DOI: 10.15593/2224-9826/2015.2.06

УДК 624.159.4

Д.Г. Золотозубов, К.О. Мухин

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

ПРОБЛЕМЫ УСИЛЕНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ БУТОВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ ПЕРЕУСТРОЙСТВЕ ПОДВАЛОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Вопросы, связанные с усилением и реконструкцией фундаментов зданий постройки 40–60-х гг. прошлого века, актуальны в связи с наличием большого количества таких зданий в составе жилищного фонда. В связи с тем что большинство зданий этого периода постройки возводились на бутовых и бутобетонных фундаментах, особое внимание уделено оценке их технического состояния. Процессы, происходящие с грунтами оснований и фундаментами в процессе эксплуатации зданий, сложны и многообразны, а также оказывают значительное влияние на выбор методов усиления или реконструкции фундаментов. Проблемы установления состояния грунтов оснований и фундаментов капитально ремонтируемых и реконструируемых зданий связаны в основном с большим объемом работ и сложностью их проведения. Использование современных методов установления фактического состояния бутовых и бутобетонных фундаментов позволяет более точно определить параметры, необходимые для проектирования их усиления или реконструкции. Применение методов усиления или реконструкции зависит не только от технического состояния самих фундаментов, но и от таких факторов, как увеличение нагрузки на фундамент, техническое состояние надземных конструкций, состояние грунтов основания. Альтернативой усилению или реконструкции фундаментов являются методы упрочнения оснований, но при наличии вблизи подошвы фундамента грунтовых вод они оказываются, в большинстве случаев, неэффективными. Для усиления бутовых фундаментов в настоящее время широко применяются буровые и буроинъекционные сваи, которые позволяют значительно увеличить несущую способность фундаментов. Но и их применение не всегда возможно, что связано, с одной стороны, с высоким уровнем грунтовых вод, а с другой – со стесненными условиями подвальных помещений и невозможностью разместить оборудование для производства работ. В таких условиях более оправданы методы усиления и реконструкции, связанные с уширением подошвы фундамента или устройством плитного фундамента.

Ключевые слова: реконструкция, бутовый фундамент, методы обследования, усиление оснований, буроинъекционные сваи, уширение фундамента, плитный фундамент.

D.G. Zolotozubov, K.O. Mukhin

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

THE PROBLEMS OF STRENGTHENING AND RECONSTRUCTION OF RUBBLE STONE FOOTING WHEN REBUILDING BASEMENTS OF RESIDENTIAL BUILDINGS

The questions connected with strengthening and reconstructions of the bases of buildings of construction of the 40–60th of the last century are actually in connection with existence of a large number of such buildings as a part of housing stock. Because the majority of buildings of this period of construction were

built on rubble stone and rubble concrete footing, the special attention is paid to an assessment of their technical condition. The processes happening to soil of the bases and foundation in use of buildings are difficult and diverse, and also have considerable impact on a choice of methods of strengthening or reconstruction of the foundation. The problems of establishment of a condition of soil of the bases and foundation of capitally repaired and reconstructed buildings are connected generally with large volume of works and complexity of their carrying out. Use of modern methods of establishment of an actual condition rubble stone and rubble concrete footing allows determining more precisely the parameters necessary for design of their strengthening or reconstruction. Application of methods of strengthening or reconstruction depends not only on technical condition of the foundation, but also on such factors as increment of load of the foundation, technical condition of elevated construction, a condition of soil of the basis. Methods of soil strengthening of the bases are alternative to strengthening or reconstruction of the foundation, but presence at subterranean water nearby of the foundation base they happened are inefficient in most cases. Bored and fondedile piles which allow to increase the bearing ability of the foundation considerably are widely applied to strengthening of the rubble stone footing now. But also their application isn't always possible that is connected, on the one hand, with the high level of ground waters, and with another – with the tight working space of basements and impossibility to place the equipment for works. In such conditions the methods of strengthening and reconstruction connected with broadening of the foundation base or organize of the foundation slab are more justified.

Keywords: reconstruction, rubble stone footing, survey methods, reinforcement of subbase, fondedile piles, precautionary underpinning, foundation slab.

