая бетонная смесь; 8 – сыпучий грунтовой материал; 9 – сборная железобетонная свая; 10 – уширенное основание; 11 – уплотненная зона грунта повышенных размеров в плане; 12 – ободы-обручи (узлы «А» и «Б»); 13 – крепежный болт (узел «Б»)

Рисунок 1. Первая технологическая схема устройства эластичной оболочки:

а – погружение эластичной оболочки в пробитую скважину с наружной стороны инвентарной обсадной трубы с башмаком-пробойником; б – отсыпка в обсадную трубу над башмаком-уширителем жесткого и сыпучего грунтового материала; в – извлечение обсадной трубы и погружение в скважину сборной железобетонной сваи с одновременным формированием уширенного основания и уплотненной зоны из сыпучего материала в эластичной оболочке

По первой схеме, приведенной на рис. 1, основные технологические операции в достаточно хорошо уплотняемых слабых переувлажненных и водонасыщенных грунтах, когда в процессе пробивки (продавливания) скважины обеспечивается устойчивость ее стенок от обрушения за счет образования по всему ее контуру уплотненной зоны осуществляют в следующей последовательности: пробивают (продавливают) скважину копровой или вдавливающей установкой на заданную глубину инвентарной обсадной трубой 1, снабженной в нижней части башмаком-пробойником 2 специальной конструкции, изображенной на узлах «А» и «Б», с внутренней полостью и образованием по всему периметру скважины 3 уплотненной зоны 4 и одновременным погружением в скважину гибкой эластичной оболочки 5 со слабиной, прикрепленной к башмаку-пробойнику 2, после чего во внутреннюю полость

башмака-пробойника 2 вставляют башмак-уширитель 6, например, тросом лебедки копровой установки или вручную (рис. 1а); вначале в нижнюю часть обсадной трубы 1 (или сразу на высоту, обеспечивающую полное заполнение скважины 3 после извлечения обсадной трубы 1) отсыпают без уплотнения жесткий грунтовый материал (например, щебень, гравий, жесткая бетонная смесь и т. п.) 7, поверх которого отсыпают местный сыпучий материал 8 (например, гравийно-песчаная смесь, крупный песок или экологически чистые отходы промышленных производств – формовочная земля и т. п.) (рис. 1б); извлекают из скважины 3 обсадную трубу 1 и забивают (погружают) в засыпанную скважину, в том числе с использованием вдавливающей установки, как правило, сборную железобетонную сваю 9 с формированием уширенного основания 10 в нижней части скважины и увеличенной уплотненной зоны 11 (рис. 1в).

На рис. 1 (узел «А») в увеличенном масштабе изображен возможный вариант конструктивной схемы устройства крепления гибкой эластичной оболочки к башмаку-пробойнику на завершающем этапе погружения обсадной трубой 1 с башмаком-пробойником 2 в пробиваемую (продавливаемую) скважину 3. Крепление эластичной оболочки 5 к башмаку-пробойнику 2 осуществляют следующим образом: вначале нижнюю часть скрученной (скатанной) эластичной оболочки 5 закрепляют до погружения обсадной трубы 1 между ободами-обручами 12 (обычно стальными), которые вставляют в верхнюю часть полости башмака-пробойника 2; затем прикрепляют ободы-обручи 12 с эластичной оболочкой 5 на болтах 13 к башмаку-пробойнику 2 в количестве не менее 6-8 шт. (см. рис. 1, узел «Б»).

Гибкую эластичную оболочку 5 в процессе погружения обсадной трубы 1 с башмаком-пробойником 2 и формирования скважины 3 раскручивают (разворачивают) на поверхности с погружением ее со слабиной в образованную полость между обсадной трубой 1 и уплотненной стенкой скважины 3 либо сразу разворачивают, в том числе поэтапно в зависимости от длины сваи-глубины скважины, вдоль обсадной трубы 1 на точке ее погружения, после чего при достижении проектной глубины погружения во внутреннюю полость башмака-пробойника 2 вставляют, как отмечалось выше, башмак-уширитель 6 с помощью троса лебедки базовой машины или вручную.

