

УДК 502/504:692.1:692.115:624.131.3

Г.В. ШИБАЛОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

ЗНАЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ СООРУЖЕНИЙ

Инженерно-геологические изыскания – важнейший элемент строительного процесса. Геологические изыскания определяют техническую обоснованность, целесообразность и принципиальную возможность строительства в условиях конкретной местности на стадии проектирования. При изучении районов, где будет осуществляться строительство, инженерно-геологические изыскания позволяют учесть все природные особенности места строительства и выбрать наиболее благоприятные участки при проектировании сооружений. Для организации инженерно-геологических изысканий и составления инженерно-геологического заключения необходимо ясное представление о геологическом строении местности, т.е. стратиграфии, тектонике, литологии, физико-геологических процессах, получивших развитие в данном районе. Правильно установленная стратиграфия определяет положение горных пород, обладающих различными физико-механическими свойствами, и тем самым является необходимой для оценки условий размещения сооружения. Велико значение тектоники в оценке инженерно-геологических условий места возведения сооружения. Тектонические нарушения горных пород создают иногда довольно трудные условия для строительства. Для обеспечения безопасного возведения и последующей эксплуатации сооружений требуется применение специальных видов работ. При достаточном обосновании выбирается другое место для строительства. Основными задачами инженерно-геологических изысканий являются: изучение горных пород как грунтов основания, среды для размещения сооружений, строительного материала для различных сооружений; изучение геологических процессов, влияющих на инженерную оценку территории, выяснение причин, обуславливающих возникновение и развитие процессов; разработка мероприятий по обеспечению устойчивости сооружений и защите их от вредного влияния различных геологических явлений.

Инженерно-геологические изыскания, деформации основания, геологические процессы, инженерная оценка территории, инженерно-геологические элементы, расчетные грунтовые элементы.

Введение. Создание объекта любого назначения – процесс, состоящий из четырех этапов. После обоснования необходимости сооружения объекта, его экологической безопасности, определения технических возможностей, проводится оценка экономической целесообразности выполняемых работ. Разработка проектно-сметной документации осуществляется на основе проведенных инженерных исследований.

Геологические изыскания дают возможность технического обоснования целесообразности и принципиальной возможности строительства в условиях конкретной местности на стадии проектирования. При проведении предварительной оценки экономической целесообразности строительства в заданном районе, инженерно-геологические изыскания являются обязательным этапом предпроектной подготовки.

Строительство новых объектов рядом с существующей застройкой может повлечь необратимые изменения геоморфологических процессов на сопредельных участках и привести к деформациям существующих зданий. Реконструкция существующих зданий часто сопряжена с увеличением нагрузки на фундамент. Эти особенности застройки требуют особо тщательного подхода к изучению места будущего строительства и выбору участка, соответствующего всем требованиям безопасности.

Обеспечение высокой прочности и устойчивости возводимого инженерного сооружения – главная задача строительного производства. Экономия материальных, трудовых ресурсов и времени не всегда оправдана. Иногда возводимые сооружения вызывают возникновение новых природных геологических процессов и изменение су-

ществующих. Оценка природных условий района строительства является важнейшим условием его успешности. При возникновении опасения деформаций основания и разрушения сооружения в каждом конкретном случае должна определяться возможность появления процессов, которые могут непредсказуемо проявиться впоследствии. При этом опасны не столько неблагоприятные геологические условия, сколько их недостаточное знание. При возведении сооружений необходимо проведение тщательных и весьма детальных инженерно-геологических изысканий, позволяющих вскрыть всю сложность геологического строения, предупредить проектировщиков от ошибок и недоучета геологических особенностей и физико-механических свойств горных пород в местах постройки, а также предусмотреть необходимые профилактические мероприятия, предохраняющие сооружения от различных деформаций и обеспечить их нормальную эксплуатацию.

На основе материалов инженерных изысканий для строительства осуществляются: разработка предпроектной документации, обосновываются инвестиции в строительство. Создание проектов и рабочей документации на строительство предприятий, зданий и сооружений, включая расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, эксплуатацию и ликвидацию объектов, а также выработка рекомендаций для принятия экономически, технически, социально и экологически обоснованных проектных

решений также невозможно без проведения изыскательских работ.