В Пермском крае доля жилищного фонда, устаревшего морально и физически, требующая капитального ремонта или реконструкции, достигает 70 %. В Перми дома 40–60-х гг. прошлого века постройки составляют больше трети всего жилищного фонда. В данных условиях вопросы капитального ремонта или реконструкции жилья становятся очень актуальными, и связано это с обеспечением комфортного и безопасного проживания людей в таких домах. Проведение своевременного капитального ремонта или реконструкции решает в какой-то мере эти проблемы. Вместе с тем при правильном подходе к вопросам ремонта и/или реконструкции можно решить вопросы, связанные с более рациональным использованием пространства здания, в том числе подземного (подвалов и техподполий).

В большинстве случаев подземные пространства старых зданий используются только для размещения инженерных коммуникаций. При этом площади и пространство таких помещений при правильной планировке могут использоваться рациональнее. Выбор решения по использованию существующего пространства подвальных помещений по большому счету будет зависеть от конструктивных особенностей здания и его технического состояния. Именно техническое состояние строительных конструкций и здания в целом может оказать наиболее существенное влияние на принятие конкретного решения: выбор определенного способа реконструкции или, при неблагоприятных условиях (например, при физическом износе здания более 80 %), отказ от реконструкции и рассмотрение вопроса о сносе здания [1].

Оценка технического состояния перед капитальным ремонтом или реконструкцией здания является обязательной, что устанавливают нормативные документы (ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» или СП 13-102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»).

При оценке технического состояния зданий необходимо особое внимание обращать на признаки недопустимых деформаций оснований зданий, например: характерные трещины в стенах, межоконных перемычках, кирпичных сводах, арках межэтажных перекрытий и др. (рис. 1); искажение формы коробки здания, влекущее прогибы, крены, перекосы стен; отклонение стен от вертикали, сдвиги перекрытий, перекосы лестничных маршей.

Рис. 1. Трещины, появившиеся в здании в результате неравномерной осадки

Одновременно с техническим обследованием здания требуется тщательное изучение инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительной площадки, поскольку существенным источником наиболее значительных деформаций является ослабление грунтов оснований здания из-за развития массового строительства в городах, приводящее, в свою очередь, к резкому изменению инженерно-геологической обстановки. На изменение физико-механических характеристик грунтов значительно влияют как природные процессы, так и процессы, связанные

с жизнедеятельностью человека, что в итоге может привести к значительным деформациям всего здания, и выбор определенного способа решения проблемы (ремонта, усиления или реконструкции фундаментов либо усиления оснований) будет зависеть от множества факторов.

Основные признаки, указывающие на необходимость усиления строительных конструкций, следующие:

- начальные дефекты, полученные на этапе проектирования, изготовления и монтажа;
- дефекты и повреждения конструкций и их элементов в результате неправильной эксплуатации;
- повреждения, приобретенные вследствие эксплуатационного износа;
- изменение условий эксплуатации по причине смены функционального назначения здания или в результате увеличения нагрузки.

Проектирование усиления или восстановления конструктивных элементов здания основывается на материалах технического обследования, геологических и климатологических данных об условиях местоположения объекта. Также необходимо учитывать наличие у подрядчика необходимых материалов, строительных машин и механизмов и, кроме того, технико-экономическое обоснование целесообразности выполнения конкретных ремонтных работ. Необходимо учитывать степень повреждения конструктивного элемента, определяемую как отношение затрат на восстановление к затратам на возведение здания.

При капитальном ремонте или реконструкции зданий постройки 40–60-х гг. прошлого века особое внимание уделяется непосредственно фундаментам, так как в силу различных причин их состояние не соответствует нормативным требованиям. Фундамент является важнейшим элементом здания, обеспечивающим его прочность, устойчивость и долговечность, поэтому вопросам его усиления и/или реконструкции придается большое значение.

Необходимость усиления фундаментов и/или упрочнения грунтов основания обусловлена в основном следующими причинами:

- 1) увеличение нагрузки на основание здания при реконструкции зданий;
- 2) разрушение материала фундамента и снижение его гидроизолирующих качеств;
- 3) нарушение условий устойчивости оснований в процессе эксплуатации зданий, связанное с такими процессами, как замачивание,

промораживание-оттаивание, набухание и просадки грунтов основания, карстово-суффозионные процессы;

4) ошибки при изысканиях, проектировании и устройстве оснований и фундаментов, неправильная эксплуатация зданий, производство работ вблизи эксплуатирующихся зданий, которые привели к развитию значительных деформаций зданий.

