

5 ЛЕКЦИЯ. Инженерно-геологическая рекогносцировка. Инженерно-геологическая съемка. Масштабы съемок. Инженерно-геологическая разведка – составная часть инженерно-геологических изысканий для строительства.

Как уже отмечалось во второй лекции, в состав инженерно-геологических изысканий входят:

***сбор, анализ и обобщение данных о природных условиях района (участка) строительства, включая материалы изысканий прошлых лет;
инженерно-геологическая рекогносцировка;
инженерно-геологическая съемка;
инженерно-геологическая разведка.***

-
- Сбор, анализ и обобщение литературных и фондовых данных осуществляются путем:
 - - составления карты фактического материала (изученности территории);
 - - сбора и изучения материалов, характеризующих все факторы инженерно-геологических условий;
 - - сбора и дешифрирования аэрофото- и космических снимков;
 - - составления карточек (таблиц) имеющихся данных по буровым, геологосъемочным, гидрогеологическим и другим работам и сводных таблиц физико-механических свойств грунтов;
 - - составления схематических карт инженерно-геологических условий и инженерно-геологических разрезов.
-
- При сборе фондовых материалов могут использоваться данные изысканий разных лет, но к отбору материалов следует подходить избирательно, используя те или другие характеристики инженерно-геологических условий в зависимости от их надежности.
- Большинство скважин может быть использовано для характеристики геологического разреза. Если в отдаленных скважинах обнаружены аномальные уровни подземных вод или значения некоторых параметров физико-механических свойств грунтов, то следует выяснить и проанализировать причины таких отклонений, которыми могут быть временные или эксплуатационные откачки, подтопление, развитие карстово-суффозионных процессов, оползней, подработка территории и др. В зависимости от установленных причин, их наличия или прекращения действия в период планируемых изысканий, аномальные данные следует учитывать или исключать из обработки.
-
- Состав, содержание работ при инженерно-геологической рекогносцировке, съемке, разведке должны отвечать требованиям главы СНиП II-9-78.

-
- ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОГНОСЦИРОВКА
-

- Инженерно-геологическая рекогносцировка — комплексный метод получения информации о геологических условиях строительства. Она выполняется с целью оценки качества накопленной инженерно-геологической информации в районе предполагаемого строительства и уточнения отдельных вопросов, оставшихся нерешенными; сравнительной оценки инженерно-геологических условий намеченных вариантов; предварительного прогноза изменения геологической (природной) среды, обусловленного взаимодействием с проектируемыми сооружениями. После получения технического задания на рекогносцировку, производится сбор и обобщение накопленной информации о районе, на основе которой разрабатывается геологическая гипотеза и формулируются вопросы, которые должны быть решены в ходе рекогносцировки. После этого составляют программу работ, содержащую обоснование состава работ и объемов, а также смету и выполняют организационно-технические мероприятия, обеспечивающие проведение рекогносцировки. При обобщении накопленной информации в случае необходимости, проводят дешифрирование аэрокосмофотоматериалов (АКФМ) и составляют предварительную схематическую инженерно-геологическую карту с разрезами. Рекогносцировочное обследование территории начинают с аэровизуальных (облет территории) или наземных наблюдений (объезд на автомобиле). На основании полученных результатов намечают наземные маршруты. При проведении наземных маршрутов ведут наблюдения и описание свойств геологической среды — компонентов инженерно-геологических условий. Описание геологических условий строительства проводят и для отрезков маршрута, расположенных между точками наблюдений. Маршрутное обследование территории сопровождается проведением отдельных неглубоких горных выработок, мелких скважин, проходимых скоростными методами, геофизическими работами, динамическим (статическим) зондированием, опробованием грунтов и подземных вод, обследованием сооружений, в том числе защитных. Геофизические работы и зондирование применяются в основном для решения отдельных вопросов, поставленных в программе рекогносцировки. Инженерно-геологическое опробование проводят с целью выборочного определения классификационных показателей свойств грунтов, на основе которых расчленяют геологическую среду на типы. Проводят оценку прочностных и деформационных свойств грунтов по таблицам нормативных значений. При изучении территории тектонических проявлений, оконтуривают область с неустойчивой структурой, определяют и описывают внешние и внутренние (геологические) условия процесса, по возможности устанавливают его причину, выявляют причины деформации сооружений (если они обнаружены при обследовании) и оценивают эффективность защитных мероприятий. По результатам рекогносцировочного инженерно-геологического обследования, составляют Заключение, которое состоит из текстовой части и схематической инженерно-геологической карты с разрезами, сводной инженерно-геологической колонки. К Заключению прилагают карту

фактического материала. Заключение должно содержать ответы на вопросы, поставленные в программе.

