

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

2019, №4, Том 11 / 2019, No 4, Vol 11 <https://esj.today/issue-4-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/06SAVN419.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Ковалев В.А. Устройство забивной сваи в перфорированной трубе-оболочке // Вестник Евразийской науки, 2019 №4, <https://esj.today/PDF/06SAVN419.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Kovalev V.A. (2019). The device driven pile in perforated pipe-shell. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(11). Available at: <https://esj.today/PDF/06SAVN419.pdf> (in Russian)

УДК 624.154

**Ковалев Владимир Александрович**

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

## Устройство забивной сваи в перфорированной трубе-оболочке

**Аннотация.** Забивные сваи в пробитых скважинах являются новым направлением в свайном фундаментастроении и дальнейшие исследования и разработки посвящены совершенствованию конструктивных и технологических схем устройства этих свай с целью увеличения несущей способности главным образом по их боковой поверхности преимущественно в слабых глинистых грунтах.

Рассматриваются варианты конструктивных и технологических схем устройства забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах в различных грунтовых условиях с учетом действующих нормативных документов и выполненных ранее разработок по увеличению несущей способности набивных свай в пробитых (продавленных) скважинах.

Основные технологические операции устройства забивных свай в рассматриваемых грунтовых условиях включают: пробивку (продавливание) скважины обсадной трубой с теряемым башмаком-пробойником до несущего слоя грунта; образование в несущем слое грунта скважины (полости) путем погружения в него башмака-пробойника; установку в башмак-пробойник башмака-уширителя и формирование над ним уширенного основания из жесткого грунтового материала; заполнение обсадной трубы жестким и сыпучим грунтовым материалом; погружение снаружи обсадной трубы перфорированной трубы-оболочки; извлечение обсадной трубы и забивку (погружение) в заполненную сыпучим грунтовым материалом трубу-оболочку сборной железобетонной сваи с одновременным образованием дополнительных локальных уширений и возможных уплотненных зон грунта на участках отверстий по внешнему контуру трубы-оболочки.

Предлагаемые конструктивные и технологические схемы устройства забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах позволяют существенно расширить область их применения по грунтовым условиям, повысить несущую способность свай по боковой поверхности и надежность возведения рассматриваемых видов фундаментов.

**Ключевые слова:** пробитая (продавленная) скважина; обсадная труба с теряемым башмаком-пробойником; башмак-уширитель; уширенное основание из жесткого грунтового материала; перфорированная труба-оболочка; забивная железобетонная свая

В статье описываются варианты технологических схем устройства забивных свай с уширенным основанием из втрамбованного (уплотненного) жесткого грунтового материала с возможной их интерпретацией и учетом конкретных грунтовых условий. В частности, рассматриваются варианты устройства забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах преимущественно в слабых глинистых, влажных (переувлажненных) и водонасыщенных, частично заторфованных (заиленных), а также насыпных и т. п. грунтах, которые подстилаются несущим слоем грунта с необходимыми физико-механическими характеристиками.

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 [1–12] и др. литературных источниках устройство свайных фундаментов в указанных выше грунтовых условиях, связанных с пробивкой или продавливанием скважин, предлагается осуществлять под защитой обсадных труб, что не всегда обеспечивает исключение проникновения воды 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.

Важно отметить, что устройство набивных и в последнее время забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах заняло достойное место в ряду наиболее прогрессивных, весьма перспективных и конкурентоспособных типов и конструкций фундаментов глубокого заложения. Особенно это заметно при фактически новом направлении устройства забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах, т. к. они обладают всеми преимуществами применяемых в практике строительного производства забивных и набивных свай. Предлагаемые технологические схемы их устройства вполне возможно для выпускаемой номенклатуры забивных свай выполнять существующим парком машин и механизмов и практически не требуют разработки для них принципиально нового навесного оборудования.