Перед капитальным ремонтом или реконструкцией дома, имеющего признаки недопустимых деформаций основания или при увеличении нагрузок на основание, выполняется полное обследование оснований и фундаментов. Наряду с этим определяются физико-механические свойства грунтов, однородность основания, неравномерность его нагружения, характер осадок, действительные геометрические размеры фундамента, прочность и износ материала, наличие и состояние арматуры [1]. Важно подчеркнуть, что дефекты оснований и фундаментов решающим образом влияют на техническое состояние здания или сооружения в целом и возможность проведения его реконструкции.

Установив в результате обследования фактическое состояние основания и фундамента здания, необходимо принять решение о выборе метода усиления фундамента здания, наиболее подходящего для каждого конкретного случая на основе всестороннего анализа способов усиления. Различные классификации объединяют способы усиления по типам фундаментов, конструктивным признакам, схемам работы, что дает возможность выбора наиболее целесообразных и рациональных решений при подготовке проектной документации.

При этом вначале всегда стоит рассмотреть вопрос о возможности усиления основания как менее затратной альтернативе реконструкции фундамента. При реконструкции и восстановлении зданий для этого находят применение физико-химические методы закрепления грунтов: цементация, смолязация, силикатизация, термическое закрепление, высоконапорная инъекция растворов и др.

Существуют различные способы усиления фундаментов и упрочнения оснований ремонтируемых и реконструируемых зданий.

В случае повреждения фундамента производится восстановление его несущей способности. Закрепление или усиление тела фундамента производят растворами на основе цемента с применением дополнительных компонентов, смолами и различными химическими реактива-

ми. При отсутствии необходимости изменять геометрические размеры конструкции, в частности подошвы фундамента, можно применить железобетонные защитные стенки.

С увеличением нагрузок на строительные конструкции ремонтируемых и реконструируемых зданий необходимо увеличить несущую способность фундаментов таких зданий. Этого можно добиться путем уширения подошвы фундамента, устройства рубашек или обойм, наращиваний из различных материалов вокруг фундамента. Все перечисленные способы обычно сопровождаются увеличением геометрических размеров фундаментов, однако расчетная схема при этом остается неизменной.

Кроме того, увеличения несущей способности фундаментов можно добиться путем передачи части нагрузки от самих фундаментов на грунты основания, при этом изменится схема их работы. Это достигается за счет специальных технологических и технических решений, например, установкой различных подкосов, рамных систем, железобетонных или стальных балок, дополнительных бетонных или железобетонных опор-фундаментов и др. (рис. 2).

Рис. 2. Схема установки рамных конструкций

В настоящее время широко используются способы передачи нагрузки от фундаментов на различные сваи, чаще всего с помощью устройства буроинъекционных свай. Большой опыт применения таких методов усиления накоплен специалистами Томска и Уфы. В своих работах они приводят много фактического материала и рассказывают о практических результатах внедрения своих разработок [2, 3].

Существуют способы увеличения несущей способности фундаментов с изменением схемы их работы путем переустройства одного вида фундамента в другой: столбчатых – в ленточные, а ленточных – в плитные (рис. 3) [4, 5].

Рис. 3. Схема переустройства ленточного фундамента в плитный

Достичь требуемого увеличения несущей способности фундаментов возможно только при обеспечении их совместной работы с основанием. Включение в совместную работу элементов усиления фундаментов и грунтов основания происходит при помощи специальных мероприятий и приспособлений, например, за счет предварительного обжата грунта с помощью трамбования в местах установки дополнительных опор-фундаментов, использования специальных распорных приспособлений и т.д.

Существуют также способы усиления фундаментов, когда за счет применения специальных конструктивных мероприятий происходит полная или частичная разгрузка фундаментов или ослабленных участков зданий. Этого добиваются путем подведения разгружающих балок под части зданий, устройства дополнительных поясов жесткости в стенах и других приемов.

При реконструкции фундаментов следует обратить особое внимание на сопутствующие мероприятия. В сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях при необходимости

следует устраивать искусственное понижение уровня грунтовых вод, выполнять дренаж фундамента. Также необходимо восстановление или создание заново гидроизоляционного слоя тела фундамента.