Результаты и обсуждение. До недавнего времени проектирование выполнялось поэтапно: технико-экономическое обоснование (ТЭО), проект, рабочий проект в соответствии с «Инструкцией о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» (СНиП 11-01-95). Объем работ по инженерно-геологическим изысканиям последующего этапа назначался по результатам предыдущего. В настоящее время этот документ отменен.

Сейчас проектирование нередко выполняют в один этап (рабочий проект) и, соответственно, изыскания производятся одноэтапно [1,2]. Это может приводить к неверным оценкам необходимых объемов работ по инженерно-геологическим исследованиям. Расчет деформаций основания обычно опирается на модели так называемого «активного слоя», который подвергается воздействию нагрузок от сооружения. Толщина такого слоя ограничена. Допущение достаточно грубое, т.к. модуль деформации (жесткость) уменьшается при увеличении сдвига. Практически под фундаментом с увеличением глубины модуль деформации возрастает неограниченно.

В процессе выполнения изысканий обычно испытывают относительно небольшой объем грунта основания под будущим сооружением. Соответственно, стоимость изысканий составляет около 0,05...0,1% от общей стоимости сооружения.

Таблица

Длительность и относительная стоимость основных этапов реализации строительного проекта

Характеристика	Этап			
	Инженерно-геологические изыскания	Проектирование	Строительство	Эксплуатация
Длительность, лет	0,2	0,5...1	1...3	50...100
Стоимость, %	0,05...0,1	до 3...5	80...90	10...15

Недостаток объема данных инженерно-геологических изысканий обычно компенсируется за счет увеличения запаса надежности проектируемых сооружений. Строители выполняют это в процессе строительных работ, что дороже, чем любые инженерно-геологические изыскания.

Изыскания проводятся в удалённых друг от друга точках. На основе полученных данных исследований стратификация грунтов исследуемого основания подвергается

процессу «экстраполяции», далее происходит их «упаковка» в инженерно-геологические или расчетные грунтовые элементы. Границы таких слоев проводятся в предположении, что свойства грунтов в пределах одного элемента не меняются. Хотя, как показывает практика, испытания даже в самых близких точках могут давать результаты с большим разбросом значений. При этом повторяемость данных при инженерно-геологических изысканиях не проверяется.

В процессе разработки проекта по полученному инженерно-геологическому или расчетному элементу искусственно выбираются значения параметров, увеличивающие по расчетам запас надежности. Производственный мониторинг показывает, что полученные значения расчетных осадок сооружений не соответствуют фактическим. По мнению профессора Ю.К. Зарецкого, известного специалиста-геотехника: «Расчетные осадки должны превышать фактические на 30...100%, иначе расчетную модель основания нельзя считать достоверной» [3].

Кроме того, любые испытания, отбор образцов из выработок, их транспортировка в лабораторию изменяют свойства грунтов.

Их параметры определяют с использованием корреляционных формул, полученных при статистической обработке данных, имеющих большой разброс.

Разделение на инженерно-геологические и расчетные грунтовые элементы, то есть стратификацию основания можно выполнять по всему объему в виде сколь угодно большого числа разрезов (компьютерная задача). В действительности это только иллюстративный материал, для выполнения расчетов это практически не нужно. На рисунках 1 и 2 приведены примеры компьютерной обработки и построения изополей модуля деформации и стратификации грунтового основания [3].