В разработанных действующих нормативных документах и опубликованных ранее работах и др. источниках устройство свайных фундаментов в слабых глинистых, влажных, водонасыщенных и т. п. грунтах предлагается осуществлять наряду с др. видами свай преимущественно из забивных (вдавливаемых) сборных, в том числе составных, железобетонных свай с погружением их концов в подстилающие несущие слои грунта. Устройство свайных фундаментов в пробитых (продавленных) скважинах, несмотря на их в целом ряде случаев несомненное преимущество применяется только для набивных свай (СТО 36554501-018-2009). Устройство фундаментов из забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах в настоящее время носит скорее экспериментальный характер, но и этих результатов исследований достаточно, чтобы оценить их как перспективные и конкурентоспособные [6].

Целью предлагаемых и описанных ниже технических решений является дальнейшее их совершенствование, направленное главным образом на увеличение несущей способности

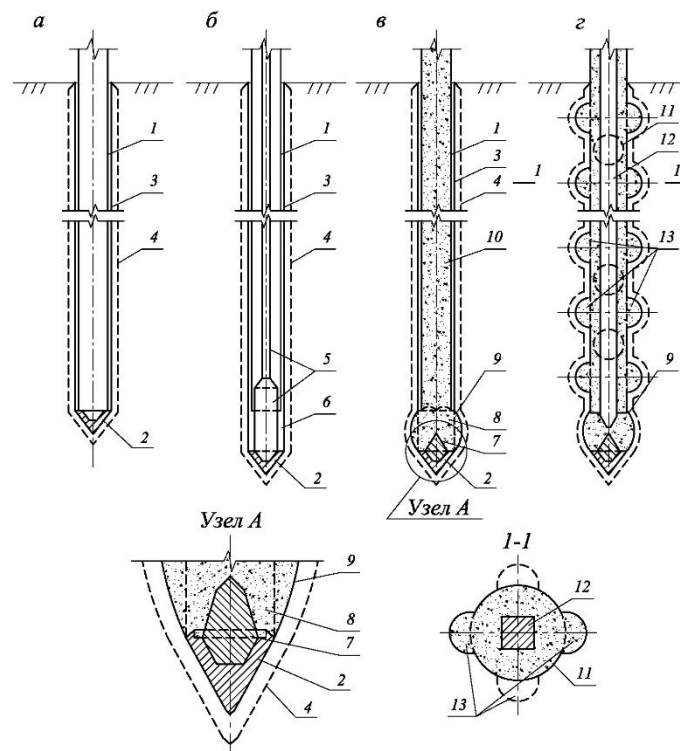
забивных и набивных свай в пробитых (продавленных) скважинах и расширение области их применения по грунтовым условиям.

Поставленная цель достигается путем выполнения следующих основных технологических операций с возможной их интерпретацией по вариантам, изображенным на рис. 1 и 2.

*По первому варианту* технологические операции выполняют преимущественно в маловлажных грунтах, когда при пробивке (продавливании) скважины, формировании скважины-полости и уширенного основания из втрамбованного жесткого грунтового материала (обычно щебня) образуется уплотненная зона грунта по всему контуру скважины и обеспечивается устойчивость ее стенки от обрушения и осуществляют в следующей последовательности, изображенной на рис. 1:

- погружают копровой или вдавливающей установкой обсадную инвентарную, в том числе толстостенную, трубу 1 в грунт основания вместе с теряемым башмаком-пробойником 2 в ее нижней части, торец которой вставляют в верхнюю полость башмака-пробойника 2, как показано на рис. 1 и узле «А», (или снабженного ободом-ограничителем от смещения трубы 1 при ее погружении в горизонтальной плоскости в его верхней части) на заданную (расчетную) глубину в несущий слой грунта с образованием скважины 3 и уплотненной зоны 4 (рис. 1а);

- погружают башмак-пробойник 2 штангой-трубой 5 со сменным наконечником, торец которого вставляют во внутреннюю полость башмака-пробойника 2, на необходимую глубину (обычно не более 2–2,5 диаметра-размера в поперечном сечении скважины) с образованием скважины-полости 6 при фиксированном положении обсадной трубы 1 в ее верхней части (рис. 1б);



1 – инвентарная обсадная труба; 2 – башмак-пробойник; 3 – пробитая скважина; 4 – уплотненная зона грунта; 5 – штанга-труба; 6 – скважина-полость; 7 – башмак-уширитель; 8 – жесткий грунтовый материал; 9 – уширенное основание; 10 – сыпучий грунтовый материал; 11 – труба оболочка с отверстиями; 12 – забивная свая; 13 – локальные уширения по боковой поверхности перфорированной трубы-оболочки