Из вышеизложенного следует, что одним из важнейших факторов, влияющих как на необходимость усиления и/или реконструкции фундамента, так и на выбор наиболее подходящего для данных условий метода усиления или реконструкции, являются характеристики грунтов основания реконструируемого здания. Связано это в основном с тем, что в городах происходит изменение инженерно-геологической обстановки, на которую значительно влияют природные и техногенные процессы. Для корректного расчета осадок и несущей способности фундаментов ремонтируемых или реконструируемых зданий, оценки прочности грунта оснований необходимо иметь данные об изменении модуля деформации, удельного веса, сил сцепления и угла внутреннего трения грунта [6].

На практике нередки случаи, когда основание здания сложено техногенными грунтами. При проектировании пристройки к существующему зданию или реконструкции его подземной части для оперативной или предварительной оценки свойств грунтов оснований можно использовать экспресс-методы, позволяющие быстро оценить прочностные характеристики грунтов основания [7].

В условиях г. Перми при выборе варианта реконструкции фундаментов с помощью различного вида свай, особенно для зданий с большой нагрузкой на основание или при значительном ухудшении свойств грунтов, следует рассматривать вариант опирания свай на аргиллитоподобные глины [8], так как в этом случае возможно рационально спроектировать реконструкцию фундамента в виде преобразования фундаментов мелкого заложения в свайные.

Большая часть зданий постройки периода 40–60-х годов XX в. имеет ленточные бутовые фундаменты. Бутовой называют кладку из естественных камней, связанных между собой раствором. Для кладки в основном использовался песчаник, известняк, ракушечник, туф, гранит, а также булыжный камень. Сама кладка выполнялась на известковых, цементных, а также на смешанных цементно-известковых и цементно-глиняных растворах.

С течением длительного времени грунты оснований под нагрузкой от массы здания уплотняются за счет уменьшения пористости, что приводит к увеличению их несущей способности и снижению деформативно-

сти. В результате часть зданий старой постройки (преимущественно до середины XX в.) имеет запас прочности оснований, достаточный для восприятия большей нагрузки после проведения реконструкции. Однако на практике часто встречается обратная ситуация, связанная с тем, что основания эксплуатируемых зданий и сооружений неизменно подвергаются различным воздействиям, отрицательно сказывающимся на их несущей способности. Например, в результате воздействия влаги при повышении уровня грунтовых вод, поступления поверхностных вод из-за плохого качества отмосток или агрессивных вод из неисправных инженерных сетей происходит суффозия грунта основания.

Снижение несущей способности оснований чаще всего связано с такими факторами, как: изменение гидрогеологических условий участка, на которых расположен эксплуатируемый объект; изменение с течением времени физико-механических свойств насыпных грунтов; влияние на грунты основания транспортных и технологических динамических нагрузок.

Оценка состояния бутового фундамента, установление причин разрушения материалов бутовой кладки необходимы для поддержания в надлежащем состоянии жилых зданий.

Достоверную информацию о состоянии бутовых фундаментов получают различными методами. Традиционная откопка шурфов в проблемных точках дополняется геофизическими методами исследований, визуальная оценка внутреннего состояния кладки производится с помощью телекамеры через пробуренные контрольные шпуров, оценка пустотности кладки – путем нагнетания раствора в полости шпуров.

Геофизический метод на основе сейсмоакустических полей вынужденных колебаний позволяет оценить сплошность тела бутового фундамента по совокупности нескольких акустических характеристик: скорости звука, энергии сигнала и интерференции спектра. Из-за разнообразных помех, усложняющих расшифровку измерений и приводящих к получению неоднозначных выводов, информация о состоянии бутовой кладки фундаментов, сформированная из результатов геофизических методов, является предварительной и требует уточнения прямыми методами исследования – бурением шпуров в наиболее проблемных местах.

Бурение шпуров в теле фундаментов позволяет выявлять дефекты в виде трещин, провалов, колотой мелочи бутового камня и т.п. Также судить о состоянии кладки можно по скорости проходки штанги бурового снаряда, выходу кернов при бурении, прочности известняка и раствора.

Видеосъемка с помощью мини-телекамеры на телескопическом штативе дает наглядное представление о состоянии камней, раствора, швов внутри кладки и качественную оценку пустотности, по которой можно определить степень выветрелости кладки фундамента (рис. 4) [5].

