

УДК 624.154

*Ковалев В.А., Ковалев А.С.\**НИИОСП им. Н.М. Герсеванова,  
\*НПО «Олимппроект»**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ  
УСТРОЙСТВА ЗАБИВНЫХ СВАЙ  
В ПРОБИТЫХ СКВАЖИНАХ<sup>1</sup>**

**Аннотация.** Изложены основные варианты усовершенствованных и новых конструкций и технологических схем устройства фундаментов из забивных (вдавливаемых) свай в пробитых (продавленных) скважинах с уширенным основанием-пятой, преимущественно в слабых влажных (переувлажненных) и водонасыщенных грунтах. Описаны шесть вариантов технологических схем устройства забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах с перечислением основных операций по устройству свайных фундаментов в пробитых (продавленных) скважинах. Рассмотрены способы повышения несущей способности свай.

Предлагаемые шесть вариантов технологических схем устройства забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах обеспечивают расширение области их применения по грунтовым условиям, повышение несущей способности и возможность использования вдавливающих установок для погружения свай в условиях плотной городской застройки.

**Ключевые слова:** фундамент из забивных свай в пробитых (продавленных) скважинах, слабый переувлажненный и водонасыщенный грунт, забивная инвентарная металлическая обсадная труба или свая, башмак-пробойник и башмак-уширитель, обсадная труба с самораскрывающимся наконечником, уширенное основание из жесткого грунтового материала, обод-насадка на обсадную трубу-оболочку

DOI: 10.22227/2305-5502.2017.1.2

В ранее опубликованных работах [1–7] устройство свайных фундаментов в переувлажненных и водонасыщенных грунтах, связанных с пробивкой скважин, предлагалось осуществлять под защитой обсадных труб, что существенно увеличивает трудоемкость (энергоёмкость) и время всего процесса при одновременном снижении надежности, особенно при высоком уровне подземных вод.

В этой статье описаны основные варианты технологических схем устройства забивных свай в пробитых скважинах с уширенным основанием, о некоторых из которых уже шла речь в работах [8–10].

<sup>1</sup> Статья подготовлена при консультативной помощи д. техн. наук, проф. Крутова В.И. (НИИОСП им. Н.М. Герсеванова).

*Kovalev V.A., Kovalev A.S.*

NIIO SP, \*JSC "Olymproect"

**PROCESS DIAGRAMS  
FOR INSTALLATION OF DRIVEN  
PILES IN PENETRATED WELLS<sup>1</sup>**

**Abstract.** This article presents the main options of improved and newly devised designs and process diagrams for installation of foundations made of driven, or jack, piles in the penetrated wells with expanded shoe, mainly in weak wet (waterlogged) and water-saturated soils. The article presents six options of process diagrams for installation of driven piles in penetrated wells, listing the main procedures: for well-compacted weak soils, for the case when the water ingress is excluded, for the case when it is necessary to increase the load-bearing capacity of pile's bearing face in the waterlogged soils, for the case when the load-bearing capacity of the pile shall be increased both for the end and for the sides, for the case when peat or other biogenous water-saturated soils are present at the bottom of the well, and for the case when there is no contracted zone nor practical possibility to ensure the stability of the walls.

The proposed six options of process diagrams for installation of the driven piles in penetrated wells provide expansion of their area of application regarding the soil conditions, increase of load-bearing capacity, and possibility of using jack systems for driving the piles under conditions of dense urban development.

**Key words:** driven pile foundation in penetrated wells; weak waterlogged and water-saturated soil; driven standard metal casing or pile; punch-shoe and expansion-shoe; casing with self-opening head; expanded foundation of hard soil material; attachable rim for the casing pile

DOI: 10.22227/2305-5502.2017.1.2

The previously published papers [1–7] proposed installing pile foundations in waterlogged and water-saturated soils under protection of casing piles, increasing labor- and power-consumption, and the duration of the process, while reducing reliability, especially in case of high level of ground waters.

This article presents the main options of process diagram of installation of the driven piles in the penetrated wells with expanded base. Some of them were already considered in papers [8–10].

<sup>1</sup> The article was prepared with consulting assistance of Doctor of Technical Sciences, Professor Krutov V.I. (Gershevyanov Research Institute of Bases and Underground Structures (NIIO SP))

*Первая схема* (рис. 1). Основные технологические операции в достаточно хорошо уплотняемых слабых грунтах осуществляют в следующей последовательности:

- пробивают (продавливают) скважину 3 копровой или вдавливающей установкой на заданную глубину инвентарной обсадной трубой 1, снабженной в нижней части башмаком-пробойником 2 с внутренней полостью и образованием по всему периметру скважины 3 уплотненной зоны 4 (см. рис. 1, а);

- во внутреннюю полость башмака-пробойника 2 вставляют башмак-уширитель 5 (см. рис. 1, б), например, лебедкой копровой установки;

- вначале в нижнюю часть обсадной трубы (или сразу на высоту, обеспечивающую полное заполнение скважины после извлечения обсадной трубы) отсыпают без уплотнения жесткий грунтовый материал (щебень, гравий и т.п.) 6, поверх которого отсыпают местный сыпучий материал 7 (песок и т.п.), чередуя его с экологически чистыми отходами промышленных производств (например, формочной землей и т.п., т.е. близкими по гранулометрическому составу песчаным грунтам), как показано на рис. 1, в;

- извлекают из скважины 3 обсадную трубу 1 и забивают (погружают) в засыпанную скважину, в т.ч. с использованием вдавливающей установки, сваю 8 с формированием уширенного основания 9 в нижней части скважины и дополнительной уплотненной зоны 10 (см. рис. 1, г).

