**ВЕСТНИК ПНИПУ.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА
Т. 7, № 2, 2016
PNRPU BULLETIN
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE
<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>**

DOI: 10.15593/2224-9826/2016.2.09

УДК 624.05: 624.15

СПОСОБ УСТРОЙСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ ФУНДАМЕНТОВ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Б.Г. Ким¹, М.А. Степанов², Д.В. Волосюк¹

¹Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия

²Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, Тюмень, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 14 февраля 2016
Принята: 09 марта 2016
Опубликована: 30 июня 2016

Ключевые слова:

комбинированный фундамент, ленточный фундамент, свая, опрессовка, грунтовое основание, технология строительства, контактный слой, иньектор

АННОТАЦИЯ

Согласно своду правил СП 24.13330 комбинированным называется фундамент, состоящий из железобетонной плиты и свай, совместно передающих нагрузки на основание. В таких фундаментах нагрузка от здания на основание распределяется за счет взаимодействия «свая – грунт», «свая – свая», «плита – грунт», «плита – свая», и при производстве земляных и подготовительных работ важно обеспечить выполнение проектных решений. В статье рассмотрен способ устройства комбинированных фундаментов в зимний период в условиях г. Тюмени. Фундаменты возводились в период с декабря 2013 г. по март 2014 г. Участок строительства располагался в черте города и характеризовался высоким уровнем грунтовых вод, а также наличием сильноопучинистых грунтов. За время проведения работ температура воздуха изменялась от -39°C в конце января до $+7^{\circ}\text{C}$ в середине марта. Градиент изменения суточных температур за все время производства работ достигал $\Delta T = 46^{\circ}\text{C}$. В ходе производства земляных (разработка котлована) и свайных (забивка свай) работ грунтовое основание было заморожено в водонасыщенном состоянии, а контактный слой грунта механически поврежден. Предложенные авторами мероприятия по восстановлению контактного слоя «фундамент – грунтовое основание» предусматривали иньектирование цементного раствора через трубы-иньекторы в пустоты (полости), образовавшиеся под ленточными ростверками, и в пустоты подготовки из щебня. Предлагаемый способ может быть использован при устройстве комбинированных плитно-свайных фундаментов и свайных фундаментов с низким ростверком. Способ позволяет эффективно ликвидировать последствия просадки пучинистых грунтов при их оттаивании, а также устранить последствия расструктурирования грунта основания, возникающего по причине метеорологических воздействий, воздействия грунтовых вод, динамического воздействия механизмов и ошибок строителей в процессе производства земляных работ.

© ПНИПУ

© **Ким Борис Григорьевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, заслуженный строитель России, e-mail: kim_bg@mail.ru.

Степанов Максим Андреевич – кандидат технических наук, ассистент, e-mail: maxim_stepanov@inbox.ru.

Волосюк Денис Викторович – аспирант, e-mail: volosyuk_dv@tgasu.ru.

Boris G. Kim – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department, Honored Builder of Russia, e-mail: kim_bg@mail.ru.

Maksim A. Stepanov – Ph.D. in Technical Sciences, Assistant, e-mail: maxim_stepanov@inbox.ru.

Denis V. Volosiuk – Postgraduate Student, e-mail: volosyuk_dv@tgasu.ru.

WINTER SEASON CONSTRUCTION MODE OF COMBINED FOUNDATION

B.G. Kim¹, M.A. Stepanov², D.V. Volosiuk¹

¹Vladimir State University named after Alexandr and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russian Federation

²Tiumen State University of Architecture and Civil Engineering, Tiumen, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 14 February 2016

Accepted: 09 March 2016

Published: 30 June 2016

Keywords:

combined foundation, strip foundation, pile, pressing, ground base, building method, contact layer, injector