Рис. 4. Снимки с камеры в полости шпуров

Нагнетание раствора в полости шпуров помогает количественно оценить пустотность тела фундамента, а также проанализировать фактический расход материала, если будет принято решение об усилении фундамента с помощью нагнетания раствора.

Благодаря сочетанию различных методов оценки состояния бутовых фундаментов появляется возможность достаточно точно определить состояние как всего тела бутового фундамента, так и отдельных частей кладки на поверхности фундамента и по глубине [9]. Такой подход позволяет разработать наиболее рациональный проект реконструкции или усиления фундамента.

По результатам обследования состояния фундаментов и изучения свойств грунтов оснований, с обязательным учетом технического состояния всего здания и цели его реконструкции, составляют рекомендации по реконструкции фундамента и/или усилению основания.

Как уже упоминалось ранее, существует много разных способов и методов усиления и реконструкции фундаментов, в том числе бутовых. Выбор наиболее подходящего способа будет зависеть как от технического состояния фундамента, так и от нагрузок на него.

Традиционные технологии усиления оснований и фундаментов сводятся в основном к увеличению площади опирания существующих фундаментов и, соответственно, уменьшению интенсивности давления

на грунты основания [10]. Увеличение площади подошвы фундаментов достигается главным образом за счет организации железобетонных обойм либо одно- и двухсторонних банкетов (рис. 5).

Рис. 5. Уширение ленточных бутовых фундаментов монолитными банкетам: а – одностороннее уширение, б и в – двустороннее

При этом необходимо учитывать, что уширения подошвы фундамента в слабых водонасыщенных грунтах непродуктивны без их предварительного уплотнения, поскольку они включаются в работу лишь при увеличении нагрузки, когда возникают дополнительные осадки. Но для здания, требующего реконструкции, усиления или капитального ремонта, такие осадки могут оказаться предельными.

Инженером Н.И. Стробахиным был предложен своеобразный метод опрессовки грунта основания под уширением [11]. Он заключается в установке с двух сторон старого фундамента дополнительных железобетонных сборных блоков уширения. Нижнюю часть этих блоков стягивают анкерами из арматурной стали; верхнюю – раздвигают клиньями либо домкратами. Это позволяет обжать неуплотненный грунт и включить его в работу под уширением. Реализация предлагаемого метода связана с определенными сложностями, тем более в слабых грунтах, где зона уплотнения по сравнению с зонами разуплотнения грунта может оказаться ничтожно малой.

Как показывает практика, существенная часть нагрузки передается через подошву старого фундамента. Такое развитие событий можно считать допустимым, поскольку уширения в общей сложности улучшают условия передачи нагрузки, исключая выпор из-под подошвы. Однако если грунты основания уже перегружены, то даже при локальных вскрытиях фундаментов до уровня подошвы вероятен выпор грунта в траншею или шурф в процессе производства работ. Само же появление потенциального выпора должно прогнозироваться расчетом.

Совершенно нецелесообразно в условиях слабых грунтов по целому ряду причин подведение новых фундаментов с увеличением глубины заложения подошвы. Такой способ нетехнологичен и может быть осуществлен лишь в достаточно прочных грунтах при низком уровне горизонтальных вод, где в основном усиление фундаментов не требуется.

Все рассмотренные технологические приемы усиления является сложными и дорогостоящими и выполняются в основном вручную. Кроме того, в случае высокого уровня горизонтальных вод может возникнуть необходимость откачки воды из траншей, которую нужно проводить так, чтобы не нарушить естественное сложение грунтов под фундаментом здания, с тем чтобы не усугубить его состояние. Вместе с тем при откачке воды резко возрастает стоимость работ.

Как результат решения вышеизложенных проблем в практике усиления все чаще используют буроинъекционные или корневидные сваи. Несмотря на целый ряд преимуществ такого способа, он имеет и свои недостатки применительно к бутовым фундаментам и слабым грунтам основания. Недостаточно изучена работа тонких буроинъекционных свай в условиях слабых грунтов. Усложняет процесс проблема надежного закрепления головы сваи в случае ветхого фундамента,

который в последующем работает как ростверк и требует усиления тела фундамента инъектированием в кладку цементного раствора. При значительном слое слабого грунта неизвестен необходимый диаметр свай, что при скважине малого диаметра не дает возможность устройства ствола свай из тяжелого бетона, поэтому эффективность, а тем более экономичность выполнения усиления буроналивными сваями является весьма спорным вопросом.

