**ВЕСТНИК ПНИПУ.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**
Т. 8, № 4, 2017
**PNRPU BULLETIN.
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE**
<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>

DOI: 10.15593/2224-9826/2017.4.08

УДК 624.131.531

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

А.Н. Гайдо

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, Санкт-Петербург, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 05 июля 2017
Принята: 28 августа 2017
Опубликована: 15 декабря 2017

Ключевые слова:

свайный фундамент, ограждение котлована, проект производства работ, стесненные условия, технологические параметры

АННОТАЦИЯ

Рассматривается методика определения технологических параметров устройства свайных фундаментов в стесненных условиях городской застройки при разработке проектов производства работ (ППР). С учетом практического опыта работ по разработке технологической документации выполнен анализ действующих нормативных документов, позволивший установить основные требования, предъявляемые к применяемым способам. В таких условиях в ходе работ необходимо обеспечить безопасность для окружающей застройки и высокие производственные показатели при наличии на строительных площадках различных препятствий.

Обоснование технологических режимов работ предлагается выполнять на основании предварительного анализа показателей, определяющих стесненность строительной площадки, – совокупности различных препятствий, существующих на участке работ и прилегающей к нему территорий, ограничивающих реализацию технологических параметров, способов, препятствующих заводу техники на объект, размещению вспомогательного оборудования и т.п. При этом следует различать как внутреннюю (существующие препятствия для размещения зон складирования перемещения машин и т.п.), так и внешнюю стесненность (ограничение габаритов рабочих зон, наличие в пределах участка сохраняемых зданий, зеленых насаждений, инженерных коммуникаций).

С учетом этих предпосылок представлены методические подходы к выбору комплектов механизации, технологических параметров в зависимости от габаритов применяемых строительных машин, требуемых площадей для их размещения с учетом размещения площадок складирования, вспомогательного оборудования и т.п. Показаны технологические схемы реализации рациональных методов работ в непосредственном примыкании к конструкциям существующих зданий. В заключение дается технико-экономическая оценка современных способов устройства фундаментов.

© ПНИПУ

© **Гайдо Антон Николаевич** – кандидат технических наук, доцент, e-mail: gaidoan@mail.ru.

Anton N. Gaido – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: gaidoan@mail.ru.

DEVELOPMENT OF WORK EXECUTION DESIGN FOR CONSTRUCTION OF PILE FOUNDATIONS IN CONSTRAINED CITY CONDITIONS

A.N. Gaido

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint Petersburg, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 05 July 2017
Accepted: 28 August 2017
Published: 15 December 2017

Keywords:

pile foundation, work production plan,
constrained environment

ABSTRACT

In the article, a technique for determination of technological parameters of the arrangement of pile foundations in a constrained urban environment upon the development of work execution designs (WED) is considered. Taking into account work experience in the development of technological documentation, an analysis of the existing regulatory documents was carried out, which made it possible to set basic requirements for the applied methods. In the course of works in such conditions, it is necessary to ensure safety for the surrounding development and high performance characteristics upon availability of various obstacles at construction sites.

A feasibility study of operating practices is proposed to be performed on the basis of the preliminary analysis of indices determining constraints of the construction site, i.e. a set of various obstacles existing at the work area and adjacent territories restricting the implementation of technological parameters of methods, which prevent the equipment delivery to the facility, placement of the auxiliary equipment, etc. It is also necessary to distinguish between internal (existing obstacles to placement of storage areas, vehicle movement, etc.) and external constraints (limitation of work area overall dimensions, availability of preserved buildings, green areas, engineering communications within the site).

Taking into account these prerequisites, methodical approaches to the selection of mechanization sets which implement various modern methods, as well as technological parameters in dependence on overall dimensions of used construction machines, required areas for their placement, with account for location of storage areas, areas for auxiliary equipment, etc., are presented. Technological diagrams of implementing rational methods of works in direct adjoining contact to structures of existing buildings are shown. In conclusion, a technical and economic assessment of modern methods of foundation arrangement is provided.

© PNRPU

В предлагаемой вниманию читателей статье рассматриваются особенности применения различных способов устройства свайных фундаментов в стесненных условиях городской застройки, осложненных наличием в геологических разрезах слоев неоднородных слабых водонасыщенных грунтов. Актуальность раскрываемой тематики обоснована ростом объемов строительства зданий и сооружений различного назначения в стесненных условиях кварталов сложившейся городской застройки крупных мегаполисов.