**Рисунок 1.** Технологическая схема устройства сваи по первому варианту

- извлекают из обсадной трубы 1 штангу-трубу 5, устанавливают во внутреннюю полость башмака-пробойника 2 башмак-уширитель 7, отсыпают послойно над ним жесткий грунтовый материал 8 (обычно щебень или жесткий бетон), приподнимают над башмаком-пробойником обсадную трубу на высоту отсыпки 8 с фиксацией в верхней части и формируют торцом сменного наконечника штанги-трубы 5 (на рис. 1, в и узле «А» условно не показана) уширенное основание 9 из втрамбованного (уплотненного) жесткого грунтового материала с образованием возможной дополнительной уплотненной зоны грунта 4, после чего над сформированным уширенным основанием 9 в обсадную трубу 1 отсыпают сыпучий грунтовый материал 10 (отсев щебня, гравийно-песчаная смесь, экологически чистые отходы промышленных производств, близкие по гранулометрическому составу песчаным и т. п. грунтам) или при соответствующем обосновании местный глинистый грунт с влажностью, близкой к оптимальной (см. рис. 1в);

- устанавливают (погружают) в существующий зазор между стенками скважины 3 и обсадной трубой 1 трубу-оболочку 11 с перфорационными (разгрузочными) отверстиями-окнами, расположенными в шахматном порядке, как это показано на рис. 1г, соосно относительно вертикальной оси или иным образом по ее периметру и всей высоте с возможным частичным погружением ее торца в уширенное основание 9 (обычно не более 10 см), после чего извлекают обсадную трубу 1 (в том числе с приложением к ней вибрации) с заполнением внутренней полости трубы-оболочки 11 грунтом отсыпки из сыпучего грунтового материала 10 и погружают (забивают) в засыпанную полость трубы-оболочки 11 сборную железобетонную сваю 12 с окончательным формированием в нижней части уширенного основания из жесткого грунтового материала 9 и уплотненной зоны 4, локальных уширений 13 из сыпучего грунтового материала по наружной боковой поверхности трубы-оболочки 11 и возможной уплотненной зоны повышенных размеров 4 по всему ее наружному контуру в грунте природного сложения на участках расположения отверстий-окон (см. рис. 1г).

На изображенном сечении 1–1 рис. 1, г возможная уплотненная зона грунта природного сложения условно не показана.

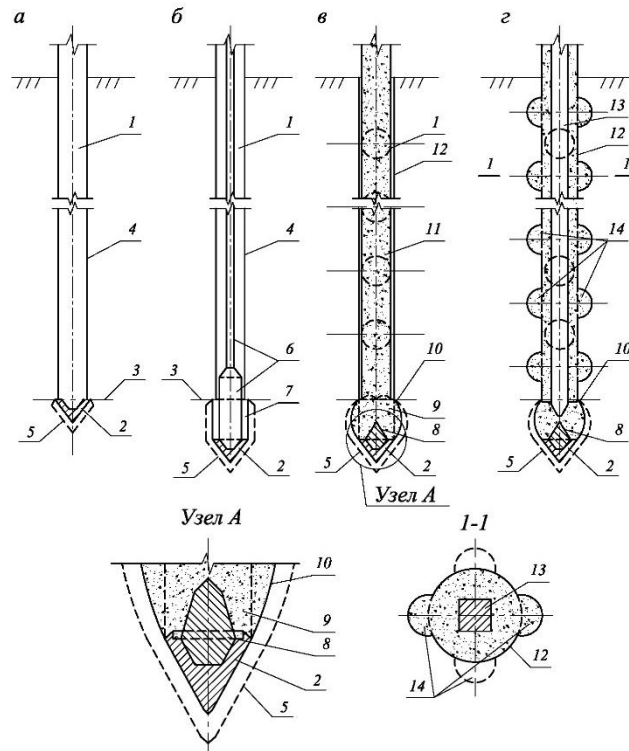
Представленная выше технологическая схема при соответствующем обосновании может быть реализована и существенно упрощена без применения штанги-трубы для образования скважины-полости, а формирование уширенного основания в нижней части и локальных уширений по боковой поверхности трубы-оболочки может быть осуществлено только торцом забиваемой (погружаемой) сваи в грунтовый материал отсыпки, в том числе в сочетании с дополнительными мероприятиями при использовании обсадной трубы с самораскрывающимся наконечником по аналогии с [11].