Из вышеизложенного следует, что в каждом конкретном случае появляются многоплановые инженерные технологические и геотехнические задачи. Решение этих задач вызывает необходимость владения полной информацией о свойствах грунтов и изменении их свойств в процессе продолжительной эксплуатации, а также о техническом состоянии самих фундаментов.

При реконструкции здания зачастую организуют эксплуатируемые подвалы для использования полезного объема помещения в нуждах жильцов вместо существующих ранее полупроходных технических подполий или неэксплуатируемых подвалов. При этом подвал нередко углубляют так, что подошва фундамента располагается на расстоянии менее 50 см ниже пола подвала, а иногда подошва оказывается и выше пола подвала. В этом случае сильно изменяется напряженно-деформированное состояние грунтов основания, и для предотвращения возникновения недопустимых деформаций необходимо провести расчет основания на возможность выпирания грунтов из-под подошвы фундаментов.

Также при реконструкции здания с углублением подвала необходимо обратить особое внимание на конструкцию и материал фундамента. В зданиях постройки прошлых веков нередко нижняя часть фундамента выполнена из камней округлой формы в распор со стенками траншеи без применения связующего раствора. В данном случае углублять пол ниже верха подобной кладки непозволительно, так как это может вызвать процесс выпадения камней из кладки, что повлечет за собой деформации всех вышележащих и опирающихся на фундамент конструкций. Вовремя не принятые меры при этом могут в конечном итоге привести к полному обрушению здания.

Выбор метода усиления фундамента реконструируемого здания, наиболее подходящего для конкретного случая, требует всестороннего

анализа результатов технического обследования конструкций, инженерно-геологических изысканий, целей реконструкций, технического состояния конструкций и способов их усиления.

Проектные материалы в части реконструкции фундаментов могут быть представлены в виде рабочего проекта (одностадийное проектирование) или проекта и рабочего проекта (двухстадийное проектирование). В состав проекта должна входить документация, обосновывающая выбор способа производства работ.

В каждом конкретном случае переустройство фундаментов может осуществляться разнообразными способами, выбор которых продиктован массой связанных между собой факторов, что вызывает необходимость в комплексном подходе к данной проблеме.

Анализ условий реконструкции зданий, их состояний, условий работы оснований и фундаментов позволил разработать классификацию факторов, влияющих на выбор способа переустройства фундаментов (рис. 6). Эти факторы можно разделить на четыре группы:

- 1) техническое состояние здания;
- 2) цель реконструкции здания;
- 3) техническое состояние оснований;
- 4) техническое состояние фундаментов.

Рис. 6. Классификация факторов, влияющих на выбор способа переустройства фундаментов

Факторы первой группы позволяют определить возможность и необходимость проведения реконструкции, ремонта, переустройства

здания в зависимости от его физического износа и реального состояния конструкций.

Вторая группа факторов обусловлена необходимостью надстройки, пристройки и перепланировки здания, углубления или переоборудования подвала.

Факторы третьей группы выявляют деформации грунтов основания и потребность в их усилении, в зависимости от изменений свойств грунтов, гидрогеологических условий.

Последняя группа факторов устанавливает непосредственный выбор способа усиления фундамента исходя из характера его повреждений, изменения условий эксплуатации.

В качестве примера возникающих при реконструкции зданий проблем и возможных путей их решения было выбрано жилое здание, при реконструкции которого требуется выполнить надстройку дополнительного этажа и организовать подвальные помещения для нужд жильцов. По результатам обследований было установлено удовлетворительное техническое состояние здания (категория технического состояния – работоспособное). Фундамент бутобетонный ленточный, в удовлетворительном состоянии. Грунты основания глинистые водонасыщенные.

