

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

УДК 624.54.1

DOI: 1017673/Vestnik.2017.01.7

В.Н. БАБАЕВ
Л.Р. СТАВНИЦЕР
В.В. БЕЛЯЕВ

УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЯ «ЦВЕТНОЙ МИР» ЗАДАВЛИВАЕМЫМИ СВАЯМИ

UNDERPINNING OF THE COLUMNAR BUILDING «TSVETNOY MIR» BY SUPRESSED DRIVING PILES

В статье приведен пример усиления фундаментов в реконструируемом здании путем вдавливания свай. Особенностью описанного случая является продолжение эксплуатации здания исторической застройки города Москвы в период производства работ. Показаны основные конструктивные решения узлов, обеспечивающих возможность погружения свай. Рассмотрены базовые аспекты применяемой технологии. Показано, что в ряде случаев существует возможность усиления фундаментов эксплуатируемого здания, что значительно снижает негативное влияние на усиливаемые конструкции в связи с минимизацией вибрационных воздействий на конструкции здания. Результаты семи циклов наблюдений показали суммарные осадки фундаментов здания в пределах 0,5-2,3 мм.

Ключевые слова: усиление фундаментов, задавливаемые сваи

The article gives an example of underpinning by suppressed driving piles in the reconstructed building «Tsvetnoy mir». The main feature of the situation is continuing operation of historic building in Moscow during the reconstruction works. The main structure units for pile works are shown. The basic aspects of the technology are discussed. It is shown that in some cases there is a possibility that significantly reduces the negative impact on the reinforcing design in connection with minimization of vibration effects on building construction. The results of seven cycles of observations have shown the total values of the foundations settlements in the range of 0.5-2.3 mm.

Keywords: underpinning, suppressed driving piles

Современное строительство в крупных мегаполисах ставит перед геотехниками большое количество инженерных задач. Одной из них является приспособление фундаментов существующих зданий к новым функциям при изменении назначения здания или при масштабной реконструкции. В ходе производства таких работ обычно существенно возрастают нагрузки на фундамент, что делает необходимым проведение работ по усилению оснований и фундаментов существующих зданий. При этом в современных условиях реконструкция часто должна проводиться в условиях продолжения эксплуатации здания, что вызывает дополнительные проблемы, которые должны быть решены при разработке геотехнической части проекта.

Существующие методы усиления оснований и фундаментов часто сопряжены с большим количеством факторов, затрудняющих эксплуатацию зданий в период усиления оснований и фундаментов. Это повышенные шумовые и динамические воздействия,

пыль при бурении и загрязненность помещений буровыми или бентонитовыми растворами в процессе производства работ. При производстве работ по струйной технологии происходит особенно существенный вынос пульпы в помещения, где проводятся работы. Это накладывает ограничения на выбор способа усиления фундаментов здания, которое продолжает эксплуатироваться в ходе производства работ.

В процессе производства работ при усилении фундаментов эксплуатируемого здания также возникает задача проведения качественного мониторинга. Его объем для эксплуатируемых зданий обычно превышает традиционные требования СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений», поскольку нахождение людей в здании в процессе производства работ требует более жесткого контроля. Измерение осадок зданий должно осуществляться чаще, чем при традиционном мониторинге. Для контроля уровня динамических воздействий в процессе производства работ НИИОСП им. Н.М. Герсе-

ванова (Москва) обычно проводится вибромониторинг [2], который помогает исключить технологии с повышенным воздействием на людей, остающихся в эксплуатируемом здании. Составление программы мониторинга для случаев сложной реконструкции – задача, которая должна решаться специализированными организациями с учетом всех особенностей производства работ.

Способ задавливания свай хорошо известен практикующим геотехникам, и имеется большое количество публикаций, освещающих те или иные аспекты используемой технологии [3–9]. В условиях производства работ в эксплуатируемом здании данный способ часто оказывается практически безальтернативным, поскольку шумовые воздействия и грязь при производстве работ сведены к минимуму. Работы осуществляются малогабаритным оборудованием в отведенное для производства работ время. Включение свай в работу происходит непосредственно после их погружения, что существенно снижает величину технологической осадки.