**По второму варианту** технологические операции выполняют преимущественно в слабых глинистых, влажных (переувлажненных) и водонасыщенных грунтах, когда при пробивке (продавливании) скважины практически полностью отсутствует уплотненная зона грунта по всему ее контуру в пределах слоя залегания указанных грунтов и происходит вначале оплывание стенки скважины, а затем смыкание ее со стенкой обсадной трубы в процессе погружения в грунт основания и осуществляют в следующей последовательности, изображенной на рис. 2:

- погружают копровой или вдавливающей установкой обсадную инвентарную трубу 1 в грунт основания вместе с теряемым башмаком-пробойником 2, торец которой вставлен в верхнюю полость башмака-пробойника 2, как показано на рис. 2, а на заданную (расчетную) глубину с частичным погружением его в несущий слой подстилающего грунта 3 и образованием скважины 4 без уплотненной зоны в ее верхней части и уплотненной зоны 5 в несущем слое грунта 3 (см. рис. 2а);

• погружают башмак-пробойник 2 штангой-трубой 6 со сменным наконечником, торец которого вставляют во внутреннюю полость башмака-пробойника 2, на необходимую глубину (обычно не более 2–2,5 диаметра-размера в поперечном сечении скважины-обсадной трубы) с образованием скважины-полости 7 и уплотненной зоны 5 в несущем слое грунта 3 при фиксированном положении обсадной трубы 1 в ее верхней части (рис. 2б), т. е. по аналогии с первым вариантом.

Следует отметить, что применение штанги-трубы как по первому, так и в рассматриваемом варианте при плотном сложении подстилающего несущего слоя грунта используется и для поэтапного формирования скважины-полости составным башмаком-пробойником, описанного в [11; 12];



1 – инвентарная обсадная труба; 2 – башмак-пробойник; 3 – верхняя кромка несущего слоя грунта; 4 – пробитая скважина; 5 – уплотненная зона в несущем слое грунта; 6 – штанга-труба; 7 – скважина-полость; 8 – башмак-уширитель; 9 – жесткий грунтовый материал; 10 – уширенное основание; 11 – сыпучий грунтовый материал; 12 – труба оболочка с отверстиями; 13 – забивная свая; 14 – локальные уширения по боковой поверхности трубы-оболочки

**Рисунок 2.** Технологическая схема устройства сваи по второму варианту

• устанавливают во внутреннюю полость башмака-пробойника 2 башмак-уширитель 8, отсыпают над ним жесткий грунтовый материал 9 (щебень, жесткая бетонная смесь и т. п.) на высоту предполагаемого расчетного уширенного основания (обычно до верхней кромки несущего слоя грунта 3), приподнимают на высоту уширения 10 обсадную трубу 1, после чего формируют торцом сменного наконечника штанги-трубы 6 (на рис. 1в не показана) уширенное основание 10 из втрамбованного (уплотненного) жесткого грунтового материала 9 с образованием возможной дополнительной уплотненной зоны 5 в несущем слое грунта 3, затем над сформированным уширенным основанием 10 отсыпают в обсадную трубу 1 сыпучий грунтовый материал 11 (отсев щебня, гравийно-песчаная смесь, экологически чистые отходы промышленных производств, близкие по гранулометрическому составу песчаным грунтам и т. п.) или при соответствующем обосновании местный глинистый грунт с влажностью, близкой к оптимальной, как и в первом варианте (см. рис. 1в);