С учетом факторов первой группы реконструкция здания возможна. Предполагаемая надстройка дополнительного этажа и переоборудование подвала увеличит нагрузку на фундамент, вследствие чего потребуются усиление фундамента. Нестабильное состояние водонасыщенных глинистых грунтов не позволяет выполнить укрепление основания путем цементации, так как в процессе эксплуатации изменились гидрогеологические условия, вероятно, по причине утечек коммуникаций (уровень грунтовых вод обнаружен на отметке ниже подошвы фундамента на 0,5 м). Также установлено, что в весенний период происходило затопление подвала в результате сезонного подъема уровня грунтовых вод.

Фундамент находится в удовлетворительном состоянии, следовательно, усиление и восстановление материала фундамента не требуется. При использовании подвала здания установка дополнительных распорок и шпренгельных систем нежелательна, так как уменьшается полезный объем подвальных помещений, затрудняется беспрепятственное передвижение в подвале.

Поскольку состояние грунтов основания не может гарантировать устойчивый набор прочности бетона, то передача нагрузки от фундамента на буронабивные или буроинъекционные сваи не рассматривается как оптимальный способ. Передача нагрузки от фундамента на сваи, устраиваемые путем вдавливания, также не актуальна, поскольку пространство подвала и отсутствие достаточных проемов не позволяет свободно поместить габаритное оборудование для вдавливания свай.

Из вышеперечисленного следует вывод о том, что наиболее оптимальными выглядят два способа реконструкции фундамента: уширение подошвы фундамента и переустройство ленточного фундамента в плитный. Эти способы применяются без ограничений по грунтовым и эксплуатационным условиям.

Был проведен расчет основания по деформациям и несущей способности от предполагаемой дополнительной нагрузки на фундамент до уширения и после него. В результате установлено, что дополнительные осадки фундамента после уширения находятся в пределах допустимых. Поэтому для данного случая было предложено решение по устройству плитного фундамента. Согласно расчетам, при устройстве такого фундамента осадки лежат в пределах допустимых, и, кроме того, плитный фундамент одновременно позволяет решить проблему с затопливанием подвала в весенний период.

Каждый вид переустройства фундаментов осуществляется различными способами, выбор которых диктуется множеством связанных между собой факторов, что требует комплексного подхода к данной проблеме. Для выбора наиболее оптимального решения необходимо разработать и проанализировать несколько вариантов и сравнить их технико-экономическую эффективность и технологичность выполнения, а также сроки выполнения работ.

Библиографический список

1. Полищук А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. – Томск; Нортхэмптон: STT, 2004. – 476 с.
2. Опыт усиления фундаментов реконструируемых зданий инъекционными сваями / А.И. Полищук, А.А. Петухов, Р.В. Шалгинов, А.А. Тарасов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 3. – С. 129–142. DOI: <http://dx.doi.org/10.15593/2224-9826/2014.3.10>

3. Готман Н.З., Давлетяров Д.А., Каюмов М.З. Опыт усиления свайных фундаментов с использованием буроинъекционных свай (БИС) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 3. – С. 158–166. DOI: <http://dx.doi.org/10.15593/2224-9826/2014.3.13>
4. Ямов В.И. Реконструкция зданий в современных условиях: в 2 ч. Ч. 1: Проектные работы и проектирование реконструкции / УГТУ-УПИ. – Екатеринбург, 2006. – 351 с.
5. Алексеев С.И. Осадки фундаментов при реконструкции зданий: учеб. пособие / Петерб. гос. ун-т путей сообщения. – СПб., 2009. – 82 с.
6. Пономарев А.Б., Богомолов С.А. Необходимость учета изменения свойств грунтовых оснований урбанизированных территорий // Актуальные проблемы геотехники: сб. статей, посвященный 60-летию проф. А.Н. Богомолова. – Волгоград, 2014. – С. 123–131.
7. Сазонова С.А., Пономарев А.Б. Применение экспресс-метода при оценке свойств техногенных грунтов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 4. – С. 189–169. DOI: <http://dx.doi.org/10.15593/2224-9826/2014.4.15>
8. Сычкина Е.Н., Пономарев А.Б. К вопросу определения начального напряженного состояния полускальных грунтов в лабораторных условиях // Известия вузов. Строительство. – Новосибирск. – 2012. – № 6 (642). – С. 74–80.
9. Колмогоров С.Г., Колмогорова С.С. Комплексный метод обследования бутовых фундаментов // СтройПРОФИль. – СПб, 2011. – № 1 (87). – С. 11–12.
10. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ.ред. В.А. Ильичева, Р.А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.
11. Лукьянчиков Д. Технологии реконструкции фундаментов // Ценообразование и сметное нормирование в строительстве. – СПб, 2010. – № 5 (295). – С. 123–132.