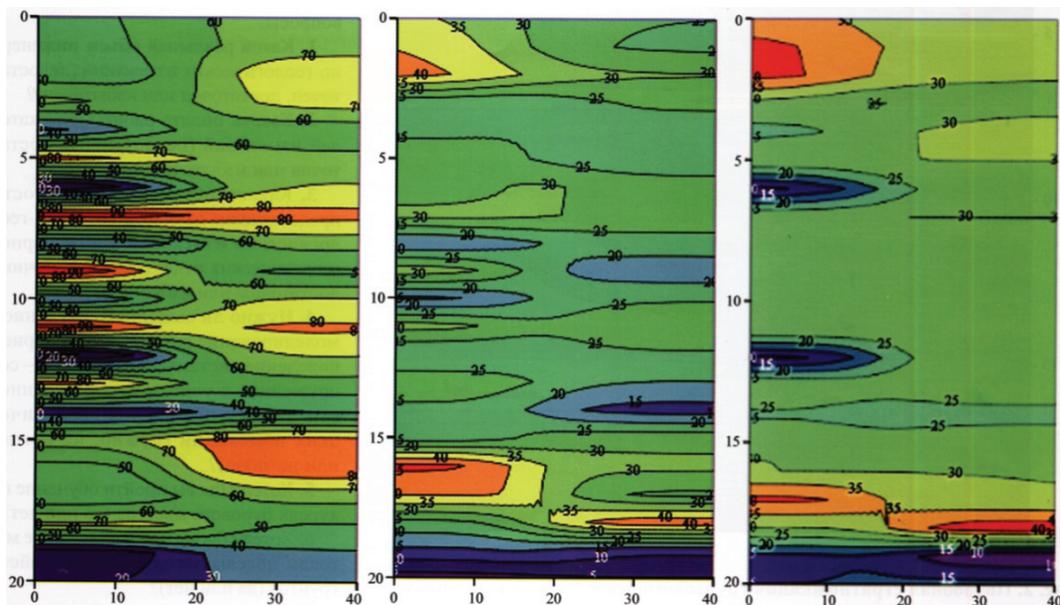


Рис. 1. Изополя: модуля деформации E , МПа:

(а) удельного сцепления c , кПА (б), угла внутреннего трения φ , ° (в).
Вертикальная ось – глубина, м; горизонтальная ось – расстояние, м

Недостаточная изученность оснований проектируемых сооружений может стать основной причиной их обрушения. Например, при проведении изыскательских работ под строительство торгового центра в Латвии не были выполнены в полном объеме геофизические исследования, что привело к проектированию несоответствующего прогнозируемым нагрузкам свайного основания и, впоследствии, разрушению здания [4].

Проблема качества инженерно-геологических изысканий и ее влияния на надежность и стоимость строительства возникла в те времена, когда был принят Федеральный закон о техническом регулировании (от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ).

Принятая система оплаты проектно-изыскательских работ согласно Федеральному закону № 44 (от 05 апреля 2013 г.) только после положительного заключения экспертизы пагубно отразилась на проектно-изыскательских организациях в части сохранения качества работ и закрепления кадров. Проектирование продолжается от 6 месяцев до года, экспертиза – от 2 до 3 месяцев.

В каждой исследовательской группе используются собственные разработки, эффективность которых доказывается, как правило, сопоставлением полученных результатов с материалами инженерно-геологического бурения.

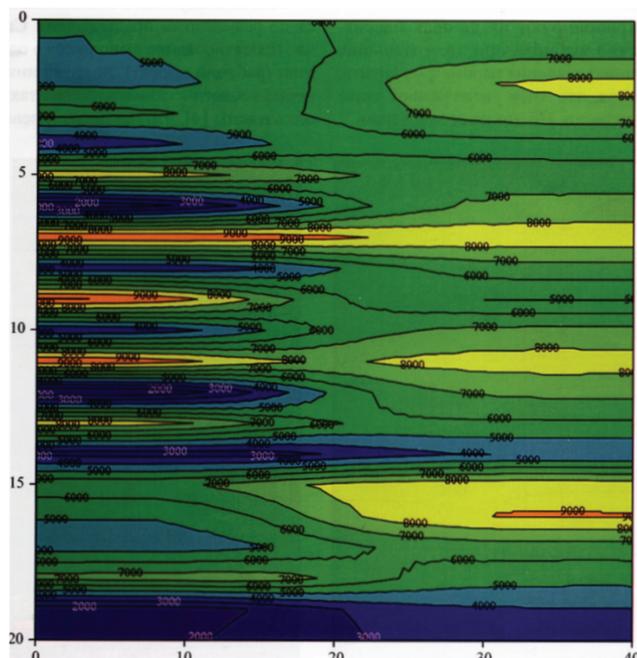


Рис. 2. Подробная стратификация грунтового основания с выделением инженерно-геологических элементов.

Вертикальная ось – глубина, м;
горизонтальная – расстояние, м,
числа на изолиниях – безразмерные
идентификаторы различных слоев
инженерно-геологических элементов

Данные инженерно-геологических изысканий в регионах практически не обобщаются и не используются. Отсюда – низкая точность результатов и отсутствие (или невозможность) получения характеристик, оговоренных в Еврокоде 7 [3].