ABSTRACT

According to code SP 24.13330, combined foundation is reinforced concrete slab and piles, which transmit a load on ground base together. That foundations transmit a load by means of “pile – soil”, “pile – pile”, “slab – soil”, “slab – pile” interaction. And it's a very important to take care of design concept during site preparation and excavation works. The paper describes winter season construction mode of combined foundation in Tyumen. Construction period was from December 2013 to March 2014. The construction site is within the city limits. And there are high water table and strongly swollen soil on the construction site. For the time of zero cycle work air temperature changed from – 39 °C in the end of January to +7 °C in the middle of March. The temperature gradient for the time of zero cycle work was $\Delta T = 46$ °C. For the time of zero cycle excavation and pile-driving works the ground base was freezed in water-inundated condition and the ground base contact layer was mechanically damaged. The authors proposed contact layer “foundation – ground base” recovery operation. The operation consists of cement mortar injection to bugholes under slab and in gravel and concrete layer. This method could be use in construction mode of combined slab-pile foundation and deep-grid pile foundation. This method effectively liquidates sagging consequences of swollen soil and recovery soil structure after different damage, such as meteorically influence, ground base water influence, dynamic influence of the machinery and builder mistakes during zero cycle works.

© PNRPU

Принцип работы комбинированных фундаментов заключается в восприятии общей нагрузки от здания и передаче ее на основание всеми конструкциями фундамента [1–3]. Таким образом, например, при проектировании плитно-свайного фундамента необходимо обеспечить включение плиты ростверка в совместную со сваями работу, а при организации производства земляных и подготовительных работ необходимо обеспечить выполнение проектных решений.

1. Особенности устройства грунтовых оснований в зимний период

Значительная часть России расположена в зонах с продолжительной и суровой зимой. Традиционно подготовку грунтовых оснований и устройство на них фундаментов пытаются производить при положительных температурах воздуха. В строительных нормах (СП 22.13330, СП 45.13330) приведены требования по необходимости сохранения природной структуры грунтов в контактном слое, недопущения промораживания и расструктурирования грунтового основания в результате механических, гидрометеорологических воздействий. Однако в некоторых случаях, в соответствии с планами инвестиционных проектов или задержек в процессе строительства, могут возникать ситуации, когда возведение подземной части здания должно быть произведено в зимний или межсезонный период, сопровождающийся атмосферными осадками (дождь, снег), суточным градиентом знакопеременных температур. В таких случаях при разработке проекта производства работ следует учитывать, что водонасыщенные глинистые грунты являются пучинистыми при промерзании и просадочными при оттаивании. В толще

промерзшего грунта возникают линзы и прослойки льда, иногда толщиной до нескольких десятков сантиметров, и наблюдаются процессы морозного пучения [4–6]. В процессе промерзания и последующего оттаивания значительно снижается их прочность и увеличивается сжимаемость.

Исследованием технологии защиты (предохранения) грунтов от промерзания занимались М.Ю. Абелев, К.М. Абелев, П.А. Коновалов, О.М. Теличенко, Г.М. Бадьин, Л.Д. Акимова, Н.Г. Аммосов, О.О. Литвинов, С.С. Атаев, Н.Д. Золотницкий, В.А. Бондарик, И.Н. Громов, А.Д. Кирнев, Г.В. Несветаев [7–11] и др.

В процессе производства работ грунт стенок и дна котлована должен быть защищен от промерзания на период выполнения нулевого цикла – от земляных работ до обратной засыпки или утепления подвала, что позволит исключить промораживание основания. Разработка котлована при отрицательных температурах может выполняться участками с недобором грунта такой толщины, при которой не произойдет промерзание грунта в уровне подошвы фундамента. В этом случае целесообразно площадь захватки выбирать таким образом, чтобы устройство фундаментов на ней было выполнено за одну-две смены, что является возможным только для сборных фундаментов [7, 8].

В других случаях, когда котлован вскрывается до проектной отметки, основание защищают от промерзания *теплоизоляционными покрытиями*, которые выполняются путем засыпки слоя торфа, опилок, стружки, шлака, древесной листвы, сена, сухой мох, соломы, камышита и других местных дешевых материалов, а также путем укладки утепляющих матов (современные рулонные и листовые утеплители, пенопласт, соломенные и шлаковатные маты).

