УДК 624.131 DOI: 10.33622/0869-7019.2021.08.18-26

Проведение изысканий на застроенных территориях, в стесненных условиях и снижение геотехнических рисков

Марк Юрьевич АБЕЛЕВ[1], доктор технических наук, профессор кафедры МГГ, e-mail: int207@mail.ru

Дмитрий Юрьевич ЧУНЮК[1], кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой механики грунтов и геотехники (МГГ), e-mail: chunyuk@mail.ru

Александр Павлович ЛЕВЧЕНКО[2], доктор технических наук, президент ООО «Инженер», e-mai: levchenko@ingener.ru

Игорь Вячеславович АВЕРИН[3], кандидат технических наук, генеральный директор, e-mail: i.averin@mail.ru

[1] ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337 Москва, Ярославское ш., 26

[2] ООО «Инженер», 127051 Москва, ул. Трубная, 25, корп. 3

[3] ООО «Инженерная Геология», 121351 Москва, ул. Ярцевская, 16.

Аннотация. *Исследованы специфические особенности проведения изысканий на застроенных территориях и в стесненных условиях городов. Указано, что большое количество составляющих геотехнических рисков связано с качеством проведения инженерно-геологических изысканий на подобных территориях. Рассмотрены факторы, влияющие на планирование, объемы, методики проведения и выбор задач различных этапов изысканий. Показаны причины, затрудняющие проведение отдельных видов работ при инженерно-геологических изысканиях на застроенных территориях. Анализ опыта строительства в больших городах, в том числе в Москве, оценка причин аварий и деформаций существующих и строящихся зданий и сооружений, изучение причин дополнительных работ по изысканиям и корректировке проектов (в первую очередь оснований и фундаментов) показали, что стадийность изысканий должна быть соблюдена во всех случаях, предусмотренных нормативными документами. Отмечено, что основные последствия некачественно проведенных изысканий – неудачный выбор места строительства, необоснованные объемы капиталовложений и изысканий и т. д. Рассмотрены условия повышения качества изысканий на застроенных территориях.*

Ключевые слова*: инженерно-геологические изыскания, застроенные территории, геотехнический риск, слабые грунты, деформации и аварии зданий, экология, просадка, провал, безопасность.*

CONDUCTING SURVEYS ON BUILT-UP AREAS, IN CRAMPED CONDITIONS AND REDUCING GEOTECHNICAL RISKS

Mark Yu. ABELEV[1], e-mail: int207@mail.ru

Dmitry Yu. CHUNYUK[1], e-mail: chunyuk@mail.ru

Alexander P. LEVCHENKO[2], e-mail: levchenko@ingener.ru

Igor V. AVERIN[3], e-mail: i.averin@mail.ru

[1] Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoe shosse, 26, Moscow 129337, Russian Federation

[2] Engineer, ul. Trubnaya, 25, korp. 3, Moscow 127051, Russian Federation

[3] Engineering Geology, ul. Yartsevskaya, 16, Moscow 121351, Russian Federation

Abstract. *The specific features of conducting surveys on built-up areas and in cramped conditions of cities are studied. It is indicated that a large number of components of geotechnical risks are associated with the quality of conducting engineering and geological surveys in such territories. The factors influencing planning, volumes, methods of carrying out and the choice of tasks of various stages of surveys are considered. The reasons that make it difficult to carry out certain types of work during engineering and geological surveys on built-up areas are shown. The analysis of the construction experience in large cities, including in Moscow, the assessment of the causes of accidents and deformations of existing and under construction buildings and structures, the study of the reasons for additional work on surveys and adjustments of projects (primarily bases and foundations) showed that the stage-by-stage surveys should be observed in all cases provided for by regulatory documents. It is noted that the main consequences of poorly conducted surveys are an unsuccessful choice of the construction site, unreasonable amounts of capital investments and surveys, etc. The conditions for improving the quality of surveys on built-up territories are considered.*

Key words*: engineering and geological surveys, built-up territories, geotechnical risk, weak soils, deformations and accidents of buildings, ecology, subsidence, failure, safety.*

© АБЕЛЕВ М. Ю., ЧУНЮК Д. Ю., ЛЕВЧЕНКО А. П., АВЕРИН И. В., 2021

Большое количество составляющих геотехнических рисков связано с качеством проведения инженерно-геологических изысканий на застроенных территориях и в стесненных условиях. Эти риски сопровождают строительный процесс в течение всего жизненного цикла объекта. Правильная и своевременная реакция на них уменьшает объем геотехнического риска и опасных последствий его проявления. При этом основными последствиями могут быть: неудачный выбор места строительства; необоснованные объемы капиталовложений и изысканий; недостаточная информация для проектирования нового объекта; недостаточная или неполноценная информация по изысканиям для обеспечения безопасности окружающих зданий, сооружений и инженерных коммуникаций; деформации и аварии строящихся и близко расположенных сооружений; дополнительные изыскания; корректировка проектов; снос или разборка построенных частей новых и эксплуатируемых зданий и сооружений [1—3].