-

- ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

-

- Инженерно-геологическая съемка — комплексный метод получения информации о наборе компонентов инженерно-геологических условий некоторой территории путем наблюдений и описания свойств геологической среды и дешифрирования АКФМ, дополненных другими методами (горно-буровыми, геофизическими, опробованием). Территорией съемки могут быть район предполагаемого хозяйственного освоения; вариант трассы линейного сооружения; вариант строительной площадки, реже - выбранная строительная площадка.

- Съемка ведется с целью обоснования схем, развития и размещения отраслей промышленности и народного хозяйства (зонирование территории); сравнительной оценки геологических условий строительства сооружений на намеченных вариантах, проводимой для выбора площадки размещения сооружения (трассы); решения вопросов размещения отдельных сооружений на строительной площадке и специальных вопросов разработки прогноза изменения свойств геологической среды при освоении территории.

- В зависимости от цели, инженерно-геологическую съемку проводят в среднем или крупном масштабе. Средними считается группа масштабов 1:100 000—1:500 000. Крупными — крупнее 1:50 000.

- Государственная инженерно-геологическая съемка проводится в масштабе 1:200 000. В районах с простыми инженерно-геологическими условиями масштаб государственной съемки может быть 1:500 000, а со сложными — 1:100 000. При отсутствии геологической и гидрогеологической карт выполняется комплексная геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка.

- Государственная инженерно-геологическая съемка — съемка общего назначения, выполняемая для обоснования схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности, а также схем развития и размещения производительных сил. Съемки крупного масштаба, как правило, являются специальными, т. е. проводятся с целью решения задач проектирования отдельных видов строительства. Основным продуктом инженерно-геологической съемки всегда является карта инженерно-геологических условий с пояснительной запиской.

-

- Инженерно-геологическая съемка включает: наземные и аэровизуальные наблюдения, дешифрирование ЛКФМ, горные и буровые работы, инженерно-геологическое опробование, геофизические работы, некоторые специальные методы (зондирование, пенетрационно-каротажный и др.). Состав работ, входящих в инженерно-геологическую съемку, может несколько изменяться в зависимости от природных, в том числе и геологических, условий и масштаба съемки. Так, например, зондирование или пенетрационно-каротажные методы не применимы в районах распространения скальных и полускальных пород.

- В ходе инженерно-геологической съемки должна соблюдаться определенная последовательность отдельных видов работ. Это позволяет использовать результаты ранее проведенных работ при планировании (корректировке методики проведения) последующих. Методики средне- и крупномасштабной инженерно-геологической съемок существенно отличаются.

- *При среднемасштабной инженерно-геологической* съемке полевым работам обычно предшествует дешифрирование АКФМ, цель которого заключается в составлении предварительной схематической карты инженерно-геологических условий или, в худшем случае,— схемы размещения отдельных компонентов инженерно-геологических условий; выявлении структуры ландшафта (составление схемы ландшафтного районирования) и установлении местоположения ключевых участков общего назначения, опорных маршрутов профилей, ориентированных по главным направлениям изменчивости.

