

6 ЛЕКЦИЯ. Инженерно-геологическая разведка: основные положения, цели, задачи, область применения и периоды проведения. Понятие и суть инженерно-геологического элемента (ИГЭ).

Инженерно-геологическая разведка представляет собой комплекс инженерно-геологических работ **на завершающих этапах инженерно-геологических изысканий**, проводимых в пределах сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой, т.е. тогда, когда точно установлено местоположение сооружения и определены его основные конструктивные особенности, а также режим эксплуатации.

В состав инженерно-геологической разведки входят:

проходка горных выработок;

полевые исследования свойств грунтов;

геофизические исследования;

лабораторные исследования состава и свойств грунтов и химического состава подземных вод;

опытно-фильтрационные работы;

стационарные наблюдения;

специальные виды инженерно-геологических исследований, предусмотренные программой изысканий;

камеральная обработка материалов.

Под сферой взаимодействия сооружения с геологической средой следует понимать массив грунтов, определяющий устойчивость сооружения и воспринимающий от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режимов.

Основной целью инженерно-геологической разведки является получение исходных количественных данных для расчета оснований и фундаментов сооружений или их среды для количественного прогноза изменения геологической среды в процессе строительства и эксплуатации сооружений. Под прогнозом в данном случае следует понимать прогноз возникновения и хода развития инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой;

прогноз развития выявленных физико-геологических процессов;

прогноз изменения напряженного состояния массива грунтов, его температурного и водного режимов.

Общие задачи инженерно-геологической разведки сводятся к следующему:

изучению геологического разреза оснований или среды сооружений;
определению физико-механических свойств грунтов оснований или среды, их водного и температурного режимов;
составлению инженерно-геологической модели оснований или среды сооружений;
установлению обобщенных значений показателей физико-механических свойств грунтов в приложении к выделенным инженерно-геологическим элементам (или модели в целом).

Частные задачи инженерно-геологической разведки определяются в зависимости от назначения проектируемого сооружения, его конструктивных особенностей и режима эксплуатации, сложности инженерно-геологических условий участка строительства и степени их изученности.

Инженерно-геологический элемент (ИГЭ) - это часть массива грунтов (слой, часть слоя), однородная по возрасту, генезису, литологическому составу, показателям состояния и физико-механических свойств.

Инженерно-геологический элемент является основной структурной единицей инженерно-геологической модели основания или среды сооружения.

Инженерно-геологическая модель, составленная геологом, преобразуется проектировщиком в расчетную модель основания или среды сооружения. Основной структурной единицей расчетной модели является расчетный элемент. Взаимоотношение в пространстве расчетных элементов определяет структуру расчетной модели.

Расчетная модель позволяет количественно оценить инженерно-геологические процессы в основании или среде сооружения, а также обосновать выбор защитных мероприятий, в том числе и конструктивных, ограничивающих воздействие проектируемого сооружения на геологическую среду.

Расчетный элемент - это инженерно-геологический элемент или их группа, выделенная по характеру воздействия на них проектируемого сооружения и условиям работы в качестве основания сооружения или его среды. В расчетных схемах оснований или среды сооружений расчетный элемент условно принимается за единое целое, характеризующееся одним расчетным значением того или иного показателя физико-механических свойств грунтов.

Расположение в пространстве точек производства всех видов работ, входящих в состав инженерно-геологической разведки, образует систему инженерно-геологической разведки. Расстояния между этими точками - **параметры системы инженерно-геологической разведки**.

Составной частью системы инженерно-геологической разведки является система инженерно-геологического опробования, под которой следует понимать расположение в пространстве точек отбора образцов для изучения свойств грунтов и точек проведения полевых определений показателей свойств грунтов. Числовой характеристикой плотности расположения этих точек являются интервал и шаг опробования.

Интервалом называется расстояние между точками определения однотипных показателей свойств грунтов по вертикали (в разрезе буровой скважины, шурфа), а шагом - расстояние между этими точками по горизонтали.

Основная цель инженерно-геологического опробования при производстве инженерно-геологической разведки - получение обобщенных значений прямых показателей физико-механических свойств грунтов для каждого выделенного инженерно-геологического элемента с учетом возможности изменения этих свойств в процессе строительства и эксплуатации проектируемого сооружения.