Проведенные авторами исследования показали, что во многих случаях причины низкого качества работ при проектировании и строительстве объектов различного назначения — это ошибки и отклонения от требований нормативных документов. Установлено, что оперативное исправление ошибок при проведении работ на конкретном объекте является недостаточным, потому что ошибки и отклонения от требований нормативных документов, допущенные при проведении инженерных изысканий, имеют системный и постоянный характер. Это особенно часто встречается при проведении инженерных изысканий на застроенных территориях и в стесненных условиях. Данные исследования выполнены с целью установления путей для повсеместного повышения качества проводимых инженерных изысканий на основе более детального изучения геотехнических рисков, принципов снижения их влияния на качество проектирования и строительства объектов.

Согласно требованиям СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства» (части I-V) все виды инженерных изысканий направлены на то, чтобы обеспечить прочность и устойчивость строящихся зданий, сооружений и инженерных коммуникаций. Если строительство ведется на застроенных территориях, то основной задачей изысканий является обеспечение процессов проектирования и строительства объектов информацией, достаточной для принятия комплекса специальных конструктивно-технологических мероприятий, обеспечивающих безопасность эксплуатируемых зданий, сооружений и инженерных коммуникаций любого типа, назначения, технического состояния и т. д. Качественное решение этих вопросов служит гарантом снижения уровня проявления геотехнических рисков, влияющих на эффективность строительной деятельности.

Как показывает практика строительства, инженерно-геологические условия на застроенных территориях осложняются наличием следующих факторов, влияющих на планирование, объемы, методики проведения и выбор задач различных этапов изысканий, среди которых [1—5]:

- изменения (улучшение или ухудшение), часто неравномерные, свойств грунтов в основании окружающих зданий, сооружений и инженерных коммуникаций;
- изменения (улучшение или ухудшение), часто неравномерные, свойств грунтов свободных от строений территорий при изменении (повышение или понижение) уровня подземных вод при строительном понижении на близко расположенных объектах, из-за барражного эффекта при строительстве глубоких сооружений, перекрывающих естественный ток подземных вод;
- изменения гидрогеологических условий (часто неравномерные), появление новых непостоянных мест верховодки при общей планировке территории, при строительном понижении на расположенных вблизи объектах, из-за барражного эффекта при строительстве глубоких сооружений, перекрывающих естественный ток подземных вод, из-за разработки глубоких котлованов, траншей, влияющих на естественный ток подземных вод;
- наличие в больших объемах и на больших территориях насыпных (техногенных) грунтов, влияющих на свойства естественных, подстилающих грунтов и являющихся источниками биологических газов (например CH_4), требующих особых методик проведения изысканий и принятия специальных решений по проектируемым основаниям и фундаментам зданий и сооружений, а также требующих обязательного проведения специальных экологических изысканий;
- наличие большого количества подземных инженерных коммуникаций, тоннелей, коллекторов, действующих и недействующих линий метрополитена, колодцев, подземных выработок, погребенных фундаментов и подземных частей снесенных ранее сооружений и коммуникаций, заброшенных и недостроенных объектов с качественно или некачественно выполненными, уплотненными или закрепленными основаниями;
- развитие, часто неравномерное, незавершенных опасных геологических и инженерно-геологических процессов, связан-

ных с активизацией техногенных воздействий, ведением строительных работ на объектах с разным объемом освоения подземного пространства на застроенных территориях;

• необходимость планирования и проведения всех типов и видов работ с учетом разного технического состояния эксплуатируемых зданий, сооружений и инженерных коммуникаций и влияния на них строящихся объектов;

• необходимость проведения специальных экологических исследований и прогнозных расчетов изменения окружающей среды в результате выполнения запланированных строительных работ;

• необходимость установления причин деформаций и аварий близко расположенных зданий, сооружений и инженерных коммуникаций (природные или техногенные), возможных дополнительных деформаций и прогнозы осадок под влиянием пристраиваемых новых объектов.