- Затем. проводят маршрутное обследование территории и работы на опорных профилях (геофизические методы, зондирование, пенетрационно-каротажный метод). По результатам этих исследований уточняют положение ключевых участков, получают информацию о пространственной изменчивости геологических параметров и выбора местоположения ключевых участков — эталонов. На ключевых участках и в местах, интересных по геологическим соображениям, проводят наземные наблюдения и описание свойств геологической среды, горно-буровые работы, инженерно-геологическое опробование. Общая глубинность освещения компонентов инженерно-геологических условий при съемке должна быть достаточной для вскрытия закономерностей их формирования в процессе геологической истории, для выявления взаимосвязей свойств приповерхностной области литосферы со свойствами нижележащей части и с экзогенными геологическими процессами. В процессе среднемасштабной инженерно-геологической съемки, наземные наблюдения, горные и буровые работы и инженерно-геологическое опробование сосредоточивают преимущественно на ключевых участках. Полученная на них инженерно-геологическая информация распространяется на часть территории съемки, подобную по компонентам инженерно-геологических условий. В ходе экстраполяции данных об инженерно-геологических условиях используют метод ландшафтных индикаторов. Подобные по компонентам инженерно-геологических условий области устанавливают с учетом ландшафтного районирования территории. На ключевых участках изучают наиболее типичные компоненты инженерно-геологических условий или отдельные, не типичные, но наиболее отчетливо выраженные компоненты инженерно-геологических условий и проявления геологических процессов. В первом случае говорят о ключевых участках общего назначения, во втором — специального назначения.

- На ключевых участках исследования проводят в масштабе 1:25 000 (при масштабе съемки 1:200000) или 1:50 000 (при масштабе съемки 1:500 000).

- На опорных профилях, ориентированных по главным направлениям

изменчивости, проводят геофизические исследования, динамическую или статическую пенетрацию, пенетрационно-каротажные работы. Цель работ на опорных профилях заключается в получении данных, необходимых для составления инженерно-геологических разрезов.

-
- Глубина горно-буровых выработок устанавливается с таким расчетом, чтобы они вскрыли толщу горных пород до нижней границы возможной сферы взаимодействия геологической среды с сооружением. Обычно глубина выработок при среднемасштабной инженерно-геологической съемке не превышает 15 - 20 м. В процессе опробования отбирают образцы пород, с целью определения классификационных показателей.

-
- На ключевых участках проводят ландшафтно-индикационные исследования в основе которых лежит ландшафтная привязка горно-буровых работ и работ по опробованию к соответствующим компонентам обстановки (рельефу, растительному покрову, элементам гидросети). Данные ландшафтно-индикационных исследований используют для экстраполяции инженерно-геологической информации, полученной на ключевом участке, на квазигоднородную по инженерно-геологическим условиям область, предварительно выделенную по схеме ландшафтного районирования (по АКФМ).

-
- **При крупномасштабной инженерно-геологической** съемке выполняют практически те же работы, что и в процессе среднемасштабной. Однако соотношение работ, выполняемых разными методами, изменяется. Крупномасштабная инженерно-геологическая съемка в подавляющем большинстве случаев является специализированной. Она выполняется с целью получения инженерно-геологической информации, находит отражение в объемах съемочных сооружений, для расчетов инженерно-геологических процессов. Возрастает роль количественных оценок в инженерно-геологической информации, повышаются требования к ее точности и достоверности. Изменение требований к инженерно-геологической информации находит отражение в объемах съемочных работ и методах их выполнения. Возрастает вклад горно-буровых работ и специальных методов инженерной геологии, позволяющих получать количественные оценки компонентов инженерно-геологических условий. При проведении крупномасштабной инженерно-геологической съемки исследования охватывают всю площадь, а не только ключевые участки. Это касается расположения точек наземных наблюдений, горно-буровых работ и опробования, инженерно-геологических специальных работ. Пункты получения информации в пределах площади съемки располагают во всех местах, интересных в геологическом отношении, в соответствии с геологическими правилами, а в пределах неоднородных по геологическим условиям участков территории - регулярно. В нормативных документах число точек наблюдения определяется, в зависимости от масштаба и категории сложности инженерно-геологических условий.