В рамках настоящей работы рассмотрены технологические и конструктивные аспекты усиления фундаментов здания манежа, находящегося на Цветном бульваре в Москве, где применение задавливаемых свай стало основным способом приспособления фундаментов к увеличению нагрузок на основание.

Реконструируемое здание

Здание манежа на Цветном бульваре переоборудовывается под новые задачи. Это здание исторической застройки Москвы, имеющее более чем 100-летнюю историю, было построено в 1880 г. Современный вид здания показан на рис. 1.

Здание бывшего манежа представляет собой бескаркасное двухэтажное строение без подвала с несущими кирпичными стенами. Перекрытие над первым этажом выполнено в виде монолитных железобетонных пологих сводов, опирающихся на монолитные железобетонные колонны. Покрытие выполнено из сборных железобетонных полнотелых плит, а также плит типа ПРТ, опирающихся на стальные шпренгельные фермы. Здание круглое в плане с внешним диаметром 41,00 м. Высота его основной части 30 м. Имеются двух- и пятиэтажные пристройки. В ходе обследования, выполненного непосредственно перед началом проектных работ, было установлено, что его конструкции находятся в удовлетворительном (работоспособном) состоянии. Соответственно допустимая величина дополнительной осадки здания составила 1,5 см, а относительной разности осадок – 0,0009.

В процессе эксплуатации здание неоднократно претерпевало техногенные воздействия и подвергалось

реконструкции. Все это следовало учитывать при оценке механического поведения здания после реконструкции.

В 1917 г. в здании манежа произошел пожар с обрушением перекрытий и образованием в его стенах вертикальных трещин с шириной раскрытия вверху до 5 см и затуханием книзу. После пожара здание не защищалось от атмосферных воздействий. В 1940–1941 гг. здание начали реконструировать и оно предназначалось под «Дворец тяжелой атлетики». Предполагалось возведение железобетонного купола, однако с началом Великой Отечественной войны строительные работы были приостановлены. В 1952 г. на месте бывшего здания манежа планировалось строительство здания гостиницы ВЦСПС, были начаты подготовительные работы. В 1956 г. была проведена реконструкция с приспособлением здания бывшего манежа под кинотеатр. После 1956 г. существенных работ по реконструкции надземной части здания не проводилось, кроме косметических ремонтов и перепланировок, не затрагивающих несущие конструкции. В 2004 г. было выполнено частичное усиление фундаментов с устройством железобетонных обойм.

В настоящий момент в связи с устройством новых перекрытий и перепрофилированием здания было предусмотрено устройство двух дополнительных межэтажных перекрытий. Таким образом, возрастают нагрузки на отдельные колонны здания и, соответственно, на основание. По проблемным колоннам нагрузка выросла в два раза.



Рис. 1. Общий вид здания на Цветном Бульваре

Осложняющим фактором для проведения работ по усилению фундаментов являлся тот факт, что помещение, используемое как кафе, должно в дневное время функционировать. Хозяином здания было выдвинуто условие, что производство работ допускается только в ночной период. В дневное время место

проведения работ должно быть закрыто специальным ограждением, чтобы минимально нарушать интерьер кафе.

Поскольку реконструкция здания носит комплексный характер, все работы были разбиты на несколько этапов. На первом из них необходимо выполнить усиление двух фундаментов, на каждый из которых, после возведения дополнительных перекрытий, будет передаваться суммарная вертикальная нагрузка в 5000 кН.

Геологическое строение участка

В геоморфологическом отношении участок расположен на древнеаллювиальной террасе и пойме реки Неглинка. Поверхность участка характеризуется абсолютными высотами в пределах 141,50–144,00 м.

Геолого-литологическое строение участка с обозначениями инженерно-геологических элементов представлено на прилагаемом разрезе (рис. 2). Площадка строительства является безопасной в карстово-суффозионном отношении. Характерной особенностью в геологическом строении является наличие толщи насыпных грунтов толщиной более 4 м, а также достаточно пестрое напластование песчаных и глинистых грунтов в верхней части разреза.