Следует отметить, что для решения указанных задач в настоящее время применяют широкую номенклатуру конкурентных технологий с различными показателями эффективности, зависящими от конкретных инженерно-геологических условий площадок, наличия близкорасположенных зданий и т.п. [1–6]. Известно, что эти способы в различных условиях применения имеют свои преимущества и недостатки. При этом выбор их параметров следует выполнять с учетом требований Федерального закона Российской Федерации № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», которым установлено обязательное требование по обеспечению безопасности зданий и сооружений на стадиях изыскания, проектирования, строительства и эксплуатации.

В связи с этим назовем основные требования, которым должны соответствовать данные способы: обеспечение целостности конструкций рядом расположенных зданий и сооружений, выполнение условий экологического характера (минимизировать уровень шума

и динамических воздействий в грунте, загазованности воздуха, загрязнение территорий, в том числе при транспортировании с пятна застройки бурового шлама), достижение проектных параметров фундамента, минимальных сроков и стоимости работ при обеспечении требуемых показателей качества [7–11].

При этом при разработке технологической документации (ППР, технологических карт и регламентов) необходимо принять рациональные схемы работ выбранного комплекта механизации в указанных габаритах конкретной строительной площадки, характеризующейся различными ограничениями и препятствиями [4].

Среди современных нормативных документов, определяющих параметры способов производства работ в стесненных условиях в составе ППР, следует выделить РД 11-06–2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ». Однако положения этого документа в основном определяют работу грузоподъемных кранов.

Это позволяет сделать практически важный вывод о том, что методология определения технологических параметров способов работ нулевого цикла (устройства свайных фундаментов и ограждений котлованов) в составе разработки ППР требует совершенствования и доработки.

Анализ производственного опыта, нормативной литературы и современных научных работ различных авторов позволил сделать вывод, что все способы устройства свайных фундаментов в различной степени оказывают влияние на состояние структуры массива грунта и тем самым могут приводить к деформациям конструкций зданий и сооружений, прилегающих к участку строительства [2–8]. В связи с этим при разработке соответствующих разделов проектной и технологической документации следует оценивать уровни такого влияния и предусматривать мероприятия для его снижения.

В табл. 1 представлены различные технологические факторы, характерные для современных технологий, которые могут приводить к деформациям конструкций существующей застройки, а также практические рекомендации снижению их уровней до приемлемых значений.

Таблица 1

Технологические факторы, характерные для различных
способов устройства свайных фундаментов

Table 1

Technological factors characteristic of different ways
of arranging pile foundations

Способ производства работ	Технологические факторы	Оказываемое влияние на массив грунта и конструкции соседних зданий	Способы снижения воздействия этих факторов
Погружение свай заводского изготовления			
Забивка	Ударное воздействие свайного молота на оголовки свай	Распространение в грунте динамических воздействий. Подъем (выпор) грунта	Лидерное рыхление и создание экранов в грунте. Ограничение производительности. Настройка параметров режима работы молота.
Вибропогружение	То же вибрационное воздействие продольных колебаний	То же вибрационное воздействие в массиве грунта	Изменение направления проходки машин. Отказ от ударных режимов
Вдавливание	Вертикальные статические усилия	Уплотнение или перемещение грунта. Выпор грунта из-под острия	

Окончание табл. 1

Способ производства работ	Технологические факторы	Оказываемое влияние на массив грунта и конструкции соседних зданий	Способы снижения воздействия этих факторов
Буровые технологии (проходной шнек CFA, DDR, в обсадных трубах с келли-штангой)			
Проходной шнек	Процесс резания породы и ее извлечения на поверхность шнеком	Возможное извлечение грунта сверх расчетного объема, приводящее к его просадкам и деформациям конструкций	Отказ от применения технологии в зонах, расположенных вблизи существующих конструкций
В обсадных трубах (диаметр свыше 600 мм)	Процесс резания породы торцами обсадных труб и ее извлечения на поверхность шнеком или желонкой	При несоблюдении технологии возможен выпор грунта в обсадную трубу, вызывающий просадки его поверхности	Строгое соблюдение технологии в части темпа извлечения грунта при ограничении производительности работ
Под глинистым раствором	Обеспечение устойчивости ствола скважины буровым раствором	—	Ограничение производительности в зонах вблизи существующих конструкций
Набивные технологии (вытеснения DDS, «Фундекс», «Атлас», «Омега»)			
Вытеснение	Воздействие вдавливающих и вращающих усилий при погружении буровых труб	Уплотнение или перемещение массива грунта. Подъем (выпор) грунта между сваями	Лидерное рыхление и создание экранов в грунте. Ограничение производительности.
С вдавливанием (закручиванием) буровых труб с тережимым башмаком	То же. Срез грунта по боковой поверхности башмака	То же	Изменение направления проходки буровых установок