Укрытие с воздушной прослойкой [9] позиционируется как более эффективный способ защиты грунтов от промерзания. Способ предполагает укладку по поверхности лежней (толщиной 8–10 см), на которые укладывают горбыли (ветки, камыш), а затем сверху устраивают теплоизоляционный слой толщиной 15–20 см.

В качестве теплоизоляционного материала эффективно использовать *быстротвердеющие пены*, наносимые на поверхность грунта. Такие пены в результате процесса полимеризации быстро твердеют, обладают высокой пористостью и в затвердевшем состоянии хорошо предохраняют грунт от промерзания.

В качестве пенообразующих веществ могут применяться водные растворы мочевиноформальдегидной (карбамидной) смолы (МФС) или смолы других марок («Крепитель», М-2, МФ-17, КС-МО, УКС, КФ25-ВС и др.), поверхностно-активные вещества (ПАВ), катализатор отверждения (раствор соляной или ортофосфорной кислоты) и пенообразователи (Е-3, ПО-1, ПО-6к, сульфонол, морлон и др.).

Плотность затвердевшей пены достигает 40 кг/м^3 , прочность может достигать 60 кПа. Такие пены не токсичны, не горючи и устойчивы к воздействию неблагоприятных погодных условий. Покрытия из полимерной пены позволяют снизить глубину промерзания грунта до 5–6 раз, и при этом температура грунта в 8–9 раз выше, чем в обычных условиях [10].

Снегозадержание является наиболее экономичным способом предохранения грунта от глубокого промерзания. Коэффициент теплопроводности рыхлого снега в 7–10 раз меньше, чем у грунта естественной влажности. Слоем 1–1,5 м, искусственно задерживаемым или нагребаемым, можно с минимальными затратами надежно предохранить от промерзания площади любых размеров.

Химическим способом защиты грунтов основания от промерзания является засоление, при котором используется хлористый кальций (CaCl_2 , хлорид кальция, ГОСТ 450) или хлористый натрий (NaCl , хлорид натрия, ГОСТ 4233). Способ применяется в условиях южной и средней полосы страны при температурах поверхности грунта до -15°C . Засоление выполняют путем укладки соли на очищенную поверхность грунта либо путем полива основания соляным раствором, а также инъектированием соляного раствора в глинистые грунты [11].

При относительно небольших размерах котлованов либо при посекционном (с выполнением рабочих швов) устройстве котлованов и фундаментов используют *тепляки*, которые не дают основанию промерзнуть и служат для производства опалубочных, арматурных и бетонных работ.

Подготовка оснований под фундаменты должна выполняться с заблаговременным и постоянным понижением уровня грунтовых вод (УГВ). Все вышеописанные мероприятия для защиты оснований от промерзания должны немедленно выполняться после выемки грунта. Однако, как показывает строительная практика, при фактическом производстве работ такие мероприятия не всегда являются эффективными, а зачастую они трудновыполнимы ввиду различных организационно-технологических обстоятельств [12].

2. Устройство комбинированного фундамента с применением способа восстановления контактного слоя «фундамент – грунтовое основание»

При разработке организационно-технологической документации на устройство комбинированных фундаментов следует уделять особое внимание защите грунтов от промерзания и сохранению их природной структуры, а в работе [13] отмечается, что такие мероприятия должны являться частью проекта. Ухудшение физико-механических характеристик грунта в контактном слое «фундамент – грунтовое основание» может приводить к «позднему» включению в работу плитной части фундамента, что сопровождается сверхнормативными и неравномерными осадками здания.

Авторами предлагается способ устройства комбинированных фундаментов в зимний период с применением способа восстановления контактного слоя «фундамент – грунтовое основание», который был апробирован на одном из строящихся объектов, включающем два 22-этажных жилых дома (ГП-1.1, ГП-1.2), в г. Тюмени.