-
- В процессе крупномасштабной инженерно-геологической съемки существенно возрастает значение опробования. В зависимости от масштаба и назначения инженерно-геологической съемки, геологическая среда должна быть разделена на геологические элементы (ИГЭ) (съемка масштаба 1:1000—1:2000), на глубину возможной сферы взаимодействия фундамента сооружения и его основания. ИГЭ должны быть охарактеризованы соответствующими характеристиками, отражающими показатели свойств грунтов. Доверительная вероятность оценок показателей существенно выше, чем при среднемасштабной инженерно-геологической съемке (не ниже 0,85). Выделение границ ИГЭ и характеристику их свойств, производят на основании данных о показателях свойств, получаемых полевыми методами и в лабораторных условиях. В состав полевых инженерно-геологических работ по съемке включают, помимо динамического и статического зондирования, вращательный срез, прессиометрию - позволяющие оценить прочностные и деформационные свойства грунтов, которые будут находиться в пределах сферы взаимодействия под основанием сооружений.
- Также, инженерно-геологическая съемка, предусматривает проведение определенных гидрогеологических исследований.
- Гидрогеологические работы преследуют цель установления условий залегания, распространения, режима и химического состава подземных вод, определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов в пределах возможной сферы взаимодействия, выявления взаимосвязей подземных и поверхностных вод. В простейшем случае следует изучить первый от поверхности водоносный горизонт грунтовых вод, его уровень (колебания УГВ), распространение, направление движения, химический состав и агрессивность грунтовых вод. При некоторых видах специальных крупномасштабных съемок (например, для гидротехнического строительства или мелиорации земель) проводят большой объем опытно-фильтрационных работ (наливов, нагнетаний, откачек и др.), с целью получения исходных данных, необходимых для расчета гидрогеологических процессов: фильтрации, подтопления, заболачивания, водопритокков в выемки, прорыва напорных вод и др.
- Горные, буровые, геофизические, специальные инженерно-геологические и гидрогеологические работы ведут при изучении эндогенных и экзогенных геологических процессов. Целями работ при этом являются: выявление и оконтуривание областей с неустойчивой структурой, выявление условий эндогенных и экзогенных процессов (вспомнить первую лекцию) внешних и внутренних причин и, по возможности, получение данных об их режиме. В процессе проведения инженерно-геологической съемки получают данные, которые, в дальнейшем будут использованы для составления карты инженерно-геологических условий.

-

- ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

-

- **Инженерно-геологическая разведка** - комплексный метод получения информации об инженерно-геологических условиях некоторой области

литосферы, путем проведения горно-буровых, опытных инженерно-геологических и гидрогеологических работ, инженерно-геологического опробования и лабораторных работ, документации строительных выемок и режимных инженерно-геологических наблюдений.

- ***В отличие от инженерно-геологической съемки, в состав разведки не входят наземные и аэровизуальные наблюдения, дешифрованные АКФМ.***
- ***Инженерно-геологическая разведка, в зависимости от ее целевого назначения, предопределяемого этапом хозяйственной деятельности (стадией проектирования), разделяется на предварительную, детальную и оперативную.***

- Разные виды инженерно-геологической разведки довольно существенно различаются составом, объемами работ, их пространственным размещением и характером получаемой информации.

- ***Предварительную инженерно-геологическую разведку*** проводят в пределах границ выбранной для строительства площадки. Главная цель строительного проектирования заключается в компоновке сооружений на площадке, включающей проведение предварительных расчетов их оснований. Следовательно, проектировщик должен располагать информацией о геологическом разрезе, свойствах грунтов, положении УГВ и их составе практически в любом месте площадки предполагаемого строительства. Отсюда вытекают требования к размещению работ. Они должны более или менее равномерно охватить всю строительную площадку с тем, чтобы в случае необходимости можно было получить инженерно-геологический разрез по любому выбранному направлению, со свойствами грунтов, положением УГВ и другими сведениями, нужными для составления расчетной схемы и предварительных расчетов оснований.

- Глубина исследований определяется сферой взаимодействия проектируемых сооружений. В простейшем случае она отвечает активной зоне наиболее тяжелого сооружения.

- В процессе проведения предварительной инженерно-геологической разведки, геологическая среда должна быть разделена на инженерно-геологические элементы (ИГЭ). В ходе опробования требуется определять, в основном, классификационные показатели свойств грунтов. Они необходимы для выявления закономерностей пространственной изменчивости свойств геологической среды; оценок средних значений классификационных показателей, на основе которых, затем по соответствующим СНиП, выбирают нормативные значения показателей, используемые при предварительных расчетах оснований.