Эластичную оболочку изготавливают из полиэтиленовой пленки, резинотканевого, резинокордного материала, в том числе в сочетании с арамидной (кевларовой) тканью со специальным водостойким покрытием и т. п., которые обладают необходимыми прочностными на растяжение, противодиффузионными, износостойкими, антифрикционными при необходимости и т. п. физико-механическими свойствами.

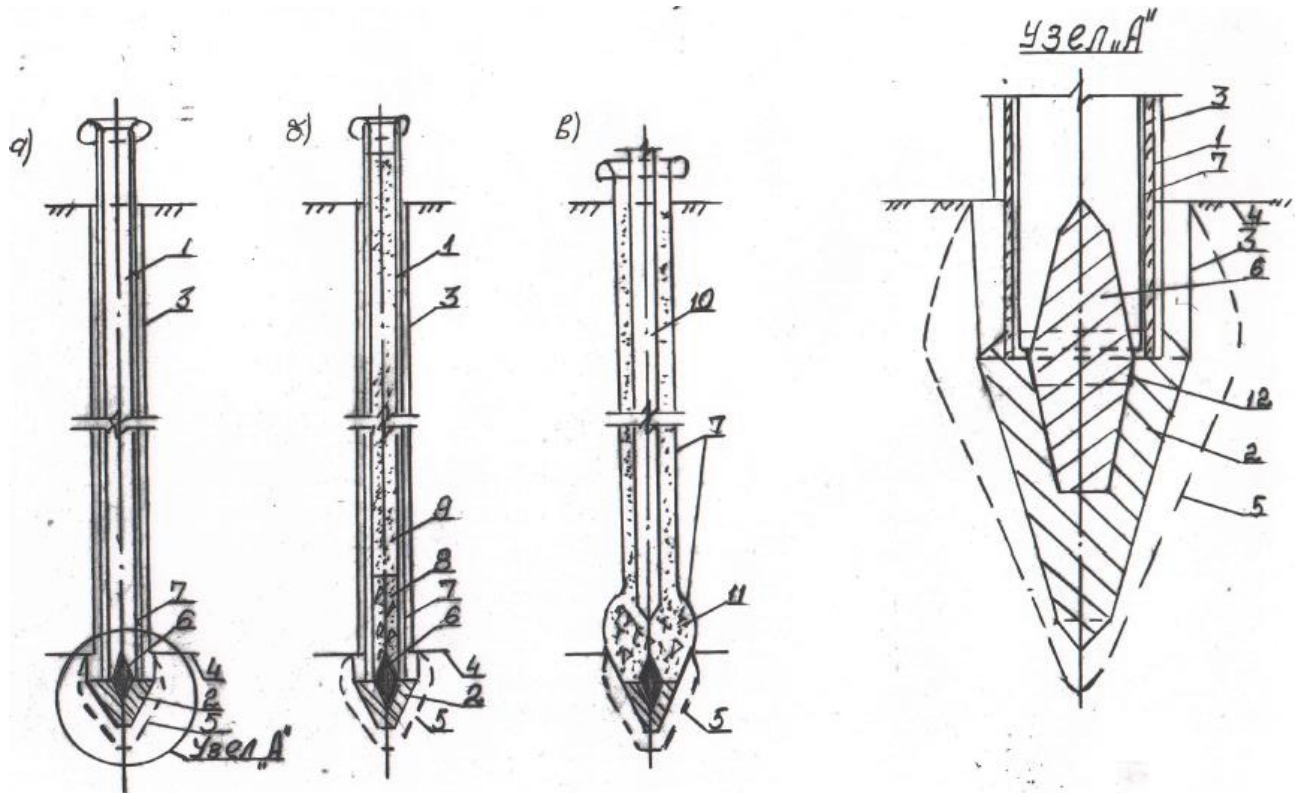
Подготовку эластичной оболочки с креплением ее к башмаку-пробойнику и других предварительных операций для снижения трудоемкости целесообразно осуществлять в стационарных условиях.