Фундаменты здания полностью прорезают слой насыпных грунтов. Под наружными стенами круглой части здания выполнены монолитные железобетонные ленточные фундаменты. Под монолитными железобетонными колоннами первого этажа здания выполнены столбчатые железобетонные фундаменты. Именно к этому типу относятся фундаменты, требующие усиления. Авторами проекта реконструкции с учетом расчета по второму предельному состоянию было установлено, что без усиления фундаменты могут воспринимать нагрузку 2400 кН. Характерно, что расчетом было установлено, что железобетонные колонны, опирающиеся на проблемные фундаменты, способны к восприятию нагрузки в 2300 кН и требовалось проведение работ по их усилению.

Технические решения по усилению фундаментов

Проектом изначально предполагалось выполнить усиление фундаментов путем задавливания свай. Первоначально техническое решение предусматривало выполнение бурения скважин через тело существующего фундамента на полную глубину. Для выполнения указанных работ требовалось

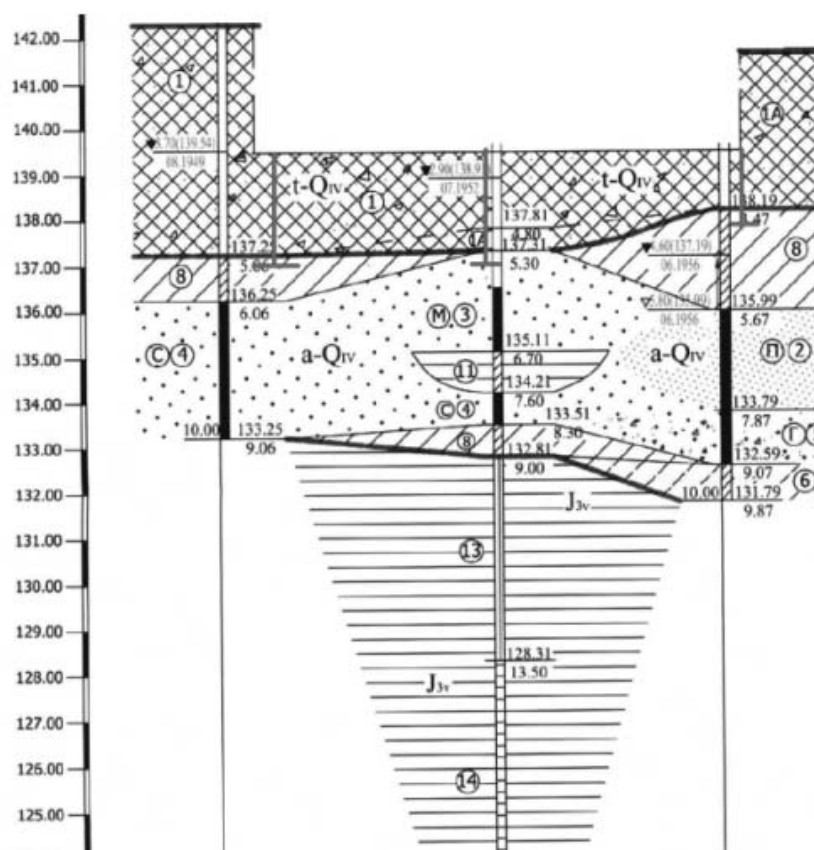


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез на участке реконструкции

использовать буровые коронки с алмазным напылением. Далее в пробуренные скважины, служащие направляющими кондукторами, предполагалось осуществлять вдавливание стальных труб до проектного усилия. Следует отметить, что с точки зрения производителя работ выполнение этой задачи является весьма сложной процедурой, в связи с тем что по рассматриваемым фундаментам ранее была выполнена железобетонная рубашка. Бурение насыщенного арматурой железобетона является весьма дорогостоящей процедурой. Кроме того, в процессе производства работ возникают сложности с обеспечением вертикальности пробуриваемых скважин в фундаменте.

В связи с производственными сложностями и высокой стоимостью предлагаемый вариант не был принят техническим заказчиком работ и было предложено найти альтернативные варианты усиления. Более рациональным был признан подход с созданием дополнительного силового элемента, объединенного с существующим фундаментом. Указанная конструкция силовой плиты имеет размеры 3,96х3,8 м, толщину 1,11 м. В устраиваемой конструкции была предусмотрена установка специальных гильз для последующего погружения свай. Закладная деталь выполняется из труб диаметром 273х6 мм, к которым приварены специальные анкерующие элементы.