Район строительства характеризуется продолжительной холодной и снежной зимой (минимальная температура может достигать -45°C). Первые заморозки начинаются в конце октября – начале ноября, и к концу ноября образуется устойчивый снежный покров. Максимальная глубина промерзания грунтов зависит от суровости и снежности зимы и может достигать от 58 до 182 см, при этом полное оттаивание почв происходит в конце апреля – начале мая.

Производство работ нулевого цикла согласно календарному плану было начато во второй половине декабря 2013 г. и закончено в конце марта 2014 г. За время проведения работ температура воздуха изменялась от -39°C в конце января и до $+7^\circ\text{C}$ в середине марта (рис. 1). Градиент изменения суточных температур за все время производства работ достигал $\Delta T = 46^\circ\text{C}$.

Подземная часть здания состояла из коробчатого плитно-свайного фундамента, заложенного на глубину 2,5 м относительно дневной поверхности, при этом глубина

установившегося уровня грунтовых вод составляет 1,8–2,4 м с возможными сезонными колебаниями уровня грунтовых вод с амплитудой до 0,5 м. Высокий уровень грунтовых вод обуславливал необходимость проведения мероприятий по понижению УГВ на период выполнения работ нулевого цикла. Подрядной организацией водопонижение выполнялось открытым способом из водосборных приемков, расположенных в углах котлованов (рис. 2).

Рис. 1. Графики изменения температуры воздуха в период производства работ нулевого цикла на ГП-1.1 и ГП-1.2

Fig. 1. Air temperature curve of zero cycle procedure on the construction site

Рис. 2. Водосборный приемок в углу котлована на ГП-1.2

Fig. 2. Sump in the foundation trench corner on the construction site

В ходе производства земляных (разработка котлована) и свайных (забивка свай) работ грунтовое основание было заморожено в водонасыщенном состоянии ввиду того, что мероприятия по водопонижению в зимний период не всегда осуществлялись эффективно [14]. Поверхность котлована дополнительно увлажнялась атмосферными осадками в виде снега и мокрого снега. Для уменьшения влияния указанных факторов в проекте производства работ по подготовке основания величина недобора грунта («защитный слой») принималась равной 30 см. Однако в процессе забивки свай копром на гусеничном ходу, а также в ходе подтаскивания свай трубоукладчиком на гусеничном ходу

к месту забивки был нарушен «защитный» грунтовый слой котлована местами на глубину до 30–40 см (рис. 3, 4). Необходимо отметить, что слой грунта, залегающий под подошвой фундамента, согласно данным инженерно-геологических изысканий относился к сильнопучинистым ($S_r > 0,9$).

Рис. 3. Нарушение природной структуры грунтов при подготовке грунтового основания
Fig. 3. Natural soil structure damage in ground base preparation process

Рис. 4. Нарушение природной структуры грунтов при подтаскивании свай
Fig. 4. Natural soil structure damage in pile hauling process

Таким образом, уже при производстве земляных свайных работ стало ясно, что без проведения дополнительных мероприятий фундамент и само здание в весенний период при оттаивании грунтов получают чрезмерную и, очевидно, неравномерную осадку.

Своевременно и оперативно были разработаны и предложены заказчику мероприятия по восстановлению контактного слоя «фундамент – грунтовое основание», позволяющие без остановки строительства повысить устойчивость комбинированных фундаментов, возводимых в зимнее время на грунтах пучинистых при промерзании и просадочных – при оттаивании. Мероприятия предусматривали инъектирование цементного раствора через трубы-инъекторы в пустоты (полости), образовавшиеся под ленточными ростверками, и в пустоты подготовки из щебня [15].

На этапе подготовительных работ при устройстве щебеночной и бетонной подготовки в них устраивались отверстия, в которые на этапе арматурных работ устанавливались инъекторы (всего 150 шт.) (рис. 5, 6).