В соответствии с рекомендациями Еврокода 7 изученность грунтовых условий зависит от объема и качества геотехнических изысканий. Для выполнения фундаментальных требований объем проведенных изысканий и контроль качества проведения работ значат больше, чем точность расчетных моделей и частных коэффициентов [5]. В отличие от СП22.13330 «Основания зданий и сооружений» Еврокод 7 рекомендует выполнять серию расчетов (численное моделирование) для учета неопределенности инженерно-геологических изысканий. В Еврокоде 7 кроме измеренных введены характерные, расчетные, управляющие, репрезентативные значения параметров. Статистически эти величины могут быть и меньше, и больше измеренных, то есть так же, как в ГОСТ 20522-96, где для каждого параметра грунта введены два коэффициента надежности – один больше, другой меньше единицы.

Репрезентативность является одной из составляющих достоверности изысканий. Чем больше исследуемый объем среды, тем представительнее результаты. Другая составляющая достоверности – точность измерений. Третья составляющая – надежность результатов. Если измерения выполнены с высокой точностью, но среда оказалась по каким-либо причинам нарушенной, то их результаты нельзя считать надежными и достоверными.

Одна из основных причин низкого качества инженерно-геологических изысканий – недостаточность геологических выработок, предусмотренных нормативными документами. Необходимо увеличение числа выработок в зависимости от стадии проектирования и категории инженерно-геологических условий. На участках между выработками инженерно-геологическая информация может быть получена геофизическими методами (например, георадиолокационным) [4].

Георадиолокационное зондирование грунтовой среды позволяет «увидеть» то, что скрывается под слоем горных пород на глубине до 100 м. Георадиолокационный метод эффективен, не требует большого свободного пространства и может применяться в условиях городской застройки. Позволяет выявлять зоны с ослабленными физико-механическими свойствами, обнаруживать инженерные коммуникации. Затем выполняется картирование путем компьютерной обработки полученных данных, определение протечек, обнаружение дефектов в конструкциях и т.д.

Инженерно-геологическое обеспечение в процессе строительства должно обосновывать допустимость изменений свойств геологической среды и потребность в корректировке проектных решений [6,7].

Инженерно-геологическое обеспечение особенно актуально:

- при строительстве в зонах повышенного риска и в стесненных условиях;
- при необходимости выполнения стационарных геологических наблюдений за негативными процессами;
- при проведении геотехнического контроля производства земляных работ;
- в случаях непредвиденных осложнений при строительстве;
- при превышении сроков давности инженерно-геологической информации;
- во всех случаях, когда имеются признаки изменения инженерно-геологических условий, выходящих за рамки сделанного ранее прогноза.

Выводы

1. Достоверность инженерно-геологических изысканий в значительной мере зависит от своевременного обновления нормативной базы.

2. Применение новых методов геофизических исследований грунтов оснований и использование программного обеспечения расчетов позволит проводить оценку состояния грунтов в сложных инженерно-геологических условиях.

3. Пересмотр значимости изыскательских работ с позиции финансирования проектов послужит стимулом для исполнителей инженерно-геологических изысканий применять современные технологии в полном объеме.

Библиографический список

1. Барвашов В.А., Болдырев Г.Г., Зинангиров Р.М., Каширский В.И., Озмидов О.Р., Найденов А.И. О взаимодействии изыскателей и проектировщиков. /Материалы 9-й Общероссийской конференции изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», г. Москва, 28-29 ноября 2013 г. – М.: ООО «Геомаркетинг», 2013. – С. 51-57.

2. Инструкция по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве. – М.: Правительство Москвы, Москомархитектура, 2004 (по состоянию на 2008 г.). – 107 с.

3. Барвашов В.А., Болдырев Г.Г., Каширский В.И. Неопределенности данных инженерно-геологических изысканий и численное моделирование поведения сооружений. // Инженерные изыскания. – 2015. – № 8. – С. 15-17.

4. Аносов Г.И., Дементьев Ю.В. О техническом оснащении инженерно-геофизических изысканий для строительства. // Инженерные изыскания. – 2015. – № 8. – С. 26-30.

5. EN1997-2:2007. Eurocode 7. Geotechnical design. Part 2. Ground investigation and testing. CEN, 2006.

6. СП47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: ФАУ «ФЦС», 2012. – 116 с.