При усилении сваями фундамента на естественном основании возникает проблема: какую часть из дополнительной нагрузки будут воспринимать устраиваемые сваи, а какую – существующие фундаменты. Указанная задача решалась в НИИОСП им. Н.М. Герсевича и ранее, а с появлением современных конечно-элементных комплексов ее решение стало доступным и для большинства проектировщиков. Проектное решение построено на основании моделирования в программном комплексе Plaxis таким образом, что устраиваемые сваи будут воспринимать 52 % нагрузки, передаваемой на основание после реконструкции. При этом каждая свая должна воспринимать нагрузку в 650 кН.

Предложенное техническое решение конструктивно оформляется следующим образом. В верхней части существующего столбчатого фундамента производится бурение горизонтальных скважин диаметром 24 мм на глубину 500 мм с шагом 200 мм в три ряда с каждой стороны (рис. 2). В эти скважины на химическом растворе заделываются горизонтальные анкеры диаметром 22 мм, к выпускам которых приваривается рабочая арматура силовой плиты и монтируется арматурный каркас. Обработка существующих поверхностей фундамента перед бетонированием является отдельным вопросом и в рамках настоящей статьи не рассматривается.

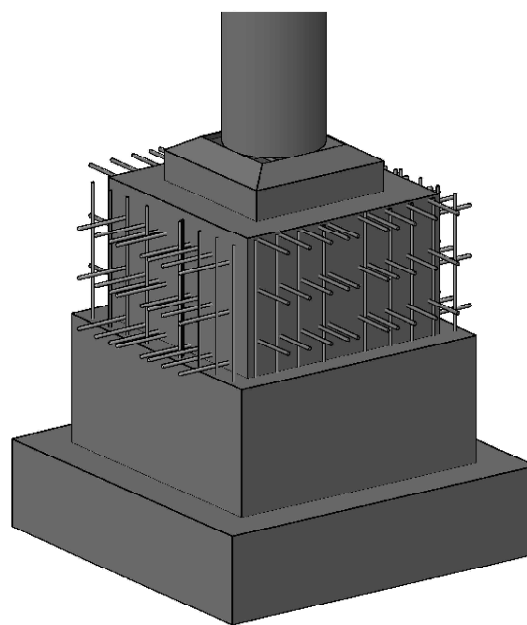


Рис. 3. Заделка арматурных стержней в верхней части фундамента

Таким образом, выполняется устройство железобетонной обоймы с установкой в неё гильз из металлических труб диаметром 273 мм, которые служат направляющими элементами для свай усиления диаметром 219 мм (рис. 3). После монтажа опалубки и бетонирования формируется новая «силовая плита», которая и будет воспринимать нагрузку от колонны и передавать её на погруженные сваи.

В собранный арматурный каркас железобетонной обоймы устанавливаются дополнительные закладные детали (гильзы) в количестве 8 шт. по периметру для **выбора наиболее удобного способа погружения четырех свай в соответствии с проектом, а также для возможности дополнительного усиления при дальнейшем увеличении нагрузок.**

Усиление столбчатых фундаментов под колоннами здания осуществляется вдавливаемыми металлическими элементами из труб диаметром 219 мм. Впоследствии в них устанавливается металлический каркас и производится бетонирование, в результате чего получается свая усиления. При разработке проекта принималось, что расчётная величина погруженной длины сваи составляет не менее 20 м. Этот размер достаточно условен, поскольку при проведении расчетов с использованием действующей нормативной литературы обычно получается нижняя оценка несущей способности свай. Проектная длина достигается путем задавливания секций длиной 2 м. Пята сваи выполняется в виде специального концевой элемента. Поскольку при проведении задавливания свай одновременно можно выполнить

их статические испытания, при выбранном способе производства работ существует реальная возможность уточнения длины свай по результатам их вдавливания. Фактическая длина свай может отличаться от проектной в 1,2–1,5 раза. Из опыта НИИОСП им. Н.М. Герсеева было принято, что требуемая длина свай определяется достижением усилия вдавливания 900 кН.