Кроме того, имеются причины, затрудняющие проведение отдельных видов работ при инженерно-геологических изысканиях на застроенных территориях:

• сложность в размещении горных выработок (скважин и шурфов) и исследовании грунтов в основании эксплуатируемых зданий, сооружений и инженерных коммуникаций из-за отсутствия доступа в необходимые места и для исключения возможного ослабления несущей способности оснований и фундаментов;

• сложность размещения изыскательской техники и оборудования в необходимых местах вблизи (или внутри) существующих зданий, сооружений и инженерных коммуникаций, а также на городской территории при наличии городского транспорта, тротуаров и другой коммуникационной инфраструктуры;

• невозможность проведения геофизических работ при наличии помех (шумовые, вибрационные, электромагнитные и т. д.) в городских условиях;

• необходимость выполнения специальных дополнительных работ (измерение газовой опасности, освещение рабочих мест, осушение подвалов, временное усиление аварийных конструкций для обеспечения безопасности и т. д.) при проведении изысканий грунтов в подвалах зданий и сооружений, подземных закрытых коллекторах.

Несмотря на трудности, связанные с перечисленными факторами, инженерно-геологические изыскания для нового строительства на застроенных территориях городов должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий района площадки проектируемого строительства.

Полученные результаты изысканий должны быть достаточными для составления прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой с целью получения необходимых и достаточных материалов для обоснования проектной подготовки строительства (разработка предпроектной, проектной и рабочей документации), в том числе мероприятий инженерной защиты объекта строительства и охраны окружающей среды. При инженерно-геологических изысканиях для нового строительства, в случаях, когда в зоне влияния расположены эксплуатируемые здания и сооружения III и IV категорий состояния и (или) имеющие видимые деформации, необходимо включать в состав работ обследование и мониторинг состояния грунтов в их основании.

В настоящее время в проектной практике зона влияния нового строительства определяется по глубине величиной сжимаемой толщи под проектируемым сооружением, а в плане — возможным влиянием строительства на изменение напряженного состояния массива грунтов, режима подземных вод (за счет барражного эффекта, строительного водопонижения, нарушения подземного и поверхностного стока воды, утечек из водонесущих коммуникаций) и на активизацию опасных геологических процессов. При этом необходимо учитывать соотношение отметок заложения фундаментов проектируемого здания и окружающей застройки, удаленность от строительного котлована и тип его ограждения, намечаемую технологию производства работ нулевого цикла и мероприятия по инженерной защите территории от опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

Согласно требованиям СП 11-105-97 (ч. V) при проведении инженерно-геологических изысканий на застроенных территориях следует дополнительно устанавливать:

• изменение инженерно-геологических условий за период строительства и эксплуатации зданий, сооружений и инженерных изысканий, включая изменения рельефа (при проведении планировочных и строительных работ, создании насыпей, котлованов и т. д.), гидрографической сети (засыпка оврагов, заболоченных участков, создание прудов и т. д.), гидрогеологических условий (уровенный, химический и температурный режим), свойств грунтов и активности геологических процессов;

• проявление инженерно-геологических процессов (просадка поверхности, провалы, заболачиваемость); возникновение аномалий теплового, электромагнитного и других физических полей, а также развитие процессов, обусловленных динамическими воздействиями;

• характер и инженерно-геологические причины деформаций зданий и сооружений;
• наличие и эффективность работы сооружений инженерной защиты и мероприятий по охране геологической среды, в том числе дренажей, водопонизительных систем, противофильтрационных устройств.

Согласно СП 11-105-97 (ч. V) при проведении инженерно-геологических изысканий для проектирования и строительства особо сложных и ответственных объектов, размещаемых в условиях плотной городской застройки и на территориях исторической застройки, следует предъявлять повышенные требования к соблюдению стадийности изысканий, составу и объемам выполняемых работ и экспертизе материалов изысканий, включая программу работ.

Анализ опыта строительства в больших городах, в том числе в Москве, оценка причин аварий и деформации действующих и строящихся зданий и сооружений, изучение причин дополнительных работ по изысканиям и корректировке проектов (в первую очередь оснований и фундаментов) показали, что стадийность изысканий должна быть соблюдена во всех случаях, предусмотренных нормативными документами по изысканиям, т. е. на всех этапах проектирования и эксплуатации объекта, в том числе для обоснования инвестиций, проекта, рабочей документации, а также в ходе строительства объекта [3—5].