Данные табл. 1 позволяют заключить, что основными факторами, приводящими к деформациям существующих конструкций при погружении свайных элементов (буровых труб), являются подъем поверхности грунта или динамические воздействия, распространяющиеся в массиве грунта. Эти явления на практике преимущественно устраняют лидерным рыхлением грунта, изменением технологических режимов, ограничением производительности. Забивные технологии вблизи конструкций жилых зданий на практике меняют на режимы вдавливания или буронабивные. Для буровых способов опасны явления просадки поверхности грунта, вызванные его извлечением в объемах, превышающих геометрические. В этих случаях скважины заполняют глинистым раствором для обеспечения устойчивости их стенок, а в обсадных трубах исключают опережающее извлечение грунта из-под их торцов и т.п. [1].

Выбор щадящих режимов при устройстве фундаментов следует проводить на основании их технико-экономического обоснования с учетом особенностей конкретной строительной площадки, характеризующейся наличием различных препятствий (стесненности) [12]. При этом в ходе разработки ППР необходимо также решать задачи размещения технологического и вспомогательного оборудования с учетом возникновения опасных зон и требуемых траекторий перемещения машин.

Для решения поставленной задачи автором предлагается следующее определение стесненных условий с учетом положений МДС 81-35.2004 «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» и Постановления

Правительства Москвы от 08.08.2000 г. № 603 «Об утверждении правил производства земляных и строительных работ...»: такие условия строительства как совокупность различных препятствий, существующих на строительной площадке и прилегающей к ней территории, ограничивающих реализацию различных параметров способов. При этом следует различать следующие виды ограниченности [13–16]:

I. Внешнюю:

- ограничение габаритов рабочих и опасных зон строительных машин (крана, копра, буровой установки и т.п.);
- то же для проездов при завозе строительных машин, доставки длинномерных конструкций (сваи заводского изготовления, каркасов) и материалов;
- наличие в пределах рабочей или опасной зон сохраняемых зданий или сооружений, инженерных коммуникаций, включая линии электропередач, зеленых насаждений и т.п.

II. Внутреннюю:

- существующие препятствия для размещения зон складирования или вспомогательного оборудования, для перемещения машин, конструкций или материалов;
- совмещения в пределах одного участка работ по монтажу – демонтажом или усилением конструкций, разработкой котлованов и т.п.;
- административные требования по ограничению уровня шума и режима работы.

Внутренняя стесненность определяется отношением фактической площади к требуемой площади строительной площадки для организации строительных процессов исходя из условия обеспечения их максимальной производительности. Для выполнения этого условия на имеющейся площади необходимо расположить участки складирования, обеспечивающие достаточный запас изделий и материалов, необходимый для обеспечения бесперебойной работы, бытовые помещения, строительную технику с обеспечением зон безопасной работы между ними, бетононасосы, оборудование для приготовления и очистки бурового раствора, сборки арматурных каркасов и т.п. [16].

Фактическая площадь строительной площадки $F_{\text{ф}}$, м², определяется по формуле

$$F_{\text{ф}} = F_0 - (F_{\text{з.с}} + F_{\text{н.с}} + F_{\text{к}} + F_{\text{оп.з}}), \quad (1)$$

где F_0 – площадь участка, отведенного под строительства в пределах его ограждения; $F_{\text{з.с}}$ – площади, занятые существующими зданиями или сооружениями, включая заглубленные объекты; $F_{\text{к}}$ – то же надземных и подземных коммуникаций с учетом их охраняемых зон; $F_{\text{оп.з}}$ – площади, находящиеся в опасных зонах, препятствующих производству работ в них (например, зона в пределах эксплуатируемых наземных элементов метрополитена или железнодорожного полотна и т.п.).