Стыковка элементов каркаса свай может осуществляться как на муфтах, так и на сварке. Материал заполнения труб – мелкозернистый бетон с подвижностью смеси П-4 или П-5. На стадии эксплуатации несущая способность свай по материалу обеспечивается только совместной работой арматурного каркаса и бетона без учёта работы стальной трубы, которая подвержена коррозии.

Рассмотренная выше технология вдавливания свай требует установки специальной упорной системы. Для вдавливания свай монтируется рама, состоящая из двух вертикальных стоек и горизонтальной балки, которая обычно выполняется из двутавров. Она жестко соединяется с устраиваемой силовой плитой с использованием выпусков арматуры из ростверка. К выпускам привариваются вертикальные стойки упорной рамы. При погружении свай домкрат упирается в устроенную таким образом балку (см. рис. 4).

Расчетная нагрузка, допускаемая на сталебетонные сваи по грунту, определяется расчетом по СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты». Мониторинг за состоянием здания предполагает постоянные наблюдения за осадками усиливаемых фундаментов,

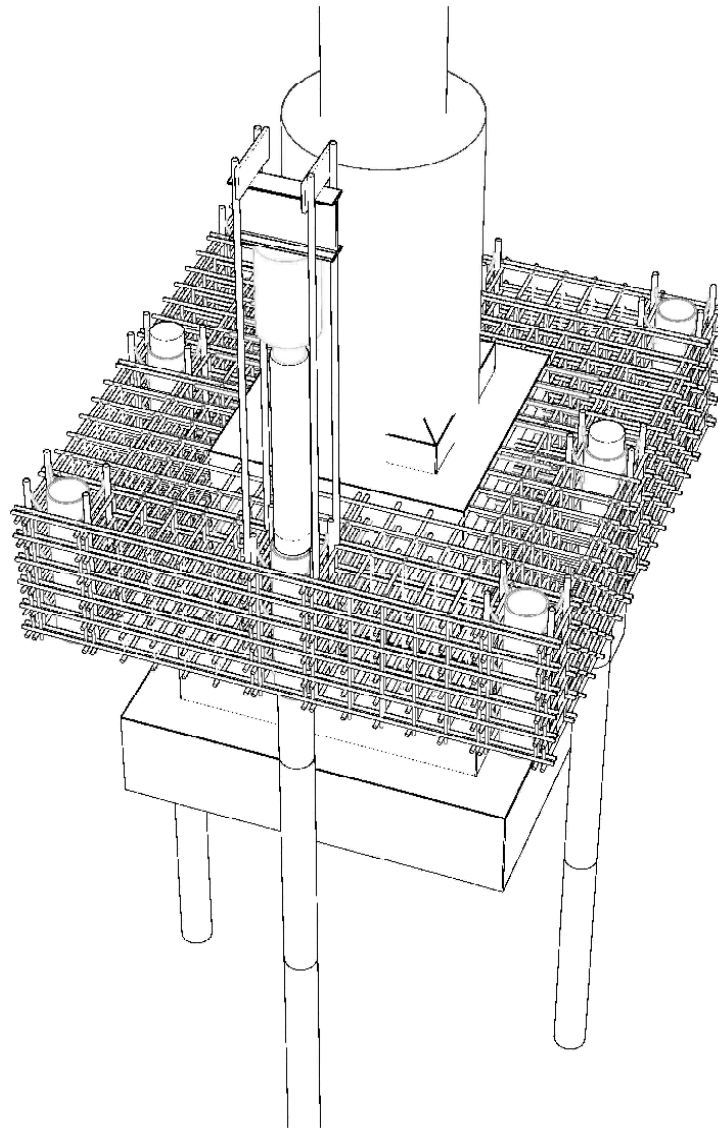


Рис. 4. Принципиальная схема армирования ростверка с установкой основных и дополнительных гильз и упорной конструкции для погружения свай

а также вибромониторинг в процессе устройства отверстий для крепления анкерных элементов.

В настоящее время ведутся работы по реконструкции здания, начаты работы по усилению фундаментов. Результаты семи циклов наблюдений показали суммарные осадки фундаментов здания в пределах 0,5–2,3 мм.