- Инженерно-геологическая разведка включает проведение гидрогеологических работ. Цель работ состоит в получении данных о гидрогеологических условиях строительной площадки, нужных для разработки их прогноза при строительстве

и эксплуатации сооружений, возможного подтопления территории, загрязнения и изменения химического состава подземных вод. В ходе гидрогеологических исследований устанавливают положение УГВ в горных выработках и скважинах, отбирают пробы воды, с целью определения химического состава и агрессивности, определения водопроницаемости, производят одиночные откачки из скважин и наливов в шурфы, ведут наблюдения за режимом УГВ и химического состава. Если на площадке обнаружены проявления эрозии земной поверхности, то организуют наблюдения за ее режимом.

-

- **Детальную инженерно-геологическую разведку** проводят в пределах предполагаемой сферы взаимодействия геологической среды с сооружением, на стадии РД. Границы предполагаемой сферы взаимодействия и границы входящих в нее зон, выделяют до начала детальной разведки, на основании геологической информации и технических данных о сооружении и условиях его работы.

- Детальная инженерно-геологическая разведка включает горные и буровые работы, полевые определения прочностных и деформационных свойств грунтов (сдвиги, обрушения, выпирание призм, прессиометрию, опытные нагрузки на штамп, на сваю и др.), инженерно-геологическое опробование, гидрогеологические работы. **Работы выполняют только внутри границ предполагаемой сферы взаимодействия сооружения**, размещая те или иные виды работ внутри соответствующих зон. Например, нагрузки на штампы располагают внутри контуров зоны уплотнения грунтов, полевые испытания грунтов для оценки их прочности — в зоне сдвига или в зоне нарушения устойчивости откоса, опытные гидрогеологические работы — в зоне фильтрации или в зоне подтопления и т.д.

-

- **Глубина исследований определяется нижней границей соответствующей зоны сферы взаимодействия.** Например, деформационные свойства грунтов основания изучают до нижней границы активной зоны (зоны уплотнения грунтов). Это обстоятельство отражено в СНиП, которыми предписываются границы инженерно-геологической разведки устанавливать с учетом размеров сферы взаимодействия. Глубину зоны определяют расчетом, используя информацию, полученную при предварительной инженерно-геологической разведке. Ориентировочная глубина горных и буровых выработок для различных типов фундамента следующая.

- Если в пределах сферы взаимодействия залегают скальные породы, то выработки проходят на 2 м ниже кровли слабобыветрелых пород или подошвы фундамента при его заложении на скале.

- Элювиальные отложения вскрывают выработками до глубины не менее 2 м ниже кровли слабобыветрелых пород при площадной коре выветривания и не менее 3—5 м ниже кровли слабобыветрелых пород при линейной коре выветривания. В процессе строительства на насыпных грунтах выработки заглубляют не менее чем на 5 м ниже подошвы насыпи.

- В ходе детальной разведки определяют показатели свойств грунтов в пределах

предполагаемой сферы взаимодействия. Для проведения окончательных расчетов основания, проектировщику нужны данные о показателях свойств грунтов, которые используются при расчетах соответствующих процессов. Это, в основном, показатели сжимаемости, прочности, водопроницаемости и др. Они должны быть представлены в виде оценок средних значений, характеризующих выделенные по данным горно-буровых работ и инженерно-геологического опробования геологического тела.

-
- В ходе дальнейшей инженерно-геологической разведки, ведут наблюдения за УГВ, отбирают пробы воды для определения химического состава и агрессивности, а в сложных условиях (УГВ выше отметки подошвы фундамента, возможность развития процесса подтопления и др.), проводят опытные гидрогеологические работы. По результатам детальной инженерно-геологической разведки составляют инженерно-геологическое заключение.
-
- *В процессе одностадийного проектирования (рабочий проект) должны быть решены вопросы компоновки сооружений на площадке и проведен окончательный расчет их оснований. Вследствие этого, предварительная и детальная инженерно-геологическая разведка сливаются воедино. Сначала инженерно-геологические исследования проводят на территории всей площадки будущего строительства, а после выбора мест размещения сооружений на этих местах — в пределах предполагаемой сферы взаимодействия.*
-
- **Оперативную инженерно-геологическую разведку** проводят в процессе строительства ответственных сооружений, сооружений 1 класса и уникальных (Классификация сооружений по классам, будет подробно рассмотрена в 4 лекции). Ее цели заключаются в получении информации о фактических свойствах геологической среды и инженерно-геологических процессах, развивающихся в период формирования сферы взаимодействия под влиянием строительных работ; проведении наблюдений за производством строительных работ в части взаимодействия с геологической средой и контроле выполнения требований проекта производства работ, в том числе по возведению земляных сооружений (геотехконтроль).