Как показывает опыт строительства различных сооружений на застроенных территориях, содержащееся в СП 11-105-97 (ч. V) указание о том, что для повышения качества предпроектной и проектной документации необходимо проводить экспертизу программ изысканий и технических отчетов на всех этапах выполнения инженерно-геологических изысканий, вполне обоснованно. При этом для повышения качества изысканий, проводимых в сложных грунтовых условиях, при наличии специфических грунтов и инженерно-геологических процессов, научно-техническое сопровождение работ с привлечением специализированных научно-исследовательских и проектно-изыскательских организаций является эффективным решением, уменьшающим объемы проявления геотехнических рисков с возможными тяжелыми последствиями.

При выполнении инженерно-геологических изысканий на застроенных территориях необходим правильный выбор их состава в соответствии с разд. 5 СП 11-105-97 (ч. I), с учетом:
• особенностей намечаемого строительства;
• наличия в зоне влияния планируемых строительных работ других эксплуатируемых и подлежащих сохранению объектов;
• инженерно-геологических условий участка строительства и их изменения за время использования исследуемой территории;
• объема и качества имеющихся фондовых изыскательских материалов.

Для повышения эффективности работ, правильного определения необходимого объема изысканий, обоснованного назначения видов полевых и лабораторных исследований грунтов, а также для обоснованного выбора методик проведения исследований свойств грунтов при планировании изысканий (начиная с составления технического задания на изыскания) должны быть изучены архивные материалы. В связи с тем, что они не всегда качественны и достоверны, должна быть предусмотрена возможность корректировки объемов изысканий, предварительно определенного количества горных выработок и т. д.

При комплексном строительстве на застроенных территориях следует выполнять ретроспективный анализ развития застройки для выявления действующих и неиспользуемых подземных сооружений, подвалов, фундаментов снесенных зданий, колодцев, подземных выработок, тоннелей, инженерных коммуникаций, развития поверхностной инфраструктуры и инженерно-геологических условий территории для выявления засыпанных оврагов, прудов и рек. По результатам этих работ проводится оценка сложившейся природно-техногенной обстановки, динамики и характера техногенных изменений инженерно-геологических условий, а также уровня информативности материалов изысканий прошлых лет и возможности их использования в дальнейшем [1—3].

Изучение опыта строительства на застроенных территориях показало, что для более точного определения состояния подземного пространства строительных площадок в комплексе изысканий (на всех этапах) должны быть предусмотрены геофизические исследования. На многих строительных площадках, на застроенных территориях используется метод радиоволнового зондирования с помощью георадара, посредством которого можно решить следующие задачи:
• выявление подземных полостей и пустот, трещин, зон разуплотнения, действующих и неиспользуемых коммуникаций и коллекторов различного назначения, старых погребенных сооружений;
• определение глубины заложения фундаментов, свай, противофильтрационных завес, дренажных систем;
• просвечивание грунтового массива под фундаментами эксплуатируемых зданий и сооружений;

• установление глубины залегания грунтовых вод и верховодки и т. д.

Практика показывает, что эффективная глубина зондирования составляет для песков до 30, а для глинистых грунтов до 10 м.

При наличии возможности результаты геофизических исследований следует подтверждать и корректировать другими методами исследования — шурфованием, бурением, зондированием.

Полевые и лабораторные методы исследования грунтов, применяемые в соответствии с п. 5.8 СП 11-105-97 (ч. I), могут быть использованы в полном объеме и при инженерно-геологических изысканиях на застроенных территориях. Однако при этом необходимо учитывать сложность инженерно-геологических условий, а также требования к изысканиям, проводимым на застроенных территориях и в стесненных условиях.

Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических изысканиях следует выполнять с целью изучения режима подземных вод, их температуры, химического состава, оценки фильтрационных свойств грунтов, в том числе для расчета консолидации грунтов основания под действием статических нагрузок от фундаментов, определения направления движения, градиентов и скорости движения подземных вод, наличия фундаментных вод, получения исходных данных для проектирования дренажных сооружений, а также определения возможных водопритоков в котлованы и разработки системы строительного водопонижения.

Полевые опытно-фильтрационные работы, как правило, не следует выполнять в непосредственной близости от действующих сооружений во избежание дополнительных осадок фундаментов за счет снятия гидростатического давления в процессе опытной откачки и замачивания грунтов при опытных наливах.