Нагнетание раствора происходило через инъекторы, выполненные из металлической трубы ($\varnothing 57$ мм, $L = 1350$ мм), расположенные в теле бетона ростверков. Длину трубы-инъектора подбирали таким образом, чтобы ее верхняя часть была выше верхнего обреза фундамента на 100–150 мм. В нижней части инъектора выполняется перфорация по периметру трубы, которая закрывается резиновой манжетой (рис. 7). Таким образом, перфорированная часть инъектора расположена в одном уровне со щебеночной подготовкой. Для недопущения замоноличивания перфорации и резиновой манжеты при бетонировании ростверка отверстия в подготовках засыпают зернистым заполнителем (песок, мелкий щебень или гравий). При производстве работ по устройству фунда-

мента и вышележащих конструкций необходимо в верхней части защитить трубы-инъекторы от попадания строительного и бытового мусора, строительных растворов и бетонов, посторонних предметов.

Инъекторы в ростверках относительно внешних стен располагались с внутренней стороны подвала (рис. 8), что позволило производить работы по восстановлению контактного слоя из подвала после выполнения обратной засыпки пазух котлована.

Рис. 5. Расположение инъектора в щебеночной и бетонной подготовках под фундамент
Fig. 5. Injector placing in the gravel and concrete layer of foundation

Рис. 6. Инъекторы в ростверке фундамента
Fig. 6. Injector in the foundation slab

Рис. 7. Конструкция инъектора
Fig. 7. Injector scheme

Рис. 8. Расположение инъекторов на плане фундамента
Fig. 8. Injector placing on the foundation plan

После оттаивания грунтов основания, сопровождающегося просадочными процессами, производилось восстановление контактного слоя «фундамент – грунтовое основание» в следующей технологической последовательности:

– в трубу-инъектор подавался пакер, соединенный с насосной станцией посредством гибкого шланга;

– производилось нагнетание цементного раствора в трубу-инъектор. При поступлении раствора в трубу она заполнялась, затем резиновая манжета под давлением растягивалась и через инъекционные отверстия происходило распространение цементного раствора и заполнение им образовавшихся под фундаментом пустот (полостей);

– после окончания нагнетания пакер вынимался из трубы-инъектора, после чего происходило твердение и набор прочности цементного раствора.

При необходимости часть трубы, расположенная выше обреза фундамента, срезается. После твердения цементного раствора в пустотах совместно со щебнем подготовки происходило восстановление контактного слоя «фундамент – грунтовое основание».

При производстве работ давление нагнетания раствора принято в диапазоне до 50 кПа, что позволяет цементному раствору ламинарно распространяться в пустотах и полостях. В качестве раствора использовалась смесь из воды и цемента с В/Ц = 0,6 и добавкой водного раствора силиката натрия ((Na₂O(SiO₂)_n) в размере 2 % от массы раствора. Расчетный объем раствора составил 55,6 м³, его можно рассчитать по формуле

$$V_{\text{раств}} = V_{\text{щеб.подг}} \cdot k_1 \cdot k_2,$$

где $V_{\text{раств}}$ – расчетный объем раствора, м³; $V_{\text{щеб.подг}}$ – объем подготовки из щебня, м³; k_1 – коэффициент, определяющий пустотность щебня, д.ед; k_2 – коэффициент, определяющий объем пустот (полостей) при просадке грунта, д.ед. Определяется на основе натурных наблюдений за просадкой грунта при оттаивании либо по результатам расчетов.

Способ восстановления контактного слоя «фундамент – грунтовое основание» защищен патентом на изобретение Российской Федерации [16] и может быть использован при устройстве комбинированных плитно-свайных фундаментов и свайных фундаментов с низким ростверком.

Способ позволяет эффективно ликвидировать последствия просадки пучинистых грунтов при их оттаивании, а также устранить последствия расструктурирования грунта основания, возникающего по причине метеорологических воздействий, воздействия грунтовых вод, динамического воздействия механизмов и ошибок строителей в процессе производства земляных работ, что, в свою очередь, обеспечивает полное включение ростверка в работу с основанием.