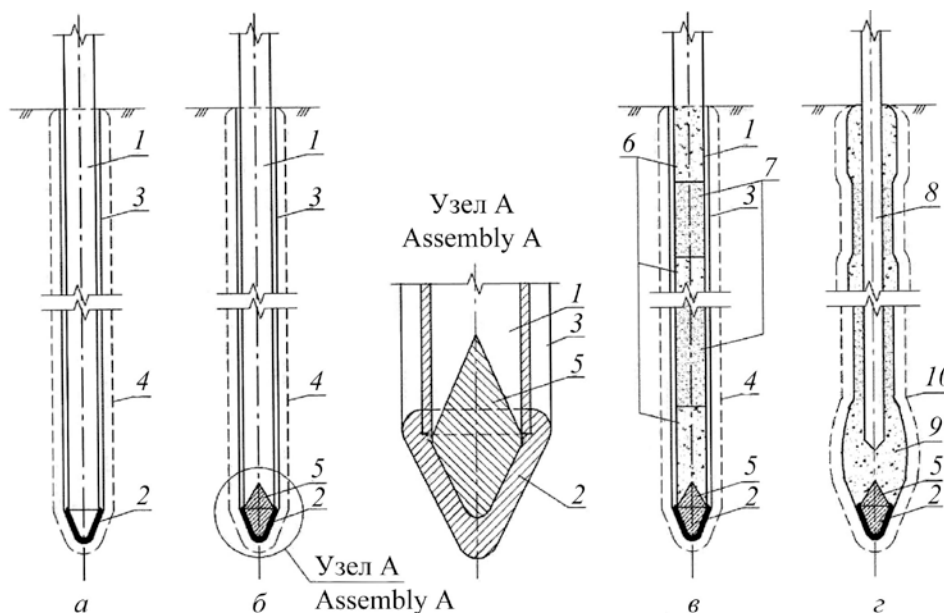
*Diagram One* (Fig. 1). The main process operations in well-compacted weak soils shall be performed in the following order:

- well 3 is penetrated (pushed) with pile-driving or pressing unit to the design depth with standard casing 1, equipped with driving shoe 2 with internal cavity in the lower part, and contracted zone 4 is created along the complete perimeter of well 3 (see Fig. 1, a);

- expansion shoe 5 is installed in the internal cavity of the driving shoe 2 (see Fig. 1, b) by means of, e.g., winch of the pile-driving unit;

- first, hard soil material (chip, gravel, etc.) 6 shall be spilled to the lower part of the casing pile (or directly to the elevation that provides for complete filling of the pile after the casing is removed) without contraction; then, on top of it, local bulk 7 (sand, etc.) shall be spilled, interlaced with environmentally safe industrial waste (e.g. loam, i.e. the waste closely similar to sandy soils in their gradation), as shown on the Fig. 1, c;

- casing 1 shall be extracted from the well 3, and pile 8 shall be driven into the filled well, using, if necessary, the pushing unit, creating expanded foundation 9 in the lower part of the well, and additional contraction zone 10 (see Fig. 1, d).



**Рис. 1.** Первая технологическая схема устройства забивной сваи

**Fig. 1.** First process diagram of installation of driven pile

*Вторая схема* (рис. 2). Она подходит для случая, когда в процессе пробивки скважины, установки башмака-уширителя и засыпки в скважину жесткого и другого сыпучего грунтового материала практически полностью исключается приток подземных вод в скважину за счет образования уплотненной зоны грунта с низкой фильтрационной способностью. Технологические операции осуществляют в следующей последовательности:

- пробивают (продавливают) скважину 3 с помощью инвентарной или сборной железобетонной сваи 1 с установкой их торцов во внутреннюю полость башмака-пробойника 2 с образованием уплотненной зоны 4 вокруг пробитой скважины (см. рис. 2, а);

- извлекают сваю 1 из скважины 3, устанавливают во внутреннюю полость башмака-пробойника 2 башмак-уширитель 5 (см. рис. 2, б);

- отсыпают вначале без уплотнения в нижнюю часть скважины 3 жесткий грунтовой материал (щебень, гравий и т.п.) 6, поверх которого отсыпают дискретно без уплотнения местный грунтовой сыпучий материал 7, например песок, чередуя его с тем же жестким грунтовым материалом 6, включая устойчивые, не подверженные распаду (разложению) экологически чистые отходы промышленных производств (например, формовочную землю и т.п.), что способствует их утилизации (см. рис. 2, в);

- забивают (погружают) в засыпанную скважину, в т.ч. вдавливающей установкой, железобетонную сваю 8 с формированием уширенного основания 9 в нижней части скважины и дополнительной уплотненной зоны 10 (см. рис. 2, г).

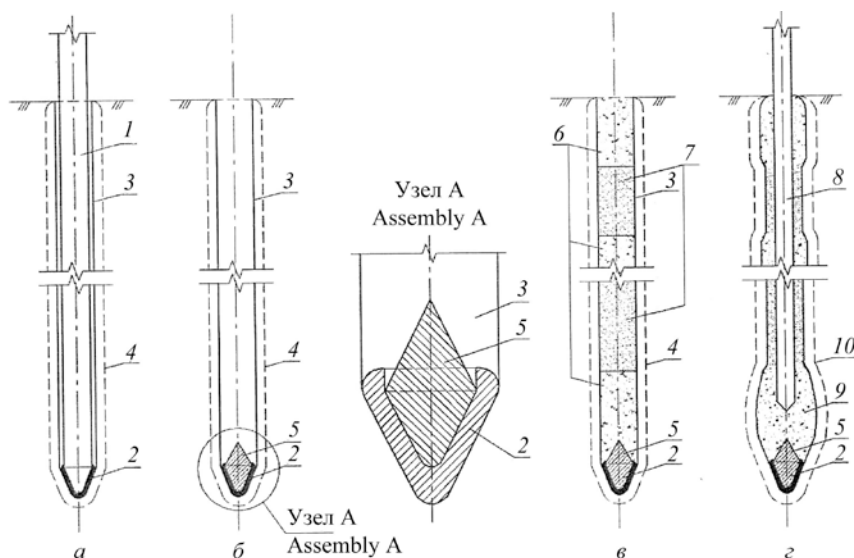
*Diagram Two* (Fig. 2). This diagram is suited for the case when ingress of ground waters in the well is excluded almost completely during the penetration, installation of expansion shoe, and filling the well with hard and other bulk soil, due to creation of contracted soil zone with low filter properties. The procedures shall be performed in the following order:

- well 3 shall be penetrated (developed) using standard or assembled reinforced concrete pile 1 with ends installed in the internal cavity of the driving shoe 2, creating contracted zone 4 around the penetrated well (see Fig. 2, a);

- pile 1 shall be removed from the well 3, and expansion shoe 5 shall be installed in the internal cavity of the driving shoe 2 (see Fig. 2, b);

- lower part of the well 3 shall be filled with hard soil material (chip, gravel, etc.) without contraction 6, then with local bulk material 7, e.g. sand, interlaced with same hard soil material 6, including stable non-dissolving (non-braking) environmentally safe industrial waste (e.g. loam, etc.), contributing to recycling the said waste (see Fig. 2, c);

- reinforced concrete pile 8 shall be driven into the filled well, using, if necessary, the pushing unit, creating expanded foundation 9 in the lower part of the well, and additional contraction zone 10 (see Fig. 2, d).