При опытно-фильтрационных работах внутри зданий и сооружений, в стесненных условиях и трудностях с подводом и отводом воды от скважины рекомендуется использовать метод вытеснения воды путем погружения тела фиксированного объема, метод отжатия уровня сжатым воздухом в герметически изолированной скважине и метод «тяжелой жидкости».

При изысканиях на застроенных территориях и в стесненных условиях строительства должна быть выполнена оценка возможности подтопления площадки (СП 11-105-97, ч. II).

Обследование грунтов оснований зданий следует выполнять в соответствии с п. 5.12 СП 11-105-97 (ч. I). Цель обследования — оценка возможных негативных последствий в результате реконструкции здания, а также от воздействия на него нового строительства (реконструкции, расширения) на прилегающих территориях и при необходимости получение данных для разработки мероприятий по обеспечению эксплуатационной надежности окружающей застройки.

Обследование грунтов оснований зданий необходимо проводить тогда, когда в прилегающей к ним зоне проводятся следующие виды работ:

• проходка котлованов и траншей, прокладка подземных коммуникаций, пешеходных и транспортных тоннелей ниже глубины заложения существующих фундаментов, особенно с применением водопонижения и без крепления стенок котлованов и траншей;

• строительство новых зданий, вызывающих дополнительные напряжения, перераспределение напряжений и перемещения грунта в активной зоне фундаментов расположенных вблизи зданий;

• работы по устройству «стены в грунте», забивка шпунта или свай вблизи других зданий с передачей на их основание динамических нагрузок;

• динамические воздействия от авто- и железнодорожного транспорта, работы линий метрополитена, оборудования, устанавливаемого в сооружениях и промышленных установках, расположенных вблизи зданий.

Стационарные наблюдения необходимо выполнять в следующих случаях:

• при массовом строительстве различных зданий и сооружений с различными архитектурными и конструктивными решениями на застроенных территориях со сложными грунтовыми условиями;

• при строительстве новых зданий и сооружений по индивидуальным проектам, на застроенных территориях со сложными грунтовыми условиями;

• при строительстве уникальных зданий и сооружений;

• при внедрении в строительство новых технологий устройства оснований и фундаментов зданий и сооружений на застроенных территориях со сложными грунтовыми условиями;

• при устройстве глубоких котлованов для новых зданий и сооружений, пристраиваемых к эксплуатируемым объектам;

• при строительном водопонижении на территории строящегося объекта и наличии в зоне влияния строительства других зданий и сооружений.

Наблюдения за осадками оснований зданий и сооружений вследствие статических, вибрационных и других динамических воздействий следует выполнять путем измерения положения стенных реперов и деформационных марок, заложенных в начальный период строительства, а

при необходимости — с помощью глубинных реперов, деформографов и другой измерительной аппаратуры. При этом рекомендуется контролировать не только осадки (а в необходимых случаях — и горизонтальные перемещения), но и параметры динамических воздействий, передаваемых на грунты основания и конструкции сооружений при производстве строительных работ (разборка старых зданий, особенно примыкающих к эксплуатируемым, устройство шпунтовых ограждений котлована, забивка свай, а при наличии тиксотропных грунтов — воздействие механизмов и транспорта).

Наблюдения за динамикой изменения физико-механических свойств грунтов по глубине и во времени нужно выполнять, как правило, геофизическими методами (теплопроводности, диэлектрической проницаемости, радиоизотопными, сейсморазведочными), а также зондированием грунтов и лабораторными методами (определение плотности и влажности по образцам грунтов, отбираемых из специально пробуренных для этих целей скважин).

На основании сказанного можно утверждать, что полноценные и качественные изыскания грунтов строительных площадок, расположенных на застроенных территориях и в стесненных условиях, могут быть проведены *только* при поэтапном осуществлении изысканий всех типов.

Далее перечислим основные задачи различных этапов всех типов изысканий. При этом общий объем изыскательских работ, количество и методика проведения отдельных видов исследований свойств грунта и другие задачи могут быть установлены с учетом сложности грунтовых условий площадки строительства.