Увеличение несущей способности забивной сваи в рассматриваемом случае при соответствующем обосновании возможно путем повторного погружения в засыпанную скважину (после извлечения обсадной трубы 1) инвентарной обсадной трубы с самораскрывающимся наконечником с погружением его в жесткий грунтовый материал первоначальной отсыпки, заполнения обсадной трубы грунтовым, как правило, сыпучим материалом, извлечения ее и забивки (вдавливания) сборной железобетонной сваи с образованием уширенного основания и уплотненной зоны повышенных размеров в плане.

Кроме того, повышение несущей способности сваи по ее торцу за счет увеличения уширенного основания может быть осуществлено применением известного технологического приема, когда после отсыпки в нижнюю часть обсадной трубы жесткого грунтового материала (жесткой бетонной смеси), подъема обсадной трубы на высоту послышной отсыпки формируют

уширенное основание путем поэтапного его втрамбовывания торцом инвентарной обсадной трубы с наконечником.

Эти технические решения по увеличению несущей способности забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах достаточно подробно изложены в [7].



1 – инвентарная обсадная труба; 2 – башмак-пробойник; 3 – продавленная (пробитая) скважина; 4 – подстилающий несущий слой грунта; 5 – уплотненная зона грунта в несущем слое 4; 6 – башмак-уширитель с ободом-обручем с прикрепленной к нему эластичной оболочкой; 7 – эластичная оболочка; 8 – жесткий грунтовой материал или жесткая бетонная смесь; 9 – сыпучий грунтовой материал; 10 – сборная железобетонная свая; 11 – уширенное основание; 12 – обруч-обод (узел «А»)

Рисунок 2. Вторая технологическая схема устройства эластичной оболочки:

- а – погружение эластичной оболочки с башмаком-уширителем в продавленную (пробитую) скважину с внутренней стороны инвентарной обсадной трубы с башмаком-пробойником;*
- б – отсыпка в обсадную трубу над башмаком-уширителем внутри эластичной оболочки жесткого и сыпучего грунтового материала;*
- в – извлечение обсадной трубы и погружение в скважину сборной железобетонной сваи с одновременным формированием уширенного основания и уплотненного слоя сыпучего грунта по боковой поверхности сваи в эластичной оболочке*

По второй схеме, приведенной на рис. 2, основные технологические операции в слабых переувлажненных и водонасыщенных грунтах применяют, когда в процессе пробивки (продавливания) скважины до подстилающего несущего слоя грунта не обеспечивается устойчивость ее стенок от обрушения из-за практически полного отсутствия уплотненной зоны грунта или даже возможного частичного их оплывания осуществляют в следующей последовательности: продавливают инвентарной обсадной трубой 1, снабженной в нижней части башмаком-пробойником 2 специальной конструкции, изображенной на рис. 2 (узел «А»), скважину 3, например, копровой или вдавливающей установкой до подстилающего несущего слоя грунта 4 с погружением в него на необходимую глубину (обычно на 1,5-2,5 диаметра или размера в поперечном сечении продавливаемой скважины) и образованием уплотненной зоны

5, после чего опускают в обсадную трубу 1 с поверхности во внутреннюю полость башмака-пробойника 2 башмак-уширитель 6 со стальным ободом-обручем (см. поз. 12 на рис. 2 узел «А») и прикрепленной к нему эластичной оболочкой 7 (рис. 2а); отсыпают в нижнюю часть обсадной трубы 1 (во внутреннюю полость эластичной оболочки 7) над башмаком-уширителем 6 вначале жесткий грунтовый материал 8, а выше его сыпучий грунтовый материал 9 (рис. 2б); извлекают обсадную трубу 1 и забивают (погружают) в засыпанную скважину 3 с эластичной оболочкой 7 копровой или вдавливающей установкой сваю 10 с формированием уширенного основания из жесткого грунтового материала 11 и уплотненным сыпучим грунтом засыпки 9 (рис. 2в).