- погружают с внешней стороны обсадной трубы *1* на возможно минимальном расстоянии от ее стенки перфорированную трубу-оболочку *12* с отверстиями, расположенными в шахматном порядке, как это показано на рис. 2г, соосно относительно вертикальной оси или иным образом по ее периметру и всей высоте с возможным частичным погружением ее торца в уширенное основания (обычно не более 10 см), после чего извлекают обсадную трубу *1* (в том числе с приложением к ней вибрации) с одновременным заполнением внутренней полости трубы-оболочки *12* грунтом отсыпки из сыпучего грунтового материала *11* и погружают (забивают) в засыпанную полость трубы-оболочки *12* сборную железобетонную сваю *13* с окончательным формированием в нижней части уширенного основания из жесткого грунтового материала *10* и уплотненной зоны *5*, локальных уширений *14* из сыпучего грунтового материала по наружной боковой поверхности трубы-оболочки *12* в грунте природного сложения на участках расположения отверстий (см. рис. 1г).

В случае необходимости увеличение несущей способности сваи с не извлекаемой перфорированной трубой-оболочкой по обоим вариантам осуществляют, например, путем предварительного погружения (в том числе повторного) в отсыпанный сыпучий материал трубы-оболочки обсадной трубы с самораскрывающимся наконечником, заполнением ее аналогичным материалом и извлечением.

Углы заострения башмака-пробойника, башмака-уширителя и съемного наконечника штанги-трубы назначают из обеспечения наиболее оптимальных условий погружения башмака-пробойника в грунт основания и формирования уширенного основания из жесткого грунтового материала и, как правило, устанавливаются экспериментальным путем или на основе аналогичных исследований в практически сходных инженерно-геологических и др. условиях. В частности, из анализа материалов многочисленных экспериментальных исследований устройства фундаментов в вытрамбованных котлованах и пробивки скважин под набивные сваи углы заострения башмака-пробойника в зависимости от грунтовых условий ориентировочно составляют 30–60°, башмака-уширителя – 60–90°, съемного наконечника – 120–180° или, как было отмечено выше, устанавливаются опытным путем. Башмаки изготавливают чугунными, стальными, бетонными, железобетонными или в их комбинации облегченного типа, а также из прочных композиционных материалов.

Перфорированные трубы-оболочки изготавливают как из полимерных, так и металла, железобетона, асбестоцемента и др., в том числе из б/у, усиленных в случае необходимости, например, стальными бандажами. Кроме того, трубу-оболочку при соответствующем обосновании можно изготавливать из б/у металлических бочек, сваренных (соединенных) между собой торцами без крышек и днища, например, из 200–216 литровых диаметром около 60 см, высотой примерно 90 см с антикоррозийным покрытием и герметизацией стыков и др. металлических изделий, используемых ранее в строительном производстве в качестве опалубки для формирования оголовков буронабивных и т. п. свай из литого бетона, а также бочек, баков, емкостей, бункеров и т. п. изделий из б/у полимерных материалов (пластик, полиэтилен, полиуретан и т. п.) [11; 12]. Применение указанных выше изделий для устройства перфорированных труб-оболочек способствует их утилизации.

Минимальный диаметр трубы-оболочки с учетом разгрузочных (перфорационных) отверстий и допустимых отклонений при погружении сваи принимают равным 1,5–2 диаметра (размера в поперечном сечении) забивной или вдавливаемой сваи, т. е. в случае использования призматической сваи 30x30 см (С30), то внутренний диаметр трубы-оболочки принимают равным не менее 50–65 см или устанавливают опытным путем в зависимости от вида материала засыпки.

Оптимальные параметры количества, размеров, расположения отверстий и других показателей в стенке трубы-оболочки назначают с учетом многофакторности влияния (физико-

механические характеристики материала засыпки и окружающих грунтов природного сложения, углов заострения торца погружаемой сваи и т. п.) на основании результатов экспериментальных исследований. В частности, минимальный диаметр (размер в поперечном сечении) разгрузочных отверстий, изображенных на рис. 1 и 2, ориентировочно может быть принят равным 0,25–0,3 диаметра-размера трубы-оболочки.

При наличии в основании в верхней его части водонасыщенных (обводненных) слабых биогенных грунтов с модулем деформации  $E \leq 5$  МПа в качестве трубы-оболочки используют б/у обсадные трубы или сварные бочки, емкости и т. п. преимущественно из полимерных материалов без устройства в них разгрузочных отверстий-окон по аналогии с техническими решениями, изложенными в [8; 10–12].