Рассчитанное таким образом значение сравнивается с площадью, требуемой для рациональной организации строительного производства, значение которой определяется выражением

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{скл}} + F_{\text{б.г}} + F_{\text{м}} + F_{\text{оп.з}}^{\text{м}} + F_{\text{всп}}, \quad (2)$$

где $F_{\text{скл}}$ – площадь, необходимая для складирования материалов и конструкций участка; $F_{\text{б.г}}$ – то же для размещения бытового городка; $F_{\text{м}}$ – то же для установки строительных машин; $F_{\text{оп.з}}^{\text{м}}$ – площади, учитывающие возникновение опасных зон при работе машин; $F_{\text{всп}}$ – то же для размещения вспомогательных участков приготовления и очистки бурового раствора, сборки арматурных каркасов, складирования материалов и изделий.

Кроме того, при разработке строительных генеральных планов необходимо учесть, что в пределах границ участка работ необходимо обеспечить монтаж строительных машин (кранов, буровых установок и т.п.). Минимальные размеры таких площадок монтажа приведены в табл. 2.

Таблица 2

Минимальные размеры площадок, необходимые
для монтажа различных строительных машин

Table 1

Minimum sizes of sites required for installation
of various construction machines

Наименование машины	Минимальные размеры монтажных площадок в плане, м
Гусеничный кран РДК-250	37,5×37,5
Буровая установка SF-120	29×20
Буровая установка Bauer BG40	28×22
Установка вдавливания UCB-160	24×24
Установка вдавливания SUNWARD ZYJ240	25×24

С учетом формул (1) и (2) коэффициент внутренней стесненности строительной площадки определяется отношением

$$K_1^{\text{внутр}} = F_{\phi} / F_{\text{тр}}. \quad (3)$$

Это значение изменяется в пределах от 0 до 1. При $K_1^{\text{внутр}} = 0$ имеются особо стесненные условия, а при $K_1^{\text{внутр}} \geq 1$ – нормальные условия работ.

Если свайное поле примыкает непосредственно к существующим препятствиям, то часть элементов может находиться в пределах «мертвых зон» работ. Они преимущественно располагаются в примыкании к существующим конструкциям, в которых из-за габаритов машин отсутствует возможности погрузить или изготовить сваи (рис. 1). Эти зоны следует оценивать значениями следующего коэффициента:

$$K_2^{\text{внутр}} = (F_{\phi} - F_{\phi}^{\text{м.з}}) / F_{\phi}, \quad (4)$$

где F_{ϕ} – площадь фундамента в его пределах; $F_{\phi}^{\text{м.з}}$ – площадь фундамента, находящаяся в «мертвой зоне» работ.

Если по конструктивным особенностям возводимого здания нет возможности изменения положения свай в плане в пределах этих зон, при значениях $K_2^{\text{внутр}} < 1,0$ следует применять менее габаритные машины или выполнить их в проектном положении посредством бурения скважин под защитой глинистого раствора с последующим их заполнением бетонной смесью. Для этих целей рекомендуется применять малогабаритные буровые установки массой до 5 т типа СБУ 100ГА-500.

Для оценки показателей внешней стесненности следует обосновывать возможность завоза на объект строительных машин. При этом технологические сложности возникают при их транспортировании через существующие арочные проезды, которые необходимо проверять на соответствие размерами автопоездов (рис. 2). В связи с этим коэффициент внеплощадочной стесненности определяется следующим отношением:

$$K_3^{\text{внешн}} = (F_{\text{тран}}/F_{\text{пр}}), \quad (5)$$

где $F_{\text{тран}}$ – требуемая площадь транспортного поезда в наружных габаритах для доставки машин с учетом сохранения запаса по 0,5 м с каждой стороны и по высоте автопоезда; $F_{\text{пр}}$ – фактическая площадь проезда.

Рис. 1. План-схема определения возможности погружения свай вблизи существующих зданий: 1 – стены существующих зданий; 2 – зоны свайного поля с отсутствием возможности погружения элементов; 3 – самоходная установка вдавливания (буровые машины и т.п.); 4 – самоходный стреловой кран; 5 – проектное положение свай; А, Б – габаритные размеры «мертвых зон»
Fig. 1. Plan scheme of determining the possibility of driving piles near existing buildings: 1 – wall of existing buildings; 2 – zone of the pile field with no possibility of immersion elements; 3 – self-hodna installation of penetration (drilling machines etc); 4 – self-propelled boom crane; 5 – design position of the piles; A, B – dimensions of “dead zones”

При $K_3^{\text{внешн}} > 1,0$ или когда непосредственно на строительной площадке нет возможности для организации монтажа машин, необходимо рассматривать вариант их монтажа за пределами строительной площадки. Далее кран, копер или буровая установка своим ходом будут заезжать на площадку через существующий проезд (см. рис. 2, б). Если такое невозможно, следует применять менее габаритные машины.