В результате выполненных технологических операций получают забивную сваю в уплотненном грунте отсыпки 9 с уширенным основанием 11 в эластичной оболочке 7 с достаточно высокими физико-механическими свойствами и обеспечивающими увеличение несущей способности свайного фундамента в целом.

На рис. 2 (узел «А») приведен возможный вариант конструктивной схемы устройства крепления к башмаку-уширителю 6 на завершающем этапе погружения инвентарной обсадной трубой 1 с башмаком-пробойником 2 в пробитую (продавленную) скважину 3 и образованием в несущем слое 4 уплотненной зоны 5.

Погружение эластичной оболочки 7 в обсадную трубу 1 осуществляют следующим образом. Вначале на поверхности предварительно к нижней части эластичной оболочки 7 осуществляют крепление ее кромки к стальному ободу-обручу 12 к его верхней части-открылкам, после чего в образованное отверстие вставляют башмак-уширитель 6 и погружают в обсадную трубу 1 вместе с оболочкой 7 до башмака-пробойника 2 с установкой нижней части башмака-уширителя 6 в полости башмака-пробойника 2. Причем в случае недостаточной массы башмака-уширителя 6 над ним до погружения в обсадную трубу 1 в эластичную оболочку 7 в качестве пригрузки отсыпают необходимое количество щебня или жесткого бетона. В последнем случае для погружения оболочки используют лебедку базовой машины. Кроме того, в случае необходимости, как отмечалось выше, перед отсыпкой сыпучего материала расправляют оболочку внутри обсадной трубы путем нагнетания в нее сжатого воздуха.

Увеличение несущей способности забивной (вдавливаемой) сваи по второй технологической схеме может быть осуществлено, как и по первой схеме.

Наличие эластичной оболочки с необходимыми прочностными и др. физико-механическими характеристиками обеспечивает длительную нормальную эксплуатацию свайного фундамента в целом и сопоставимо с эксплуатационной долговечностью здания или сооружения.

Следует отметить, что на участке формирования уширенного основания после извлечения обсадной трубы в некоторых случаях возможно применение эластичной оболочки с повышенными прочностными характеристиками на растяжение, т. е. использовать комбинированную эластичную оболочку в пределах скважины и уширенного основания с различными физико-механическими свойствами.

Изложенные схемы устройства свайных фундаментов в неблагоприятных грунтовых условиях, в том числе в агрессивной грунто-водо-газовой среде, позволяют существенно расширить область их применения, а также повысить их несущую способность и эксплуатационную надежность.

Вместе с тем представленные технологические схемы устройства забивных свай в пробитых или продавленных скважинах требуют проведения детальных натурных исследований и испытаний, несмотря на имеющийся положительный опыт НИИОСП по

применению эластичных оболочек при устройстве набивных свай в лессовых грунтах II типа по просадочности для снижения сил негативного трения по их боковой поверхности.