**Рис. 2.** Вторая технологическая схема устройства забивной сваи

**Fig. 2.** Second process diagram of installation of driven pile

*Третья схема* (рис. 3). Когда необходимо увеличить несущую способность сваи по ее торцу в обводненных грунтах, технологические операции по изготовлению сваи осуществляют в следующей последовательности:

- пробивают (продавливают) инвентарной обсадной трубой 1 с башмаком-пробойником 2 скважину 3 с образованием по ее контуру уплотненной зоны 4 и после установки во внутреннюю полость башмака-пробойника 2 башмака-уширителя 5 отсыпают в нижнюю часть обсадной трубы 1 над башмаком-уширителем 5 жесткий грунтовый материал 6 (щебень, гравий и т.п. или жесткую бетонную смесь) (см. рис. 3, а);

- формируют уширенное основание 8 инвентарной или забивной свайей 7 при приподнятой на высоту отсыпки (обычно по полтора-два диаметра скважины) обсадной трубе 1, оборудованной на торце, например, съемным наконечником с соответствующими углами заострения обычно в пределах 30...180° путем послонной отсыпки и втрамбовывания необходимого по расчету жесткого грунтового материала-щебня (см. рис. 3, б). При необходимости для предотвращения возможного поступления подземных вод вначале в нижнюю часть обсадной трубы, а затем в скважину при формировании уширенного основания послонную отсыпку, например, из щебня осуществляют с предварительной пропиткой его продуктами перегонки нефти (битумная эмульсия, жидкий битум и т.п.) или частично используют технологию устройства сваи Франки в водонасыщенных грунтах с созданием выбиваемой пробки в нижней части обсадной трубы из жесткой бетонной смеси;

- после образования нижнего уширенного основания поверх его в обсадную трубу отсыпают сразу на всю высоту с учетом полного заполнения скважины после извлечения обсадной трубы или дискретно местный сыпучий грунтовый материал, чередуя его, например, со щебнем или отходами промышленных производств 9 (см. рис. 3, в);

- в засыпанную скважину забивают (погружают) железобетонную сваю 10 с погружением ее торца в уширенное основание и образованием дополнительной уплотненной зоны 11.

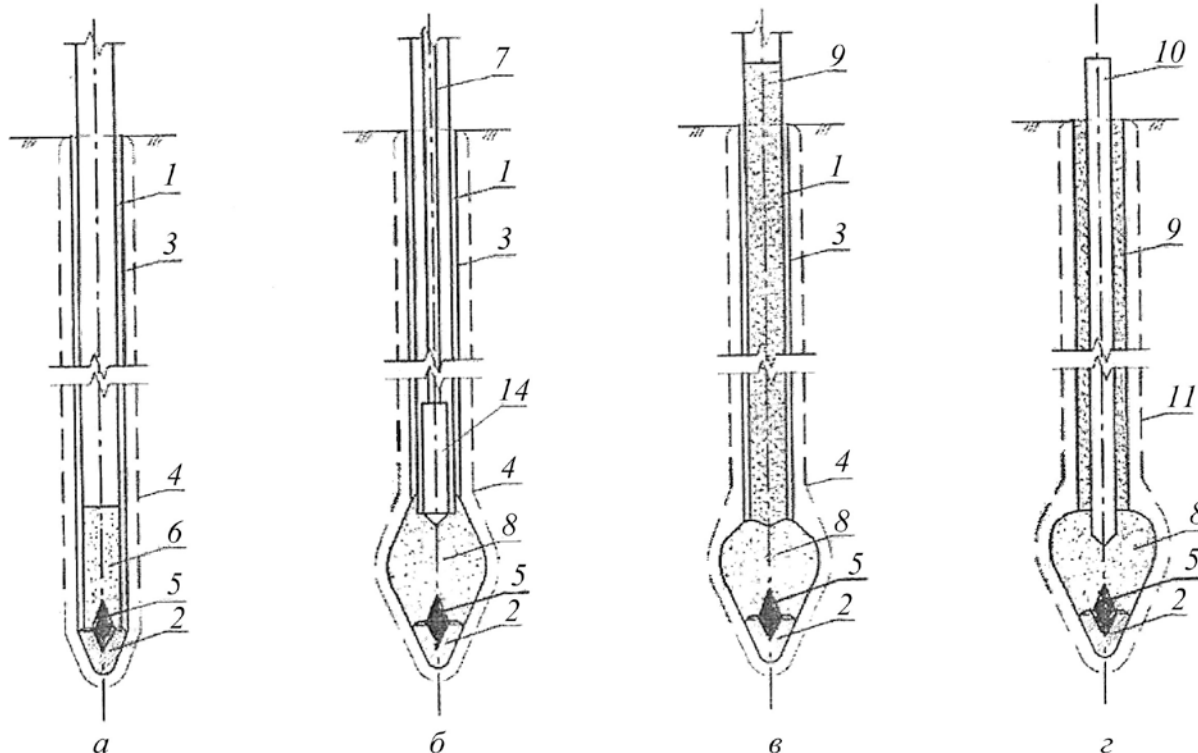
*Diagram Three* (Fig. 3). In case it is necessary to increase the load-bearing capacity of pile's bearing face in the water-logged soils, the procedures of creation of the pile shall be executed in the following order:

- standard casing 1 with driving shoe 2 shall be used to penetrate the well 3 creating the contracted zone 4 at the contour of the well, after expansion shoe 5 is installed in the internal cavity of the driving shoe 2, hard soil material 6 (chip, gravel, etc., or hard concrete mix) shall be spilled into the lower part of the casing 1 above the expansion shoe 5 (see Fig. 3, a);

- expanded foundation 8 shall be created using standard or driven pile 7 with casing 1 lifted to the height of the fill (normally by one and a half or two diameters of the well); the casing shall be equipped with removable head with proper cutting angles, typically within 30...180° by means of by-layer filling and contracting the volume of hard soil material-chip as per design (see Fig. 3, b). If ingress of ground waters into the lower part of the casing, and, later, into the well should be prevented, then the by-layer filling with chip shall be performed with the said chip treated with the petroleum products (asphalt emulsion, coal tar, etc.). Otherwise, Franki pile installation technique can be partially implemented for water-saturated soils, with installation of drive-out hard concrete plug in the lower part of the casing;

- after completion of the lower expanded foundation, local bulk soil shall be spilled into the casing to the full height, taking into account the space remaining after extraction of the casing, or intermittent with, for example, chip or industrial waste 9 (see Fig. 3, c);

- reinforced concrete pile 10 shall be driven into the filled well, lowering its end into the expanded foundation and creating additional contracted area 11.