Представленные рекомендации, основанные на расчетах показателей, характеризующих стесненность строительных площадок, позволяют оценить рациональные параметры различных способов производства работ. При этом их значения следует принимать как на основании рекомендации нормативных документов (см. табл. 1), так и с учетом проверки условий по формулам (1)–(5). Далее для различных вариантов способов следует выполнить оценку их технологичности с учетом показателей, представленных в табл. 3 [12].

Рис. 2. Технологические схемы определения возможности завоза машин на объект через существующие арочные проезды. Условные обозначения: *а, б* – при провозе машин на трале и своим ходом в транспортном положении соответственно; *1* – автомобильный трал; *2* – буровая установка
Fig. 2. Technological scheme of definition of possibility of delivery of cars through the existing arched passages. Legend: *a, b* – respectively for carriage of cars on the trawl and its course in transport position; *1* – road sweeper, *2* – drilling rig

Таблица 3

Технико-экономические показатели, определяющие выбор различных способов производства работ по устройству свайных фундаментов в стесненных условиях

Table 3

Technical economic indicators that determine the selection of different production methods for arrangement of pile foundations in cramped conditions

Наименование способа. Комплект механизации	Наименование показателей				
	Min площадь участка, м ²	Min приближение к существующей конструкции, м	Max несущая способность свай*, кН	Стоимость устройства свай длиной 28 м, тыс. руб.	Max производительность работ, п.м./см.
Погружение свай заводского изготовления					
Вдавливание	170–394	1,0–3,5	1200–1600	58,0–62,0	150
То же в рыхлен. грунта	190–410	То же	То же	–	100–140

Окончание табл. 3

Наименование способа. Комплект механизации	Наименование показателей				
	Min площадь участка, м ²	Min приближение к существующей конструкции, м	Max несущая способность свай*, кН	Стоимость устройства свай длиной 28 м, тыс. руб.	Max производи- тельность работ, п.м./см.
Устройство буровых свай					
Проходным шнеком	340	0,9	2500–2800	79,6	250
В обсадных трубах (св. 600 мм)	390–420	1,2–1,5	2000–2500	340,0	40
Под глинистым раствором	90	0,3–0,5	1800	113,2	40
Устройство набивных свай					
Вытеснения	322	0,9	2500–2800	77,2	200
Типа Фундекс	314	0,9	2500–2800	77,2	200
То же в рыхлен. грунта	340	0,9	2500–2800	–	180–190

Примечание: приведены значения несущей способности, полученные по результатам анализа результатов испытаний грунтов сваями статическими нагрузками в геологических разрезах с напластованиями слабых пород.

По итогам вышесказанного сформулируем следующие выводы:

1. В предлагаемой вниманию читателей статье представлены основные критерии выбора способов устройства свайных фундаментов в стесненных условиях городской застройки.
2. Представлены технологические факторы и степени их воздействия на массив грунта и конструкции ближайших зданий и сооружений.
3. Для указанных условий приводится методика выбора технологических параметров способов в зависимости от габаритов строительных машин (установок вдавливания, буровых машин и т.п.), требуемых площадей для размещения комплекта механизации, участков складирования, вспомогательного оборудования участков размещения бетонных заводов, отстойников шлама и т.п.
4. Приводятся таблицы со значениями различных конструктивно-технологических параметров, позволяющие осуществлять выбор способов.

Кроме того, следует отметить, что в каждом случае принимать решение о выборе способов устройства свайных фундаментов и ограждений котлованов следует на основании комплексного анализа инженерно-геологических особенностей участка строительства, конструктивных параметров зданий окружающей застройки, особенностей организации строительной площадки и прилегающих территорий.

В составе ППР следует обосновать мероприятия, направленные на обеспечение безопасности окружающей застройки, привести требование по сопровождению работ геотехническим мониторингом, в состав которого должен входить контроль осадков и ускорений колебаний конструкций фундаментов существующих зданий и сооружений.

Изложенный в статье материал позволяет сделать вывод об актуальности проведения дальнейших исследований зависимостей технологических параметров различных способов устройства свайных фундаментов в условиях городской застройки. Причем их следует вести не только в направлении развития методических основ расчетов, проводимых в известных геотехнических программных комплексах, но и с учетом анализа особенностей режимов работ, требований по организации процессов, характерных для различных видов механизации.