Предлагаемые технологические схемы при соответствующем технико-экономическом обосновании могут быть также использованы и при устройстве набивных свай в пробитых (продавленных) скважинах с уширенным основанием, в том числе с повторным погружением инвентарной обсадной трубы с самораскрывающимся наконечником в засыпанную сыпучим грунтовым материалом скважину над сформированным уширенным основанием и последующими операциями, связанными с заполнением обсадной трубы литым бетоном, ее извлечением, установкой арматурного каркаса, в результате чего получают готовую набивную сваю в эластичной оболочке по всему ее контуру с повышенной несущей способностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крутов В.И., Ковалев В.А., Ковалев А.С. Совершенствование технологий устройства забивных свай в пробитых скважинах // Механизация строительства. – 2015, №5, с. 14-17.
2. Пат. 2582530 РФ, МПК Е 02D 5/00. Устройство забивной сваи в пробитой скважине с уширенным основанием / В.И. Крутов, А.С. Ковалев, В.А. Ковалев; патентообл. А.С. Ковалев. №2014117507/03; заяв. 30.04.2014; опубл. 27.04.2016. Бюл. №12.
3. Пат. 2601630 РФ, МПК Е 02D 5/00. Способ устройства забивной сваи / В.И. Крутов, А.С. Ковалев, В.А. Ковалев; патентообл. А.С. Ковалев. №2014141785/03; заяв. 16.10.2014; опубл. 10.05.2016. Бюл. №13.
4. Крутов В.И., Ковалев А.С., Ковалев В.А. Проектирование и устройство оснований и фундаментов на просадочных грунтах. – М.: Изд-во АСВ, – М.: 2016. – 544 с.
5. Крутов В.И., Ковалев А.С., Ковалев В.А. Современные конструкции и технологии устройства фундаментов в уплотненном грунте. М.: Издательство «Перо». 2016. – 150 с.
6. Крутов В.И., Ковалев А.С., Ковалев В.А. Основания и фундаменты на насыпных грунтах. Издательство АСВ, Москва 2016, с. 470.
7. Ковалев В.А., Ковалев А.С. Технологические схемы устройства забивных свай в пробитых скважинах // Строительство: наука и образование. 2017. Том 7. Выпуск 1 (22). Ст. 2.
8. Ковалев В.А., Ковалев А.С. Разработка технических решений устройства фундаментов в уплотненном грунте // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. Выпуск 2 (23). Ст. 1.
9. Пат. 2634912 РФ, МПК Е 02D 5/44. Способ устройства забивной сваи в пробитой скважине в слабых водонасыщенных грунтах (варианты) / В.И. Крутов, А.С. Ковалев, В.А. Ковалев; патентообл. В.И. Крутов, А.С. Ковалев, В.А. Ковалев. №2016128786, заяв. 14.07.2016; опубл. 08.11.2017. Бюл. №31.
10. Пат. 2640467 РФ, МПК Е 02D 5/60. Способ устройства забивной сваи / В.И. Крутов, А.С. Ковалев, В.А. Ковалев; патентообл. А.С. Ковалев. №2017112077, заяв. 10.04.2017; опубл. 09.01.2018. Бюл. №1.

Kovalev Vladimir Aleksandrovich

JSC Research Center of Construction, Research Institute of bases and underground structures (NIIOSP) named after N.M. Gersevanov, Moscow, Russia
E-mail: Vladimir@olimproekt.ru

Kovalev Aleksander Semenovich

SPA "Olimproekt", Moscow, Russia
E-mail: askovalev@olimproekt.ru

Technological schemes of the device of the driven piles in punched wells in elastic shells

Abstract. The article describes two technological schemes of the device driven piles in punched (pressed down) wells with the use of flexible elastic shells (membranes).

The first scheme includes the following main (basis) operations: punching of the well casing pipe with a shoe-punch an attached elastic shell; the filling in the casing pipe of hard soil material above the shoe-widener (expansion); removing the casing pipe and plunging in a covered bore piles with the formation of its contour elastic shell.

The second scheme includes the following basis operations: punching the well a casing pipe with a shoe-punch; immersion in the casing pipe of shoe-widener with an elastic shell attached to it; the filling in the elastic shell of hard ground material; removing the casing pipe and plunging into the piled well of the pile to form along it.

The first technological scheme is used in soils, when the walls of the penetrating well are provided, and the second scheme is used in soils, when the well walls are drifted.

The considered technological schemes increase reliability of the device pile foundations and can significantly expand the scope of their application on soil conditions.

Keywords: foundation of driven piles in punctured wells; weak water logging and water-saturated soils; casing pipe; shoe-punch and shoe-widener (expansion); flexible elastic shell; broadened base