**Рис. 3.** Третья технологическая схема устройства забивной сваи

**Fig. 3.** Third process diagram of installation of driven pile

*Четвертая схема* (рис. 4). Основные технологические операции осуществляют в следующей последовательности:

- пробивают инвентарной металлической трубой 1 с самораскрывающимся наконечником в нижней части, вставляемым во внутреннюю полость башмака-пробойника 2, скважину 3 с образованием по внешнему контуру скважины уплотненной зоны 4 (см. рис. 4, а);

- в нижнюю часть обсадной трубы 1 устанавливают башмак-уширитель, например, с помощью лебедки копровой установки (см. рис. 4, б);

- отсыпают поверх башмака-уширителя 5 в нижнюю часть обсадной трубы 1 вначале жесткий грунтовый материал 6 (или сразу на высоту, как и в третьем пункте первой технологической схемы), чередуя его с местным сыпучим грунтовым материалом или отходами промышленных производств 7, после чего извлекают обсадную трубу, при необходимости с приложением к ней вибрации или с помощью обратной работы ударного молота (см. рис. 4, в);

- погружают в засыпанную скважину сборную железобетонную сваю 8 с образованием уширенного основания 9 и дополнительной уплотненной зоны 10 (см. рис. 4, г).

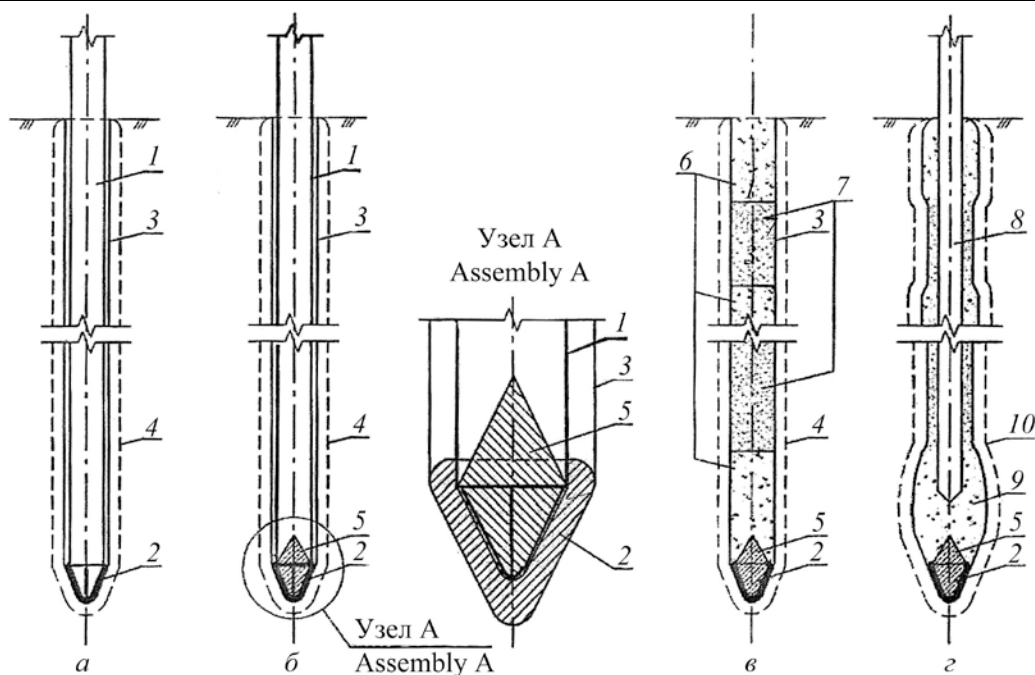
*Diagram Four* (Fig. 4). The main procedures shall be performed in the following order:

- standard metal casing 1 with self-opening head installed in the internal cavity of the driving shoe 2 shall be used to penetrate the well 3 creating the contracted zone 4 along the contour of the well (see Fig. 4, a);

- expansion shoe shall be installed in the lower part of the casing 1 using, for example, the winch of the driving unit (see Fig. 4, b);

- on top of the expansion shoe 5 in the lower part of the casing 1 (or at once to the same height as stated in the p.3 of Process Diagram One) first, the hard soil material 6 shall be spilled interlaced with local bulk soil materials or industrial waste 7, then the casing shall be extracted, if necessary, using vibration or normal operation of the jumper bit (see Fig. 4, c);

- assembled reinforced concrete pile 8 shall be driven into the filled well, using, if necessary, the pushing unit, creating expanded foundation 9 and additional contraction zone 10 (see Fig. 4, d).



**Рис. 4.** Четвертая технологическая схема устройства забивной сваи

**Fig. 4.** Fourth process diagram of installation of driven pile

Кроме того, в случае необходимости повышение несущей способности сваи под ее торцом в рассматриваемом случае также может быть осуществлено, как в приведенной на рис. 3 технологической схеме. При необходимости увеличения несущей способности сваи как по торцу, так и по ее боковой поверхности, например, в слабом частично заторфованном, заиленном и т.п. грунте с относительно низкими значениями прочностных характеристик в одном случае выполняют повторное погружение инвентарной обсадной трубы с самораскрывающимся наконечником с погружением ее торца в нижнюю часть скважины в отсыпанный жесткий грунтовый материал над башмаком-уширителем (см. рис. 4) или после формирования нижнего уширения до его кровли (см. рис. 3) с последующим заполнением трубы сыпучим грунтовым материалом, в т.ч. дискретно по высоте, извлечением ее и затем погружением торца железобетонной сваи в нижнее уширение. Таким образом, в данной схеме частично используют известный технологический прием погружения инвентарной обсадной трубы с самораскрывающимся наконечником в нижней части при устройстве вертикальных песчаных дрен (свай), именуемый в практике строительства «свая в сваю».