Выводы. Использование задавливаемых свай является одним из наиболее благоприятных способов по усилению фундаментов эксплуатируемых зданий. При производстве работ в ночное время не возникает значительных препятствий к эксплуатации здания с сохранением деятельности всех основных процессов, происходящих в нем. Отказ от бурения через тело существующих фундаментов с заменой его устройством силовой плиты, жестко связанной с существующим фундаментом, позволяет минимизировать негативные технологические воздействия в процессе производства работ и, соответственно, является одним из возможных способов усиления фундаментов эксплуатируемого здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конаш В.М., Белов В.А. Усиление фундаментов методом статического вдавливания свай // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. №2. С. 48–50.
2. Полищук А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. М.: Нортхэмптон-Томск, 2004. 200 с.
3. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИГТИ, 2000. 200 с.
4. Ставницер Л.Р. Сейсмостойкость оснований и фундаментов. М.: АСВ, 2010.
5. Isaev V., Maltsev A.V. Theoretical basics of applying the one dimensional problem of soils compression seal theory to large foundation plates calculation // 5-th international scientific conference integration, partnership and innovation in construction science and education. 2016.
6. Isaev V.I., Maltsev A.V., Karpov A.A. Comparative evaluation of bearing capacity of a short driven pyramidal-prismatic pile using mathematical models // Procedia Engineering. 2016. Т. 153. С. 223–227.
7. Исаев В. И., Мальцев А.В., Карпов А.А. Исследование возможности увеличения несущей способности короткой забивной сваи за счет устройства уширения в верхней части // Градостроительство и архитектура. 2016. № 4 (24). С. 30–35. DOI:10.17673/Vestnik.2016.04.5
8. Попов В.П., Попов Д.В. Применение акустических методов при организации входного контроля конструкций забивных свай // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сборник статей [Электронный ресурс] / под ред. М.И. Бальзаникова, К.С. Галицкова, В.П. Попова; СГАСУ. С. 240–242.
9. Попов Д.В., Попов В.П., Давиденко А.Ю. Конструкция и технология устройства уширенной пяты свай фундаментов гидротехнических сооружений // Научное обозрение. Саратов, 2015. №3 (428).

Об авторах:

БАБАЕВ Владислав Николаевич

старший инженер лаборатории свайных фундаментов НИИОСП им. Н.М.Герсеева АО «НИЦ» Строительство»
109428, Россия, г. Москва, ул. 2-я Институтская, 6
E-mail: vladyka1967@yandex.ru

СТАВНИЦЕР Леонид Рувимович

доктор технических наук, профессор, заведующий экспертно-аналитическим отделом НИИОСП им. Н.М.Герсеева АО «НИЦ» Строительство»
109428, Россия, г. Москва, ул. 2-я Институтская, 6
E-mail: niiosp@niiosp.ru

БЕЛЯЕВ Валентин Валентинович

заместитель директора ПАО «ЦВЕТНОЙ МИР»
127051, Россия, г. Москва, Цветной бульвар, 11, стр. 2
E-mail: sts-stroit@yandex.ru

BABAEV Vladislav N.

Engineer, Chief Engineer of the Pile Foundations Laboratory, Scientific-Research Institute of Foundations and Underground Structures
(NIIOSP named after N.M. Gersevanov),
109428, Moscow, 2nd Institutskaya str., 6
E-mail: vladyka1967@yandex.ru

STAVNITSER Leonid R.

Doctor of Engineering Science, Professor, Head of the Expertise Department,
Scientific-Research Institute of Foundations and Underground Structures (NIIOSP named after N.M. Gersevanov)
109428, Moscow, 2nd Institutskaya str., 6
E-mail: niiosp@niiosp.ru

BELYAEV Valentin V.

Deputy Director
PJSC «TSVETNOY MIR»
127051, Moscow, Color Blvd., 11, 2
E-mail: sts-stroit@yandex.ru

Для цитирования: Бабаев В.Н., Ставницер Л.Р., Беляев В.В. Усиление фундаментов здания «Цветной мир» задавливаемыми сваями // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 1. С. 41–46. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.01.7.
For citation: Babaev V.N., Stavnitsker L.R., Belyaev V.V. Underpinning of the columnar building «Tsvetnoy mir» by suppressed driving piles // Urban Construction and Architecture. 2017. V. 7, № 1. Pp. 41–46. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.01.7.