Библиографический список

1. Hanisch J., Katzenbach R., König G. Kombinierte Pfahl-Plattengründung // Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis «Pfähle» der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT). – Ernst & Sohn, 2002.
2. Poulos H.G. Piled-raft foundations – design and applications // Geotechnique. – 2001. – Vol. 50, № 2. – P. 95–113.
3. Lutz B., Morauf D., Scheffler J. Kombinierte Pfahl-Plattengründungen Modellversuche und Berechnungen // FGeoBAU. – Berlin, 2010. – Bd. 1. – P. 107–115.
4. Кудрявцев С.А., Сахаров И.И., Парамонов В.Н. Промерзание и оттаивание грунтов. Практические примеры и конечно-элементные расчеты / Группа компаний «Геореконструкция». – СПб., 2014. – 420 с.
5. Орлов В.О., Дубнов Ю.Д., Меренков Н.Д. Пучение промерзающих грунтов и его влияние на фундаменты сооружений. – Л.: Стройиздат, 1977. – 183 с.

6. Денисов Н.Я. О природе деформаций глинистых грунтов. – М., 1951. – 200 с.
7. Абелев К.М. Особенности технологии устройства оснований и фундаментов гражданских зданий на слабых водонасыщенных глинистых грунтах: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08. – М., 2002. – 215 с.
8. Абелев К.М. Особенности разработки проекта производства работ при строительстве на слабых водонасыщенных грунтах // Объединенный научный журнал. – 2001. – № 11. – С. 50–53.
9. Теличенко О.М., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология строительных процессов: учеб. для строит. вузов: в 2 ч. Ч. 1. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 392 с.
10. Технология строительного производства: учебник для вузов / Л.Д. Акимова, Н.Г. Аммосов, Г.М. Бадьин [и др.]; под ред. Г.М. Бадьиной, А.В. Мещанинова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Стройиздат (Ленингр. отд-ние), 1987. – 606 с.
11. Технология строительного производства / под ред. О.О. Литвинова, Ю.И. Беякова. – К.: Вища школа, 1984. – 479 с.
12. Система геотехнического консалтинга на всех этапах жизненного цикла недвижимости в пучинистых грунтах / О.З. Халимов, И.О. Халимов, А.В. Житинев, Д.У. Сагалаков // Материалы Второго международного симпозиума по проблемам земляного полотна в холодных регионах: / под ред. проф. А.Л. Исакова и проф. Ц.К. Лю. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2015. – С. 152–159.
13. Шулятьев О.А. Фундаменты высотных зданий // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 4. – С. 203–245.
14. Ким Б.Г., Волосюк Д.В. Технология устройства профилированного дна котлована в зимних условиях при высоком уровне грунтовых вод // Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. / ТюмГАСУ. – Тюмень, 2014. – Т. I. – С. 28–31.
15. Волосюк Д.В. Устройство комбинированных фундаментов в зимнее время // Вестник Тюменского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 2. – С. 17–20.
16. Патент РФ № 2015100469/03, 10.12.2015 / Пронозин Я.А., Степанов М.А., Волосюк Д.В. Способ восстановления контактного слоя «фундамент – грунтовое основание» // Патент России № 2572477. 2016. Бюл. № 1.

References

1. Hanisch J., Katzenbach R., König G. Kombinierte Pfahl-Plattengründung. *Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis «Pfähle» der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT)*. Ernst & Sohn, 2002.
2. Poulos H.G. Piled-raft foundations – design and applications. *Geotechnique*, 2001, vol. 50, no. 2, pp. 95–113.
3. Lutz B., Morauf D., Scheffler J. Kombinierte Pfahl-Plattengründungen Modellversuche und Berechnungen. *FGeoBAU*. Berlin, 2010, Bd. 1, pp. 107–115.
4. Kudriavtsev S.A., Sakharov I.I., Paramonov V.N. Promerzanie i ottaivanie gruntov. *Prakticheskie primery i konechno-elementnye raschety* [Freezing and thawing of soils. Practical exam-

ples and finite element calculations]. Saint-Petersburg: Gruppa kompanii “Georekonstruktsiia”, 2014, 420 p.