Такие исследования следует проводить на основании изучения особенностей современных технологий погружения свай заводского изготовления (при режимах вибрационного погружения или вдавливания), а также буронабивных способов как вытеснения, так и с извлечением грунта на поверхность (для описываемых в статье условий преимущественно под защитой обсадных труб или глинистого раствора).

Библиографический список

1. Верстов В.В., Гайдо А.Н., Иванов Я.В. Технология и комплексная механизация шпунтовых и свайных работ. – СПб.: Лань, 2012. – 288 с.
2. Мангушев Р.А., Конюшков В.В. Дьяконов И.П. Анализ практического применения завинчиваемых набивных свай // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2014. – № 5. – С. 11–16.
3. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). – СПб.: Георекострукция, 2010. – 208 с.
4. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. В.А. Ильичева, Р.А. Мангушева. – М.: АСВ, 2016. – 1040 с.
5. Геотехнический мониторинг жилого дома / А.Б. Пономарев, А.В. Захаров, С.А. Сазонова, С.В. Колошина, М.А. Безгодов, Р.И. Шенкман, Д.Г. Золотозубов // Жилищное строительство. – 2015. – № 9. – С. 41–45.
6. Прогнозирование деформаций оснований окружающей застройки с учетом технологической осадки / В.А. Ильичев, Р.А. Мангушев, Н.С. Никифорова, А.В. Коннов // Бюллетень строительной техники. – 2017. – № 6. – С. 68–69.
7. Парамонов В.Н. Факторы риска при устройстве подземных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях // Жилищное строительство. – 2009. – № 2. – С. 35–37.
8. Пономарев А.Б., Колошина С.В. Наиболее значимые факторы строительства при возведении зданий в стесненных условиях // Изв. Орлов. гос. техн. ун-та. Строительство и транспорт. – 2007. – № 1-13. – С. 7–10.
9. Сахаров И.И., Лыкова Н.И. Расчет подземных сооружений, возводимых в условиях тесной городской застройки // Жилищное строительство. – 2009. – № 2. – С. 19–21.
10. Сотников С.Н., Симагин В.Г., Вершинин В.П. Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих зданий и сооружений (опыт строительства в условиях Северо-Запада СССР) / под ред. С.Н. Сотникова. – М.: Стройиздат, 1986. – 96 с.
11. Устройство системы вертикальных и горизонтальных геотехнических барьеров при строительстве высотных зданий на слабых грунтах / О.А. Маковецкий, С.С. Зуев, М.А. Тимофеев, С.Ф. Селетков, В.И. Травуш // Жилищное строительство. – 2016. – № 9. – С. 40–44.
12. Гайдо А.Н. Цели и задачи исследований технологических решений устройства фундаментов многоэтажных зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров. – 2011. – № 4 (29). – С. 81–90.
13. Курочкин А.И. Методика определения оптимального варианта механизации строительно-монтажных работ при реконструкции объектов // Промышленное и гражданское строительство. – 1997. – № 2. – С. 40–42.
14. Горячев О.М., Бунькин И.Ф. Организационно-технические основы возведения жилых зданий в стесненных условиях // Механизация строительства. – 2004. – № 1. – С. 6–7.

15. Седов Д.В. Факторы стесненности в условиях плотной городской застройки // Вестник Моск. гос. строит. ун-та. – 2010. – № 4. – С. 171–174.

16. Практический опыт разработки проекта производства работ по строительству удерживающих сооружений в Сочи / Л.М. Колчеданцев, А.Д. Дроздов, Г.В. Ряполова, М.А. Цыганкова // Жилищное строительство. – 2016. – № 1-2. – С. 41–46.

References

1. Verstov V.V., Gaido A.N., Ivanov Ia.V. Tekhnologiya i kompleksnaya mekhanizatsiya shpuntovykh i svainykh rabot [Technology and complex mechanization of works on pile driving and sheet piles]. Saint Petersburg, Lan, 2012, 228 p.

2. Mangushev R.A., Koniushkov V.V. D'iakonov I.P. Analiz prakticheskogo primeneniya zavinchivaemykh nabivnykh svai [Analysis of practical application of screwed piles]. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*, 2014, no. 5, pp. 11-16.