Оперативная инженерно-геологическая разведка включает:

- документацию строительных выемок, режимные наблюдения за свойствами геологической среды — компонентами инженерно-геологических условий (за инженерно-геологическими процессами);
- инженерно-геологическое опробование; наблюдения (и контроль) за производством строительных работ, в том числе опытно-строительных.

Работы сосредоточивают в пределах развивающейся сферы взаимодействия геологической среды с сооружениями: в строительных котлованах, подземных выработках, внутри контура депрессии, формирующееся при глубинном водопонижении, и т.д.

Документация строительных выемок заключается в описании, зарисовке (фотографировании) обнажений горных пород, пространственных отношений геологических тел (геологического строения), трещиноватости, элементов тектоники, гидрогеологических проявлений, проявлений экзогенных геологических, в том числе инженерно-геологических, процессов. Особое внимание при этом обращается на выявление и описание тех аспектов инженерно-геологических условий, которые не удалось выявить в процессе инженерно-геологических изысканий, проведенных в рамках проектирования сооружений; описание характера взаимодействий между орудиями труда и геологической средой и описанию результатов взаимодействий, проявляющихся как инженерно-геологические процессы. Документируются откосы и дно строительных котлованов и открытых выемок, стенки, кровля и подошва подземных выработок. Масштаб документации 1:20— 1:500. Документация выемок оформляется в виде разверток основания, стенок (и кровли подземных выработок) или их частей, без искажения масштабов, и описания инженерно-геологической ситуации. В ходе оперативной инженерно-геологической разведки ведут опробование грунтов, вскрытых выемками. Опробуются важнейшие инженерно-геологические элементы, оказывающие существенное влияние на устойчивость сооружений, их осадку и процессы фильтрации. Так, в обязательном порядке опробуются грунты, залегающие вблизи отметок заложения фундаментов, в кровле и почве подземных выемок и т. д. Объем опробования должен быть достаточным для получения оценок средних значений показателей, использованных в расчетах инженерно-геологических процессов с доверительной вероятностью и точностью, соответствующими тем, с которыми получены аналогичные оценки, содержащиеся в проектных материалах.

Опробование проводят в пределах отдельных, сравнительно небольших площадок, в стенках (откосах) или дне строительных выработок. При расчете его объема и параметров используют информацию, содержащуюся в проектных материалах или полученную уже в ходе оперативной разведки.

Важнейшей составной частью оперативной инженерно-геологической разведки являются режимные инженерно-геологические наблюдения.

Они включают наблюдения:

- 1) за инженерно-геологическими процессами, развивающимися в результате взаимодействий орудий труда (землеройной техники, водопонизительных установок буровзрывных работ и т. д.) и строящихся сооружений с геологической средой;
- 2) за проведением строительных работ преимущественно нулевого цикла;
- 3) за работами по возведению земляных сооружений;
- 4) за проведением опытно-строительных работ и их эффективностью (проходка опытных котлованов, опытные работы по технической мелиорации грунтов, устройство опытных цементационных завес и т. д.).

Наблюдения включают инструментальные методы измерения параметров

процессов. К их числу принадлежат, например, наблюдения: за уплотнением (осадкой, просадкой) грунтов по реперам; смещениями грунтов в откосах; поровым давлением в основании и в теле земляных сооружений; уровнем и напорами подземных вод; горным давлением и изменением параметров вывалов. Данные наблюдений документируются в виде описаний, графиков, зарисовок, временных рядов. Получаемая в процессе оперативной разведки информация незамедлительно обрабатывается и сразу же передается авторскому надзору. Представители авторского надзора (проектирующей организации), на основании полученной информации, в случае необходимости, корректируют рабочие чертежи и проект производства строительных работ (принимают меры по соблюдению проекта строительной организацией).