*Пятая схема.* При наличии в основании заторфованных и других биогенных водонасыщен-

In addition, the load-bearing capacity of the pile under the end can be increased, if necessary, in the same way as shown in Process Diagram, Fig. 3. If the load-bearing capacity of the pile shall be increased both for end and for the sides, for example, in the weak partially peaty, silty, etc. soil, with relatively low values of the strength parameters, the standard casing with self-opening head shall be driven for the second time into the lower part of the well, into the hard soil filling above the expansion shoe (see Fig. 4), or after completion of the lower expansion to its top (see Fig. 3), later filling the casing with interlacing bulk soil. After this, the casing shall be extracted, and the end of the reinforced concrete pile shall be lowered into the lower expansion. Therefore, this method partially utilizes a well-known process of lowering the standard casing with self-opening head in the lower part during installation of vertical sand drains (piles) called in practice "pile-in-pile" method.

*Diagram Five.* In case peat or other biogenous water-saturated soils are present at the bottom, leading to practically non-existent contracted zone during the process

ных грунтов, когда при пробивке (продавливании) скважины до подстилающего несущего слоя практически отсутствует уплотненная зона, технологические операции по устройству свайного фундамента могут выполняться по четвертой схеме; или же при соответствующем обосновании рекомендуется осуществлять их по упрощенной схеме, приведенной на рис. 5, частично используя тот же технологический прием изготовления песчаных свай, т.е. по технологии «свая в сваю», описанной выше:

- погружают инвентарную обсадную трубу 1 с самораскрывающимся наконечником до несущего (минерального) слоя грунта 2 с частичным его заглублением в этот слой скважину 3 и образованием уплотненной зоны 4 под торцом обсадной трубы в несущем слое грунта 2. Затем отсыпают в нижнюю часть обсадной трубы 1 вначале жесткий грунтовый материал 5 (обычно не менее полутора-двух диаметров скважины в нижней части), поверх которого отсыпают сыпучий материал 6 (например, песок) сразу на всю высоту, как показано на рис. 5, а, или чередуя его с жестким грунтовым материалом, как и в третьем пункте четвертой технологической схемы;

- извлекают обсадную трубу с одновременным полным заполнением скважины через раскрытый наконечник обсадной трубы грунтовым материалом, после чего повторно погружают ее с формированием уширенного основания 7, дополнительной уплотненной зоны 4 в нижней части скважины (см. рис. 5, б) и песчаной оболочки 8 по боковой поверхности скважины. Этот процесс формирования уширенного основания и уплотненной зоны в случае необходимости осуществляют несколько раз до состояния «отказа» на основании результатов опытных работ (см. рис. 5, в);

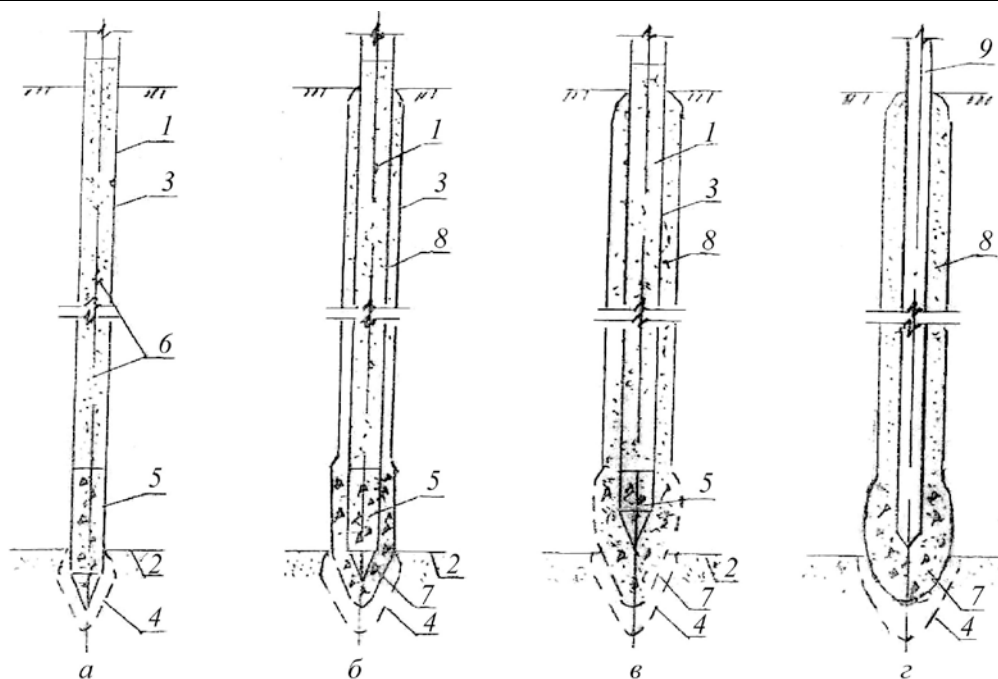
- забивают (вдавливают) в засыпанную скважину сборную железобетонную сваю 9 с погружением ее торца в уширенное основание 7 с окончательным его формированием и уплотненной зоны 4, обеспечивающие необходимую несущую способность сваи (см. рис. 5, г).

of penetration of the well to the load-bearing sublayer, the procedures for installation of the pile foundation can be performed as per diagram four; or, if proper justification is present, they are recommended to be done per simplified process diagram presented on Fig. 5. It utilizes, partially, the same process of creation of the sand piles using the "pile-in-pile" technique, described above:

- standard casing 1 with self-opening head shall be lowered to the load-bearing (mineral) soil level 2 inserting it partially in this layer, penetrating the well 3 and creating the contracted zone 4 under the end of the casing in the load-bearing layer of the soil 2. Then, hard soil material 5 shall be spilled into the lower part of the casing (normally, at least one and a half – two diameters of the well) in the lower part of the casing 1, and bulk material 6 (e.g. sand) shall be spilled to the full height as shown on Fig. 5, a; otherwise, the bulk material can be interlaced with hard soil material as in the p. 3 of the Process Diagram Four;

- the casing shall be extracted, while simultaneously filling the well completely with soil material through the open head of the casing; after that, it shall be lowered again, creating the expanded foundation 7, additional contracted zone 4 in the lower part of the well (see Fig. 5, b), and sand casing 8 along the side surface of the well. This process of creating the expanded foundation and contracted zone, if necessary, shall be used as many times as required to refusal, on the basis of the test works (see Fig. 5, c);

- assembled reinforced concrete pile 9 shall be driven into the filled well, lowering its end into the expanded foundation 7, completing the foundation and contracted zone 4, which would ensure the required load-bearing capacity of the pile (see Fig. 5, d).