Помимо упомянутых выше вариантов при соответствующем обосновании с учетом грунтовых условий возможны следующие упрощенные варианты устройства забивных свай в перфорированных оболочках, изложенные ниже.

По одному из вариантов основные технологические операции осуществляют в следующей последовательности:

- погружают в грунт основания обсадную трубу с теряемым башмаком-пробойником сразу на заданную глубину, в том числе с образованием возможной уплотненной зоны в окружающем грунте природного сложения;
- устанавливают в полость башмака-пробойника башмак-уширитель;
- отсыпают над башмаком-уширителем в обсадную трубу последовательно жесткий и сыпучий грунтовый материал;
- погружают с наружной стороны обсадной трубы перфорированную трубу-оболочку до несущего слоя грунта природного сложения (предполагаемой верхней кромки из отсыпанного жесткого грунтового материала) с фиксацией ее в случае необходимости в верхней части пробитой (продавленной) скважины;
- извлекают обсадную трубу с одновременным заполнением грунтом засыпки перфорированной трубы-оболочки;
- забивают (погружают) в грунт засыпки трубы-оболочки сборную железобетонную сваю с одновременным формированием последовательно локальных уширений из сыпучего по боковой поверхности трубы-оболочки и уширенного основания под торцом сваи из жесткого грунтового материала, а также возможной уплотненной зоны в окружающем грунте природного сложения, в том числе на участках расположения отверстий.

В рассматриваемом случае исключаются технологические операции по формированию уширенного основания в описанных выше вариантах трубой-штангой, т. е. частично используются технические решения, изложенные в [7; 9].

Кроме того, в некоторых случаях возможен вариант устройства забивных свай в перфорированной трубе-оболочке с использованием ее в качестве пробивки (продавливании) скважин и осуществляемый в следующей технологической последовательности:

- забивают (погружают) в грунт основания сразу на заданную глубину в несущий слой грунта перфорированную трубу-оболочку с закрытым нижним концом, например, из защитного кожуха или башмака-пробойника диаметром (размером в поперечном сечении) равным или в зависимости от физико-механических характеристик больше диаметра (размера в поперечном сечении) трубы-оболочки

с возможным образованием по всему контуру трубы-оболочки уплотненной зоны грунта природного сложения;

- засыпают в трубу-оболочку с отверстиями жесткий или сыпучий грунтовый материал сразу по всей ее длине;
- погружают в засыпанную трубу-оболочку железобетонную сваю заводской готовности до состояния отказа на предельно возможную глубину с одновременным образованием по всей боковой поверхности трубы-оболочки локальных уширений в зоне расположения отверстий и возможным увеличением зоны уплотнения, в том числе под ее торцом, т. е. частично реализуется способ устройства «свая в свае».

В случае использования обсадных труб с отверстиями из полимерных или других относительно низкопрочных материалов, то их торцы оборудуют жесткозакрепленными башмаками-пробойниками из прочных, в том числе композитных материалов, а забивку-погружение в грунт основания осуществляют инвентарными или железобетонными сваями, торцы которых вставляют во внутреннюю полость башмаков-пробойников с последующим формированием локальных уширений по боковой поверхности трубы-оболочки на участках расположения отверстий из засыпанного в нее сыпучего или жесткого грунтового материала забиваемой (погружаемой) свай.

Также возможны и другие варианты устройства забивных свай в перфорированных трубах-оболочках.

Что касается определения несущей способности и осадок предлагаемых конструкций и технологических схем рассматриваемых вариантов свайных фундаментов, то они устанавливаются по аналогии с приведенными в СТО 36554501-018-20 расчетами с учетом пояснений, изложенных в [5], и последующих уточнений дополнительных расчетных параметров при выполнении обязательных экспериментальных исследований в полевых условиях.

Таким образом, предлагаемые конструктивные и технологические схемы устройства свайных фундаментов позволяют существенно расширить область их применения по грунтовым условиям, повысить несущую способность, надежность возведения и являются дальнейшим продолжением работ по совершенствованию устройства фундаментов в уплотненном грунте, в том числе забивных свай в пробитых скважинах с уширенным основанием из жесткого грунтового материала, но в тоже время, как отмечалось выше, требуют проведения дополнительных экспериментальных исследований в части уточнения расчетных схем по определению несущей способности, осадок и др. параметров при возведении рассматриваемых типов фундаментов.