References

1. Polishchuk A.I. Osnovy proektirovaniia i ustroistva fundamentov rekonstruiemykh zdanii [Basics of design and installation of foundations reconstructed buildings]. Tomsk; Northampton: STT, 2004. 476 p.

2. Polishchuk A.I., Petukhov A.A., Shalginov R.V., Tarasov A.A. Opyt usileniia fundamentov rekonstruiemykh zdaniy in''eksionnymi svaiami [Experience strengthening the foundations of reconstructed buildings injection piles]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2014, no. 3, pp. 129-142. DOI: <http://dx.doi.org/10.15593/2224-9826/2014.3.10>

3. Gotman N.Z., Davletiarov D.A., Kaiumov M.Z. Opyt usileniia svainykh fundamentov s ispol'zovaniem buroin''eksionnykh svai (BIS) [Experience gain pile foundations using root piles]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2014, no. 3, pp. 158-166. DOI: <http://dx.doi.org/10.15593/2224-9826/2014.3.13>

4. Iamov V.I. Rekonstruktsiia zdaniy v sovremennykh usloviyakh: v 2 chastiakh. Chast' 1: Proektnye raboty i proektirovanie rekonstruktsii [Reconstruction of buildings in modern conditions: in 2 parts. Part 1: Design work and the design of the reconstruction]. Ekaterinburg, 2006. 351 p.

5. Alekseev S.I. Osadki fundamentov pri rekonstruktsii zdaniy [Foundations settlements at reconstruction of buildings]. Saint-Petersburg, 2009. 82 p.

6. Ponomarev A.B., Bogomolov S.A. Neobkhodimost' ucheta izmeneniia svoystv gruntovykh osnovanii urbanizirovannykh territorii [The need to consider changes in the properties of the ground soil urbanized areas]. *Sbornik statei, posviashchennyi 60-letiiu professora A.N. Bogomolova "Aktuakl'nye problemy geotekhniki"*. Volgograd, 2014, pp. 123-131.

7. Sazonova S.A., Ponomarev A.B. Primenenie ekspress-metoda pri otsenke svoystv tekhnogennykh gruntov [Application of a express method in the evaluation of the properties of anthropogenic soils]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2014, no. 4, pp. 189-169. DOI: <http://dx.doi.org/10.15593/2224-9826/2014.4.15>

8. Sychkina E.N., Ponomarev A.B. K voprosu opredeleniia nachal'nogo napriazhennogo sostoianiia poluskal'nykh gruntov v laboratornykh usloviyakh [On the determination of the initial stress state semirocky soils under laboratory conditions]. *Izvestiia vuzov. Stroitel'stvo*. Novosibirsk, 2012, no. 6 (642), pp. 74-80.

9. Kolmogorov S.G., Kolmogorova S.S. Kompleksnyi metod obsledovaniia butovykh fundamentov [Complex survey method of the rubble stone footing]. *StroiPROfil*. Saint-Petersburg, 2011, no. 1(87), pp. 11-12.

10. Spravochnik geotekhnika. Osnovaniia, fundamenty i podzemnye sooruzheniia [Directory geotechnics. Bases, foundations and underground structures]. Ed. V.A. Il'ichev, R.A. Mangushev. Moscow: Assotsiatsiia stroitel'nykh vuzov, 2014. 728 p.

11. Luk'ianchikov D. Tekhnologii rekonstruktsii fundamentov [Technologies of reconstruction of the bases]. *Tsenoobrazovanie i smetnoe normirovanie v stroitel'stve*. Saint-Petersburg, 2010, no. 5 (295). pp. 123-132.

Получено 07.04.2015

Об авторах

Золотозубов Дмитрий Геннадьевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета. (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: dddzet@mail.ru).

Мухин Константин Олегович – магистрант кафедры «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: konstm92@gmail.com).

About the authors

Dmitrii G. Zolotozubov (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Building Production and Geotechnics, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: dddzet@mail.ru).

Konstantin O. Mukhin (Perm, Russian Federation) – Master student, Department of Building Production and Geotechnics, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: konstm92@gmail.com).