**Рис. 5.** Пятая технологическая схема устройства забивной сваи

**Fig. 5.** Fifth process diagram of installation of driven pile

*Шестая схема.* При наличии в основании частично заболоченных биогенных слабых водонасыщенных (обводненных) грунтов, когда при продавливании (образовании) скважины до подстилающего несущего слоя в них отсутствует не только уплотненная зона, но и практическая возможность обеспечения устойчивости стенок отсыпанных и уплотненных грунтов после извлечения применяемой обсадной трубы, технологические операции по устройству свайного фундамента рекомендуется выполнять при соответствующем обосновании по схеме, приведенной на рис. 6, в следующей последовательности:

- погружают инвентарную обсадную трубу 1 с самораскрывающимся наконечником до несущего (например, минерального, песчаного) слоя грунта 2 с заглублением его в этот слой на 2–2,5 диаметра трубы или до «отказа» в скважину 3 и с образованием уплотненной зоны 4 под торцом обсадной трубы в несущем слое грунта 2. Затем отсыпают в нижнюю часть обсадной трубы 1 без уплотнения вначале жесткий грунтовый материал 5 (щебень, гравий, жесткая бетонная смесь и т.п.), поверх которого отсыпают сыпучий материал 6 (например, песок) сразу на всю высоту, как показано на рис. 6, а, с учетом последующего полного заполнения им трубы-оболочки 7;

- погружают обсадную тонкостенную трубу-оболочку 7, изготовленную из полимерных материалов, металла, железобетона, асбестоцемента и т.п. и усиленную в случае необходимости

*Diagram Six.* In case partially waterlogged biogenous weak water-saturated soils are present, when there is no contracted zone nor practical possibility to ensure the stability of the walls of filled and contracted soils after the casing is extracted during penetration of the well to the load-bearing sublayer, it is recommended that procedures for installation of the pile foundation as per diagram presented on Fig. 6 with proper justification shall be implemented, in the following order:

- standard casing 1 with self-opening head shall be lowered to the load-bearing (e.g. mineral, sand) soil level 2 inserting it partially in this layer by 2–2.5 diameters of the casing or to refusal, penetrating the well 3 and creating the contracted zone 4 under the end of the casing in the load-bearing layer of the soil 2. Then, hard soil material 5 (chip, gravel, stiff mix, etc.) shall be spilled to the lower part of the casing 1 with bulk soil material 6 (e.g. sand) to be spilled to the full height as shown on Fig. 6, a, with regard to the later complete filling of the casing 7 with the same bulk;

- thin-wall casing pile 7 made of polymers, metal, reinforced concrete, transite, etc., reinforced, if necessary, with steel rims, shall be driven, its end partially



стальными бандажами с частичным заглублением ее торца в несущий (минеральный) слой грунта 2 (обычно на 10...15 см), для чего оборудуют его металлическим ободом-насадкой 8 с режущей кромкой специальной конструкции (см. узел А на рис. 6, б). Конструкцию обода-насадки 8 принимают с учетом обеспечения практического исключения (за счет отжатия-вытеснения) при погружении трубы-оболочки 7 грунта из затрубного пространства на контакте с обсадной трубой 1. Диаметр обсадной трубы 7 (размер в поперечном сечении) принимают примерно в полтора-два раза больше, чем диаметр обсадной трубы 1, т.е. с учетом максимально возможной степени уплотнения или до заданного проектного значения отсыпанного грунта после извлечения обсадной трубы 1 и последующего погружения в него железобетонной сваи 9;

- извлекают обсадную трубу 1 с одновременным полным заполнением через ее самораскрывающийся наконечник трубы-оболочки 7 в нижней части жестким 5 и поверх его сыпучим грунтовым материалом 6 (см. рис. 6, в);

- забивают (задавливают) в засыпанную обсадную трубу-оболочку 7 сборную железобетонную сваю 9 с погружением ее торца в отсыпанный жесткий грунтовой материал, формированием уширенного основания 10 и дополнительной уплотненной зоны в несущем минеральном слое грунта 4 (см. рис. 6, г).

inserted into the load-bearing (mineral) soil layer 2 (normally by 10–15 cm); for this purpose, it shall be equipped with metal rim-head 8 with a cutting edge of special design (see Assembly A on Fig. 6, b). The design of the rim-head 8 shall be adopted with due consideration of practical removal (due to displacement) of the soil in the annular space at the contact with the casing pile 1 during the driving of the casing pile 7. Diameter of the casing pile 7 (cross-section size) shall be at least one and half–two times larger than the diameter of casing pile 1, i.e. taking into consideration the maximum possible contraction, or to the design value of the spilled soil after extraction of casing pile 1 and further installation of the reinforced concrete pile 9;

- the casing pile 1 shall be extracted while simultaneously filling the casing pile 7 with hard 5 in the lower part and bulk 6 material above it through the self-opening head (see Fig. 6, c);

- assembled reinforced concrete pile 9 shall be driven into the filled casing pile 7 with its end driven into the spilled hard soil, and with creation of expanded foundation 10 and additional contracted zone in the mineral soil layer 4 (see Fig. 6, d).