Кроме того, изложенные технические решения устройства забивных свай при соответствующем технико-экономическом обосновании могут быть полностью или частично с некоторой интерпретацией использованы и при устройстве полых забивных свай с теряемым башмаком-пробойником [13–16], а также набивных свай в пробитых (продавленных) скважинах [4; 5; 8].

## 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 02 D 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 02 D 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. Основания и фундаменты на насыпных грунтах. Издательство АСВ, Москва 2016, с. 470.
6. Крутов В.И., Когай В.К., Когай В.А., Пономарев Р.Ю. Исследование вдавливаемых железобетонных свай с уширенным основанием // Промышленное и гражданское строительство (ПГС). №10, 2016, с. 42–45.
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. Том 7. Выпуск 2 (23). Ст. 1.
9. Пат. 2634912 РФ, МПК Е 02 D 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 02 D 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.
11. Ковалев В.А., Ковалев А.С. Устройство забивной сваи в пробитой скважине с уширенным основанием // Жилищное строительство. 2018. № 9. С. 42–47.
12. Пат. 2678172 РФ, МПК Е 02 D 5/44. Способ устройства забивной сваи в пробитой скважине с уширенным основанием / В.И. Крутов, А.С. Ковалев, В.А. Ковалев; патентообл. А.С. Ковалев. №2018106680, заяв. 22.02.2018; опубл. 23.01.2019. Бюл. № 3.
13. Ковалев В.А., Ковалев А.С. Устройство круглой полый сваи с уширенным основанием // Жилищное строительство. 2018. №1–2. С. 66–68.
14. Пат. 2685719 РФ, МПК Е 02 D 5/44. Способ устройства забивной полый сваи с уширенным основанием / В.А. Ковалев, А.С. Ковалев; патентообл. А.С. Ковалев. №2018130127, заяв. 20.08.2018; опубл. 23.04.2019. Бюл. № 12.
15. Ковалев В.А., Ковалев А.С. Устройство комбинированных свай в пробитых скважинах // Механизация строительства. 2018. №5–6. С. 46–54.
16. Ковалев В.А. К вопросу об устройстве забивных свай в пробитых скважинах // Вестник НИЦ «Строительство». Февраль (2019). Выпуск № 20, с. 46–57.

**Kovalev Vladimir Aleksandrovich**

Research institute of bases and underground structures named after N.M. Gersevanov, Moscow, Russia  
JSC "SIC "Construction"  
E-mail: Vladimir@olimproekt.ru

## The device driven pile in perforated pipe-shell

**Abstract.** Driving piles in the punched wells are a new direction in pile foundation construction and further research and development are devoted to improvement of constructive and technological schemes of the device of these piles for the purpose of increase in bearing capacity mainly on their lateral surface mainly in weak clay soils.

Options of constructive and technological schemes of the device of driving piles in the punched (pressed) wells in various soil conditions taking into account the existing normative documents and previous developments to increase the bearing capacity of the packed piles in the punched (pressed) wells are considered.

The main technological operations of the device of the driving piles in the considered ground conditions include: punching (pressing) wells casing pipe with a lost shoe-punch to the carrier layer of the soil; formation in the carrier layer of the soil well (cavity) by dipping shoe-punch; installation in the shoe-punch shoe-widener and the formation of a broadened base of hard soil material; dip the outside of the casing pipe shell with the holes; filling the casing pipe hard and loose soil material; extraction of casing pipe and drive (dive) into the tube-shell precast reinforced concrete pile with the simultaneous formation of additional widening and possible compacted soil zones along the outer contour of the shell pipe.

The offered constructive and technological schemes of the device of driving piles in the punched (pressed) wells allow to expand considerably their area of application on soil conditions, to increase bearing capacity of piles on lateral surface and reliability of construction of the considered types of the bases.

**Keywords:** punched (pressed) well; casing pipe with a loose punch shoe; shoe-widener; a broad base of hard ground material; perforated casing pipe; reinforced concrete pile