На этапе изысканий для разработки предпроектной документации в дополнение к требованиям СП 11-105-97 (ч. I) рассматриваются и решаются следующие задачи:

- предварительный анализ архивных материалов по изысканиям и ориентировочная оценка состояния и свойств грунтов основания;
- предварительное изучение опыта строительства зданий и сооружений, подобных проектируемому объекту;
- предварительная оценка пригодности рассматриваемой территории для размещения планируемого объекта с учетом требований геотехники;
- предварительное изучение особенностей эксплуатации зданий и сооружений на рассматриваемой территории и установление вероятных причин имеющихся деформаций, способов восстановления эксплуатационной пригодности деформированных зданий и сооружений;
- предварительное установление возможности примыкания проектируемых объектов к другим зданиям и сооружениям, а также предполагаемые методы и объемы превентивных мероприятий для обеспечения безопасности при попадании окружающей застройки в зону влияния нового объекта;
- предварительное визуальное определение технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового примыкающего объекта;
- предварительное установление возможности деформаций и аварий зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового примыкающего объекта, при строительном водопонижении вследствие высокого уровня подземных вод и дополнительных осадок в основании окружающих зданий и сооружений;
- предварительное определение возможности деформаций и аварий зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового примыкающего объекта, из-за устройства глубоких «стен в грунте», глубоких подземных частей и появления при этом баражного эффекта и подъема уровня подземных вод в основании близко расположенных зданий и сооружений.

По результатам проведенных изыскательских работ, исходя из предстоящих объемов геотехнических работ, стесненности условий производства строительных работ и т. д. обосновываются инвестиции и устанавливается эффективность строительства рассматриваемого объекта.

На этапе изысканий для разработки проектной документации в дополнение к требованиям СП 11-105-97 (ч. I) должны быть установлены:

- изменения физико-механических характеристик грунтов площадки размещения проектируемого объекта и в основании зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства, в период строительства и эксплуатации, а также причины возникновения этих процессов;
- наличие, степень развития и прогнозные данные по развитию и завершению геологических и инженерно-геологических процессов на площадке размещения проектируемого нового объекта и в основании зданий и сооружений, попадающих в зону влияния этого строительства, в период строительства и эксплуатации;
- изменения уровня подземных вод на площадке размещения проектируемого объекта и в основании зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства, в период строительства и эксплуатации;
- возможные изменения физико-механических характеристик грунтов площадки размещения проектируемого объекта и в основании зданий и сооружений, попадающих в зону влияния но-

вого строительства, под воздействием динамических и вибрационных нагрузок вследствие погружения шпунта, забивки свай, работы строительной техники и оборудования;
• причины и характер деформаций и аварий зданий, сооружений и инженерных коммуникаций, расположенных в зоне влияния нового строительства, для оценки их технического состояния и принятия специальных превентивных мероприятий, обеспечивающих их сохранность и безопасность в период строительства и эксплуатации проектируемого объекта, для принятия щадящих технологий производства работ, а также организации геотехнического мониторинга.

На этапе изысканий для разработки рабочей документации в дополнение к требованиям СП 11-105-97 (ч. I) должны быть:
• уточнены инженерно-геологические условия площадки строительства нового объекта в соответствии с рекомендациями, содержащимися в техническом отчете по результатам изысканий, полученным на предыдущем этапе;
• уточнены отдельные данные инженерно-геологических условий площадки строительства нового объекта, возникшие в результате решения геотехнических задач на предыдущем этапе проектирования объекта;
• уточнены инженерно-геологические условия площадки строительства нового объекта для решения вопросов, поставленных при проведении экспертизы;
• оценены изменения инженерно-геологических условий за период, прошедший со времени изысканий для разработки проекта;
• уточнены и оценены установленные на предыдущей стадии изысканий причины и характер деформаций и аварий зданий, сооружений и инженерных коммуникаций, расположенных в зоне влияния нового строительства;
• оценены возможные деформации и аварии зданий, сооружений и инженерных коммуникаций, расположенных в зоне влияния нового строительства (по данным стационарных геодезических наблюдений);
• дополнительно изучены физико-механические характеристики грунтов площадки размещения проектируемого объекта при изменении его конструктивно-технологических решений по основаниям и фундаментам для обоснования правильности принятых решений.

На этапе изысканий, выполняемых в период строительства объекта, уточняются:
• причины осадок (в том числе и неравномерных) строящегося объекта, а также зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния нового строительства, установленных по результатам геотехнического мониторинга;
• физико-механические характеристики грунтов в основании строящегося объекта и объектов, попадающих в зону влияния нового строительства, для оперативного принятия конструктивно-технологических и дополнительных превентивных решений, исключающих развитие дополнительных, превышающих нормативные значения осадок;
• объемы дополнительных конструктивно-технологических решений, исключающих развитие дополнительных осадок грунтов в основании строящегося объекта;
• объемы дополнительных превентивных решений, исключающих развитие дополнительных осадок в основании зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния нового строительства;
• физико-механические характеристики грунтов в основании строящегося объекта при изменении его конструктивно-технологических решений по основаниям и фундаментам;
• физико-механические характеристики грунтов в основании строящегося нового объекта при затоплении котлована.