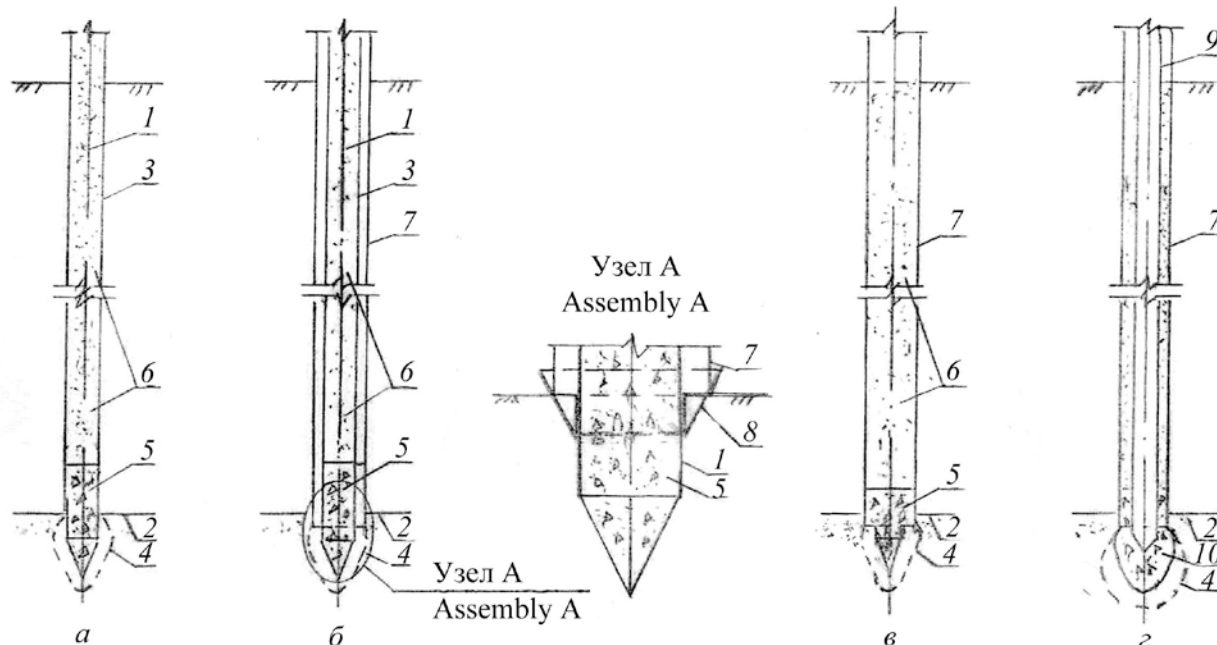


Рис. 6. Шестая технологическая схема устройства забивной сваи

Fig. 6. Sixth process diagram of installation of driven pile

Следует отметить, что погружение в несущий слой грунта оставляемой обсадной трубы-оболочки с ободом-насадкой в необходимых случаях может быть осуществлено с помощью извлекаемой инвентарной стальной трубы, торец которой опирают на внутренние или наружные выступы обода-насадки.

Применяемые башмак-пробойник и башмак-уширитель выполняют металлическими, бетонными или в комбинации с другими материалами с соответствующими конструктивными особенностями и оптимальными углами заострения, обеспечивающими наиболее эффективные пробивку скважины, образование уплотненной зоны и уширенного основания.

Для предотвращения возможного поступления свободной воды во внутреннюю полость обсадной трубы при пробивке (продавливании) скважины на контакте с башмаком-пробойником устанавливают противофильтрационную прокладку.

Описанные выше технологические схемы устройства забивных свай в пробитых (продавливаемых) скважинах в переувлажненных и водонасыщенных (обводненных) слабых грунтах позволяют существенно увеличить несущую способность свай, снизить трудоемкость и время на их изготовление, а также расширить область применения по грунтовым условиям.

Кроме того, при соответствующем обосновании предлагаемые технические решения по устройству свайных фундаментов в пробитых скважинах могут быть реализованы в условиях плотной городской застройки вдавливающими установками как в процессе формирования скважины, уплотненной зоны, уширенного основания, так и погружения сваи. Возможны также варианты устройства забивных свай в пробитых (продавливаемых) скважинах в сочетании с другими типами фундаментов, например плитными и т.п.

Представленные технические решения могут быть использованы в гидротехническом и гидромелиоративном строительстве, в частности при устройстве лотковой сети на просадочных и заболоченных грунтах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты: Актуализир. ред. СНиП 2.02.03-85 : утв. приказом Минрегиона России от 27 декабря 2010 г. № 786; введ. 2011-05-20. М. : Минрегион России, 2011.

It is necessary to note that the casing pile with rim head to be left in place can be driven in the load-bearing layer of the soil, if necessary, using extractable steel pile set on internal or external protrusions of the rim head with its end.

The driving shoe and expansion shoe used for the process shall be metal, concrete, or combination of other materials with proper structural features and optimum cutting angles that provide for the most efficient driving of the well, creation of contracted zone and expanded foundation.

In order to prevent possible ingress of free water into the internal cavity of the casing during penetration, anti-filtering seal shall be installed at the place of contact with driving shoe.

The process diagrams for installation of the driven piles in penetrated wells in waterlogged and water saturated weak soils described above allow to significantly increase the load bearing capacity of the piles, reduce labor-cost and time-cost required for creation of the piles, and expand the application area regarding the soil conditions.

In addition, with proper justification, the proposed process solutions for installation of pile foundations in the penetrated wells can be implemented under conditions of dense urban development by means of pushing units both in the process of creating the well, contracted area, expanded zone, and driving the pile as well. Other options for installation of the driven piles in penetrated wells are possible, in combination with other types of foundations, e.g. piled basements, etc.

The proposed process solutions can be used in hydrotechnical and irrigation and drainage construction, specifically for installation of gutter system on collapsible and waterlogged soils.