5. Orlov V.O., Dubnov Iu.D., Merenkov N.D. Puchenie promerzaiushchikh gruntov i ego vliianie na fundamente sooruzhenii [The heaving of frozen soils and its impact on foundations of structures]. Leningrad: Stroiizdat, 1977. 183 p.

6. Denisov N.Ia. O prirode deformatsii glinistyykh gruntov [On the nature of deformation of clayey soils]. Moscow: 1951. 200 p.

7. Abelev K.M. Osobennosti tekhnologii ustroistva osnovanii i fundamentov grazhdanskikh zdaniy na slabyykh vodonasyschennykh glinistyykh gruntakh [Technology features of the device of the bases and foundations of civil buildings on soft water-saturated clay soils]. Ph.D. Thesis., Moscow, 2002. 215 p.

8. Abelev K.M. Osobennosti razrabotki proekta proizvodstva rabot pri stroitel'stve na slabyykh vodonasyschennykh gruntakh [Features of the development of the project of construction operations in construction on weak water-saturated soils]. *Ob"edinennyi nauchnyi zhurnal*, 2001, no. 11, pp. 50-53.

9. Telichenko O.M., Terent'ev O.M., Lapidus A.A. Tekhnologiya stroitel'nykh protsessov: v 2 chastyakh. Chast' 1 [Technology of construction processes]. Moscow: Vysshaya shkola, 2005. 392 p.

10. Akimova L.D., Ammosov N.G., Bad'in G.M. Tekhnologiya stroitel'nogo proizvodstva [Technology of building production]. Ed. G.M. Bad'in, A.V. Meshchaninov. Leningrad: Stroiizdat, 1987. 606 p.

11. Tekhnologiya stroitel'nogo proizvodstva [Technology of building production]. Ed. O.O. Litvinov, Iu.I. Beliakov. Kiev: Vishchaia shkola, 1984. 479 p.

12. Khalimov O.Z., Khalimov I.O., Zhitinev A.V., Sagalakov D.U Sistema geotekhnicheskogo konsaltinga na vseh etapakh zhiznennogo tsikla nezhvizhimosti v puchinistyykh gruntakh [System geotechnical consultancy at all stages of the life cycle of real estate in heaving soils]. *Materialy Vtorogo mezhdunarodnogo simpoziuma po problemam zemliannogo polotna v kholodnykh regionakh*. Ed. A.L. Isakov, Ts.K. Liu. Novosibirsk: SGUPS, 2015, pp. 152-159.

13. Shuliat'ev O.A. Fundamente vysotnykh zdaniy [Foundations of high-rise buildings]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2014, no. 4, pp. 203-245.

14. Kim B.G., Volosiuk D.V. Tekhnologiya ustroistva profilirovannogo dna kotlovana v zimnykh usloviyakh pri vysokom urovne gruntovykh vod [The technology of the profiled bottom of the pit in winter conditions with a high groundwater level]. *Sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii “Aktual'nye problemy stroitel'stva, ekologii i energosberezheniya v usloviyakh Zapadnoi Sibiri”*. Tiumenskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet, 2014, pp. 28-31.

15. Volosiuk D.V. Ustroistvo kombinirovannykh fundamentov v zimnee vremya [Construction of composite foundations in winter]. *Vestnik Tiumenskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, 2015, no. 2, pp. 17-20.

16. Pronozin Ia.A., Stepanov M.A., Volosiuk D.V. Sposob vosstanovleniya kontaktnogo sloia “fundament – gruntovoe osnovanie” [Way of restoration of a contact layer “the base – the soil basis”]. *Patent Rossiiskaia Federatsiia № 2015100469/03, 10.12.2015*.