На этапе изысканий, выполняемых в период эксплуатации объекта, определяются:
• причины визуально установленных деформаций и трещин конструкций объекта;
• причины инструментально установленных деформаций конструкций объекта;
• возможность и эффективность применения предварительно выбранных способов устранения причин деформаций конструкций объекта усилением грунтов основания и фундаментов;
• пределы возможного изменения объемно-планировочных и конструктивных решений объекта при реконструкции;
• необходимые и возможные конструктивные решения при строительстве примыкающего объекта.

На этапе изысканий в период консервации строящегося объекта выполняются:
• оценка состояния грунтов основания строящегося объекта в котлованах и траншеях на момент консервации объекта;
• оценка необходимости создания методики стационарных наблюдений с учетом объема и особенностей защиты конструкций построенной части объекта;
• расчет объема необходимых изысканий для установления изменений физико-механических характеристик грунтов в основании строящегося объекта в период консервации.

Выводы

1. Большое количество составляющих геотехнического риска связано с качеством проведения инженерно-геологических изы-

сканий на застроенных территориях и в стесненных условиях. Эти риски сопровождают строительный процесс в течение всего жизненного цикла объекта. Правильное планирование и качественное проведение изысканий позволяют уменьшить объем геотехнического риска и опасных последствий его проявления.

2. Основными последствиями некачественно проведенных изысканий являются: неудачный выбор места строительства; необоснованные объемы капиталовложений и изысканий; недостаточная информация для качественного проектирования нового объекта; неполноценная информация по изысканиям для обеспечения безопасности зданий, сооружений и инженерных коммуникаций в зоне строительства; деформации и аварии строящихся и близко расположенных сооружений; дополнительные изыскания; корректировка проектов; снос, разборка построенных частей новых и эксплуатируемых зданий и сооружений.

3. Как показывает практика строительства, инженерно-геологические условия на застроенных территориях осложняются наличием факторов, влияющих на планирование, объемы, методики проведения и выбор задач для различных этапов проведения изысканий. Несмотря на это на застроенных территориях городов инженерно-геологические изыскания для нового строительства должны проводиться в полном объеме для обеспечения безопасности строящихся объектов.

4. Результаты изысканий должны быть достаточными для составления прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий при взаимодействии проектируемых объектов с геологической средой с целью получения необходимых материалов для обоснования проектной подготовки строительства (разработка предпроектной, проектной и рабочей документации), в том числе мероприятий по инженерной защите объекта строительства и охране окружающей среды.

5. Анализ опыта строительства больших городов, включая Москву, оценка причин аварий и деформаций зданий и сооружений, изучение причин дополнительных работ по изысканиям и корректировке проектов (в первую очередь оснований и фундаментов) показали, что стадийность изысканий должна быть соблюдена *во всех* случаях, предусмотренных нормативными документами по изысканиям, т. е. на всех этапах проектирования и эксплуатации объекта, в том числе для обоснования инвестиций, проекта, рабочей документации, а также в ходе строительства объекта.

6. Опыт строительства различных сооружений на застроенных территориях показывает, что содержащееся в нормативных документах по инженерно-геологическим изысканиям (СП 11-105-97, ч. V) указание о том, что для повышения качества обоснования предпроектной и проектной документации необходимо проводить экспертизу программ изысканий и технических отчетов на всех этапах выполнения инженерно-геологических изысканий, является обоснованным и правильным. При этом для повышения качества изысканий, проводимых в сложных грунтовых условиях, при наличии специфических грунтов, а также инженерно-геологических процессов, научно-техническое сопровождение работ с привлечением специализированных научно-исследовательских и проектно-изыскательских организаций служит эффективным решением, уменьшающим объемы проявления геотехнических рисков с возможными негативными последствиями.

7. С целью повышения качества изысканий, выполняемых на застроенных территориях, для повышения эффективности работ, правильного определения необходимого объема изысканий, обоснованного назначения видов полевых и лабораторных исследований грунтов, обоснованного выбора методик проведения исследований свойств грунтов при планировании изысканий (начиная с составления технического задания на изыскания) должны быть изучены архивные материалы. В связи с тем, что они не всегда выполнены с высоким качеством и достоверны, должна быть предусмотрена возможная корректировка объемов изысканий, предварительно определенного количества горных выработок и т. д.