3. Ulitskii V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. gid po geotekhnike (putevoditel' po osnovaniyam, fundamentam i podzemnym sooruzheniyam) [Guide to geotechnical engineering (a guide to the grounds, foundations and underground structures)]. Saint Petersburg, Georekonstruktsiya, 2010, 208 p.

4. Spravochnik geotekhnika. Osnovaniya, fundamenty i podzemnye sooruzheniya [Directory geotechnics. Bases, foundations and underground structures]. Moscow, ASV, 2014, 728 p.

5. Paramonov V.N. Faktory riski pri ustroistve podzemnykh sooruzhenii v slozhnykh inzhenerno-geologicheskikh usloviyakh [Factors risks when the device of underground structures in difficult engineering-geological conditions]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2009, no. 2, pp. 35-37.

6. Ponomarev A.B., Zakharov A.V., Sazonova S.A., Kaloshina S.V., Bezgodov M.A., Shenkman R.I., Zolotozubov D.G. Geotekhnicheskii monitoring zhilogo doma [Geotechnical monitoring of a residential building]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2015, no. 9, pp. 41-45.

7. Il'ichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S., Konnov A.V. Prognozirovaniye deformatsii osnovanii okruzhaiushchei zastroiki s uchetom tekhnologicheskoi osadki [Forecasting of deformations of grounds surrounding buildings taking into account technological precipitation]. *Biulleten' stroitel'noi tekhniki*, 2017, no. 6, pp. 68-69.

8. Ponomarev A.B., Koloshina S.V. Naibolee znachimye faktory stroitel'stva pri vozvedenii zdaniy v stesnennykh usloviyakh [The most significant factors of the construction during the construction of buildings in cramped conditions]. *Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i transport*, 2007, no.1-13, pp. 7-10.

9. Sakharov I.I., Lykova N.I. Raschet podzemnykh sooruzhenii, vozvodimyykh v usloviyakh tesnoi gorodskoi zastroiki [Calculation of underground structures constructed in a dense urban environment]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2009, no. 2, pp. 19-21.

10. Sotnikov S.N., Simagin V.G., Vershinin V.P. Proektirovaniye i vozvedeniye fundamentov vblizi sushchestvuyushchikh zdaniy i sooruzhenii (opyt stroitel'stva v usloviyakh Severo-Zapada USSR) [Design and construction of foundations near existing buildings and structures (experience building in the North-West of the USSR)]. Moscow, Stroiizdat, 1986. 96 p.

11. Makovetskii O.A., Zuev S.S., Timofeev M.A., Seletkov S.F., Travush V.I. Ustroistvo sistemy vertikal'nykh i gorizontal'nykh geotekhnicheskikh bar'erov pri stroitel'stve vysoknykh zdaniy na slabyykh gruntakh [The system's vertical and horizontal geotechnical barriers in the construction of high-rise buildings on soft soils] *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2016, no. 9, pp. 40-44.

12. Gaydo A.N. Tseli i zadachi issledovaniia tekhnologicheskikh reshenii ustroistva fundamentov mnogoetazhnykh zdaniy i sooruzhenii [The goals and objectives of the research technological solutions of foundations of high-rise buildings and structures]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2011, no. 4(29), pp. 81-90.

13. Kurochkin A.I. Metodika opredeleniia optimal'nogo varianta mekhanizatsii stroitel'no-montazhnykh rabot pri rekonstruktsii ob"ektov [The method of determining the optimal variant of mechanization of construction and erection works for reconstruction of objects]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 1997, no. 2, pp. 40-42.

14. Goriachev O.M., Bun'kin I.F. Organizatsionno-tekhnicheskie osnovy vozvedeniia zhilykh zdaniy v stesnennykh usloviakh [Organizational and technical basis for the construction of residential buildings in cramped conditions]. *Mekhanizatsiia stroitel'stva*, 2004, no. 1, pp. 6-7.

15. Sedov D.V. Faktory stesnennosti v usloviakh plotnoi gorodskoi zastroiki [Factors for tightness in the conditions of dense city construction]. *Vestnik MGSU*, 2010, no. 4, pp. 171-174.

16. Kolchedantsev L.M., Drozdov A.D., Riapolova G.V., Tsygankova M.A. Prakticheskii opyt razrabotki proekta proizvodstva rabot po stroitel'stvu uderzhivaiushchikh sooruzhenii v Sochi [Practical experience in the development of the project of manufacture of works on construction of retaining structures in SOCHI]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2016, no. 1-2, pp. 41-46.