7. Постановление Правительства Российской Федерации № 87 от 16 февраля 2008 г. «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-16022008-n-87/>

Материал поступил в редакцию 21.11.2017 г.

Сведения об авторе

Шибалова Галина Вячеславовна, доцент кафедры организации и технологии строительства объектов природообустройства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Москва, ул. Б. Академическая, д. 44; тел. 8(499) 976-07-13 e-mail: virginsoil@yandex.ru

G.V. SHIBALOVA

Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Russian state agrarian University – Moscow agricultural academy named after S.A. Timiryazev", Moscow, Russia

THE IMPORTANCE OF ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEYS FOR THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF STRUCTURES

Engineering-geological surveying is the most important element of the construction process. Geological researches determine a technical validity, expediency and possibility in principle of construction under the conditions of a particular area at a design stage. When studying the areas where construction will be carried out engineering-geological research allow to consider all the natural features of the site and choose the optimum sites when designing structures. Arrangement of engineering-geological research and making an engineering-geological conclusion requires a clear idea of the geological structure of the area, i.e. a stratigraphy, tectonics, lithology, physical-geological processes having developed in this area. The correctly specified stratigraphy defines location of the rocks having various physic-mechanical properties, and thus it is necessary for an assessment of conditions of the structure placement. The importance of tectonics in the assessment of engineering-geological conditions of the place of structure construction is great. Tectonic rocks dislocation creates sometimes quite difficult conditions for construction. To ensure a safe construction and subsequent operation of structures it is required to use special types of work. Under the sufficient substantiation another place for construction should be chosen. The main objectives of engineering-geological surveying are: studying of rocks as foundation soils,

environment for structure placement, construction material for various constructions; studying of the geological processes influencing the engineering assessment of the territory, clarification of the reasons causing an origin and development of processes; development of measures for ensuring stability of structures and their protection from an adverse effect of various geological phenomena.

Engineering-geological surveys, deformation of foundation, geological processes, engineering assessment of the territory, engineering-geological elements, rated soil elements.

Reference list

1. **Barvashov V.A., Boldyrev G.G., Znan-girov R.M., Kashirsky V.I., Ozmidov O.R., Naidenov A.I.** O vzaimodejstvii izyskatelej i projectirovshchikov. / Materialy 9-i Obshchero-sijskoy konferentsii izyskateljskih organizatsij «Perspektivy razvitiya inzhenernyh izyskaniy v stroiteljstve v Rossijskoj Federatsii», g. Moskva, 28-29 noyabrya 2013 g. – M.: OOO «Geomarketing», 2013. – S. 51-57.
2. Instruktsiya po inzhenerno-geologi-cheskim i geo-ekologicheskim izyskaniyam v g. Moskve. – M.: Praviteljstvo Moskvy, Moskomarhitektura, 2004 (po sostoyaniyu na 2008 g.)ю, 107 s.
3. **Barvashov V.A., Boldyrev G.G., Ka-shirsky V.I.** Neopredelennosti dannyh inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy i chislennoe modelirovanie povedeniya sooruzhenij. // Inzhe-nernye izyskaniya . – 2015. – № 8. – S. 15-17.
4. **Anosov G.I., Dementjev Yu.V.** O teh-nicheskom osnashchenii inzhenerno-geofizi-cheskikh izyskaniy dlya stroiteljstva. // Inzhe-nernye izyskaniya. – 2015. – № 8. – S. 26-30.
5. EN1997-2:2007. Eurocode 7. Geotechnical design. Part 2. Ground investigation and testing. CEN, 2006.
6. SP47.13330.2012 Inzhenernye izyska-niya dlya stroiteljstva. Osnovnye polozhe-niya. . – M.: FAU «FTSS», 2012. – 116 s.
7. Postanovlenie Praviteljstva Ros-sijskoj Federatsii № 87 ot 16 fevralya 2008 g. “Polozhenie o sostave razdelov projektnoj dokumentatsii I trebovaniyah k ih sodержaniyu”. <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-16022008>

The material was received at the editorial office
21.11.2017

Information about the author

Shibalova Galina Vyacheslavovna, associate professor of the chair of organization and technology of construction of environmental engineering facilities FSBEU HE RGAU-MAA named after C. A. Timiryazeva; 127550, Moscow, B. Akademicheskaya St., 44; ph. 8(499)9760713 e-mail: virginsoil@yandex.ru