8. Опыт строительства на территории Москвы показывает, что на большей части территории происходили и в настоящее время могут происходить опасные инженерно-геологические процессы (карст, подтопление и т. д.). К районам развития карста относятся территории, в пределах которых распространены водорастворимые горные породы (известняки, доломиты, мел, гипсы, ангидриты и т. п.).

Подтопление как причина развития карста происходит в результате утечек из водонесущих коммуникаций, недостаточной организации поверхностного стока на застроенных территориях, неэффективности ливневой канализации, нарушения естественного стока при проведении строительных работ, барражного эффекта при строительстве заглубленных подземных сооружений, устройстве «стены в грунте» и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абелев М. Ю., Чунюк Д. Ю., Каралли Д. Л., Бахронов Р. Р.* Особенности устройства уплотненных песчаных оснований зданий при замещении газогенерирующих грунтов // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 5. С. 34–40. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.05.34-40.
2. *Абелев М. Ю., Король Е. А., Левченко А. П., Каралли Д. Л.* Опыт проектирования и технологии строительства зданий на загазованных грунтах // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2021. № 2. С. 23–26.
3. *Чунюк Д. Ю.* Особенности классификации и составляющие геотехнического риска в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 9. С. 42–44.
4. *Колыбин И. В.* Уроки аварийных ситуаций при строительстве котлованов в городских условиях // Развитие городов и геотехническое строительство. 2008. № 12. С. 90–124
5. *Мангушев Р. А., Никифорова Н. С.* Технологические осадки зданий и сооружений в зоне влияния подземного строительства. М. : АСВ, 2017. 168 с.

REFERENCES

1. Abelev M. Yu., Chunyuk D. Yu., Karalli D. L., Bahronov R. R. Features of the arrangement of compacted sand bases of buildings when replacing gas-generating soils. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2021, no. 5, pp. 34–40. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2021.05.34-40.
2. Abelev M. Yu., Korol' E. A., Levchenko A. P., Karalli D. L. Experience in designing and technology of construction of buildings on polluted soils. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*, 2021, no. 2, pp. 23–26. (In Russian).
3. Chunyuk D. Yu. Features of classification and components of geotechnical risk in construction. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2013, no. 9, pp. 42–44. (In Russian).
4. Kolybin I. V. Lessons of emergency situations during the construction of pits in urban conditions. *Razvitie gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*, 2008, no. 12, pp. 90–124. (In Russian).
5. Mangushev R. A., Nikiforova N. S. *Tekhnologicheskie osadki zdanij i so-oruzhenij v zone vliyaniya podzemnogo stroitel'stva* [Technological precipitation of buildings and structures in the zone of influence of underground construction]. Moscow, ASV Publ., 2017. 168 p. (In Russian).

Для цитирования: *Абелев М. Ю., Чунюк Д. Ю., Левченко А. П., Аверин И. В.* Проведение изысканий на застроенных территориях, в стесненных условиях и снижение геотехнических рисков // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 8. С. 18–26. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.08.18-26.

For citation: Abelev M. Yu., Chunyuk D. Yu., Levchenko A. P., Averin I. V. Conducting Surveys on Built-Up Areas, in Cramped Conditions and Reducing Geotechnical Risks. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2021, no. 8, pp. 18–26. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2021.08.18-26.

«УРАЛ-ПРЕСС» – КОРПОРАТИВНАЯ ПОДПИСКА СО ВСЕМИ УДОБСТВАМИ

Подписаться на журнал «Промышленное и гражданское строительство» стало проще и удобнее:

1. Скачайте подписной каталог на сайте www.ural-press.ru, в котором 20 000 российских и зарубежных изданий.
2. Отправьте заявку на подписку по факсу или электронной почте в ваше региональное подразделение «Урал-Пресс».
3. Все документы и выписанные издания курьер доставит вам в офис.

Подписка с «Урал-Пресс» – это:
• персональный менеджер • доставка в первой половине дня лично в руки •
• полный пакет отчетных документов ежемесячно • подписка с любого месяца •
• восстановление вышедших ранее изданий •

Подробную информацию и контакты всех представительств «Урал-Пресс» смотрите на сайте **www.ural-press.ru.**