#### REFERENCES

1. SP 24.13330.2011. Svaynye fundamenty: aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.03-85: utverzhden prikazom Minregiona Rossii ot 27 dekabrya 2010 g. № 786; vveden 2011-05-20 [SP 24.13330.2011. Pile Foundations : Updated edition SNiP 2.02.03-85 : Approved by the Order of the Regional Development Ministry of

2. СТО 36554501-018-2009. Проектирование и устройство свайных фундаментов и уплотненных оснований из набивных свай в пробитых скважинах: Стандарт орг.: утв. приказом ген. дир. ОАО «НИЦ «Строительство» 28.12.2009. М.: НИЦ «Строительство», 2010.
3. Крутов В.И., Ковалев В.А., Ковалев А.С. Совершенствование технологий устройства забивных свай в пробитых скважинах // Механизация строительства. 2015. № 5. С. 14–17.
4. Пат. 2582530 РФ, МПК E 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.
5. Крутов В.И., Ковалев А.С., Ковалев В.А. Основания и фундаменты на насыпных грунтах. М.: Изд-во АСВ, 2016. 470 с.
6. Пат. 2601630 РФ, МПК E 02 D 5/30. 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.
7. Крутов В.И., Козай В.К., Козай В.А. и др. Исследование вдавливаемых железобетонных свай с уширенным основанием // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 10. С. 42–45.
8. Ковалев В.А., Ковалев А.С. Совершенствование технологий устройства забивных свай в пробитых скважинах в слабых водонасыщенных грунтах // Успехи современной науки. 2016. № 2. Т. 1. С. 95–98.
9. Ковалев В.А., Патрикеев А.Б., Ковалев А.С. Конструкции и технологии устройства сооружений в уплотненном грунте // Успехи современной науки и образования. 2016. № 4. Т. 2. С. 113–117.
10. Крутов В.И., Ковалев А.С., Ковалев В.А. Современные конструкции и технологии устройства фундаментов в уплотненном грунте. М.: Перо, 2016. 150 с.
- Russia dated December, 27, 2010, No. 786; came into force 2011-05-20]. Moscow, Minregion Rossii Publ., 2011. (In Russian)
2. STO 36554501-018-2009. Proektirovanie i ustroystvo svaynykh fundamentov i uplotnennykh osnovaniy iz nabivnykh svay v probitykh skvazhinakh: Standart organizatsii: utverzhen prikazom general'nogo direktora ОАО "NITs "Stroitel'stvo" 28.12.2009 [STO 36554501-018-2009. Design and Installation of Pile Foundations and Compacted Bases Made of In Situ Piles in Bored Wells : Company Standard : Approved by the Order of General Director of the "NITs "Stroitel'stvo" OJSC 28.12.2009]. Moscow, NITs Stroitel'stvo Publ., 2010. (In Russian)
3. Krutov V.I., Kovalev V.A., Kovalev A.S. Sovershenstvovanie tekhnologiy ustroystva zabivnykh svay v probitykh skvazhinakh [Improving of Technology of Installation of Driven Piles in Bored Wells]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2015, no. 5, pp. 14–17. (In Russian)
4. Krutov V.I. Patent RF 2582530, MPK E 02 D 5/00. Ustroystvo zabivnoy svai v probitoy skvazhine s ushirenym osnovaniem [Patent RF 2582530, MPK E 02 D 5/00. Installation of a Driven Pile in a Bored Well with a Spread Base]. Application : 2014117507/03, 30.04.2014, publ. 27.04.2016, bulletin no. 12. (In Russian)
5. Krutov V.I., Kovalev A.S., Kovalev V.A. *Osnovaniya i fundamenti na nasypanykh gruntakh* [Bases and Foundations on Fill-up Soils]. Moscow, ASV Publ., 2016, 470 p. (In Russian)
6. Krutov V.I. Patent RF 2601630, MPK E 02 D 5/30. Sposob ustroystva zabivnoy svai [Patent RF 2601630, MPK E 02 D 5/30. Driven Pile Installation Method]. Application : 2014141785/03, 16.10.2014, publ. 10.05.2016, bulletin no. 13. (In Russian)
7. Krutov V.I., Kogay V.K., Kogay V.A., Ponomarev R.Yu. Issledovanie vdavlivaemykh zhelezobetonnnykh svay s ushirenym osnovaniem [Research of Jacked Reinforced Concrete Piles with a Spread Base]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2016, no. 10, pp. 42–45. (In Russian)
8. Kovalev V.A., Kovalev A.S. Sovershenstvovanie tekhnologiy ustroystva zabivnykh svay v probitykh skvazhinakh v slabyykh vodonasyshchennykh gruntakh [Improving of Technology of Installation of Driven Piles in Bored Wells in Soft Water-Saturated Soils]. *Uspekhi sovremennoy nauki* [Modern Science Success]. 2016, no. 2, vol. 1, pp. 95–98. (In Russian)
9. Kovalev V.A., Patrikeev A.B., Kovalev A.S. Konstruktsii i tekhnologii ustroystva sooruzheniy v uplotnenom grunte [Designs and Technologies of Installation of Structures in Compacted Soil]. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Success of Modern Science and Education]. 2016, no. 4, vol. 2, pp. 113–117. (In Russian)
10. Krutov V.I., Kovalev A.S., Kovalev V.A. Sovremennye konstruktsii i tekhnologii ustroystva fundamentov v uplotnenom grunte [Modern Designs and Technologies of Installation of Foundations in Compacted Soil]. Moscow, Pero Publ., 2016, 150 p. (In Russian)

Поступила в редакцию в январе 2017 г.

Received in January 2017.

Об авторе: **Ковалев Владимир Александрович**, кандидат технических наук, **Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова** — институт ОАО «НИЦ "Строительство"» (НИИОСП им. Н.М. Герсеванова), 109428, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 59, vladimir@olimproekt.ru;

**Ковалев Александр Семенович**, кандидат технических наук, АО «Научно-производственное объединение «Олимпроект» (НПО «Олимпроект»), 115054, г. Москва, Жуков пр., д. 4; askovalev@olimproekt.ru.

About the author: **Kovalev Vladimir Aleksandrovich** — Candidate of Technical Sciences, **Gersevanov Research Institute of Bases and Underground Structures (NIOSP)**, 59 Ryazanskiy pr-t, Moscow, 109428, Russian Federation; vladimir@olimproekt.ru.

**Kovalev Aleksandr Semenovich** — Candidate of Technical Sciences, **JSC "Science and Production Association "Olimproekt"**, 4 Zhukov proezd, Moscow, 115054, Russian Federation; askovalev@olimproekt.ru.

Для цитирования:

*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. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

For citation:

*Kovalev V.A., Kovalev A.S.* Tekhnologicheskie skhemy ustroystva zabivnykh svay v probitykh skvazhinakh [Process Diagrams for Installation of Driven Piles in Penetrated Wells]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2017, vol. 7, issue 1 (22), paper 2. (In Russian) Available at: <http://www.nso-journal.ru>.