Из основной цели инженерно-геологического опробования вытекают следующие его задачи:

- установление параметров системы опробования;
- отбор образцов из предварительно выделенных инженерно-геологических элементов;
- установление перечня необходимых для проектных расчетов прямых определений показателей свойств грунтов;
- выбор метода (способа, схемы) определения каждого показателя;
- определение прямых показателей физико-механических свойств грунтов полевыми и лабораторными методами;

обработка результатов этих определений и окончательное выделение инженерно-геологических элементов;

вычисление обобщенных значений прямых показателей физико-механических свойств для каждого инженерно-геологического элемента;

установление гарантированных значений показателей с заданной доверительной вероятностью;

прогноз изменения состояния грунтов при строительстве и эксплуатации сооружения;

определение показателей свойств грунтов с учетом прогнозируемого изменения их состояния;

введение поправок в обобщенные или гарантированные значения показателей свойств грунтов на прогнозируемое изменение их состояния.

Общая методическая схема производства инженерно-геологической разведки сводится к следующему:

к анализу материалов, полученных на предыдущих этапах изысканий, применительно к назначению и конструктивным особенностям проектируемого сооружения или отдельных его частей;

установлению границ сферы взаимодействия сооружения с геологической средой;

формулированию задач инженерно-геологической разведки;

установлению системы инженерно-геологической разведки, в том числе системы опробования, и выбор параметров этих систем;

выбору методов производства инженерно-геологической разведки, в том числе методов опробования;

производству полевых и лабораторных работ;

текущей камеральной обработке получаемых материалов;

уточнению границ сферы взаимодействия сооружения с геологической средой, корректировке принятой системы инженерно-геологической разведки, ее параметров, а также методов производства работ;

окончательной камеральной обработке материалов, составлению инженерно-геологической модели основания или среды сооружения, разработке рекомендаций проектировщикам и строителям;

составлению общего заключения об инженерно-геологических условиях участка строительства.

Общая схема организации работ по инженерно-геологической разведке включает три основных периода:

подготовительный период;
период выполнения основных объемов работ по утвержденной программе;
заключительный период (завершающая обработка материалов и составление инженерно-геологического заключения).

В подготовительный период выполняются работы организационно-методического и организационно-технического содержания, конечной целью которых является составление программы (проекта) инженерно-геологической разведки и обеспечение запланированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

Период выполнения основных объемов работ по утвержденной программе охватывает время выполнения буровых, горных, геофизических, лабораторных, опытных и других видов работ, предусмотренных программой. В течение всего этого периода ведется также камеральная обработка материалов, получаемых в процессе выполнения запланированных работ, с целью оперативного управления этими работами - внесения необходимых изменений в системы инженерно-геологической разведки и опробования, остановки тех или других видов работ по достижении результата и т.д.

Заключительный период инженерно-геологической разведки наступает после завершения всех запланированных полевых и лабораторных работ, а также предварительной обработки полученных материалов. Главная задача периода - составление заключения, содержащего все сведения, предусмотренные программой, а также необходимые, с точки зрения инженера-геолога, рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемые сооружения.

Указанные периоды проведения инженерно-геологической разведки в практике проведения изысканий не всегда могут быть четко выделены во времени. В значительном числе случаев разрыва во времени между ними не бывает, так же как сам этап инженерно-геологической разведки не отделяется от предыдущих этапов изысканий. Однако эти периоды существуют объективно, и их важно выделять с целью оптимального планирования и управления процессом инженерно-геологической разведки.

1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

1.1. Общие положения

Программа производства инженерно-геологической разведки разрабатывается после получения технического задания, которое должно содержать исчерпывающую характеристику конструктивных особенностей проектируемого сооружения и его точную привязку к местности. Содержание технического задания должно соответствовать главе СНиП II-A.13-69.

Программа составляется ответственным исполнителем работ и основными техническими специалистами соответствующего профиля в зависимости от предусматриваемых работ и методов их выполнения.

Программа инженерно-геологической разведки должна содержать три основных раздела: геолого-методический, производственно-технический и сметный.

Основное содержание геолого-методической части программы сводится к обоснованию объемов необходимых работ и методов их проведения, а также расчету трудовых и материальных затрат.

С целью проведения такого обоснования в программе должны быть проанализирована степень инженерно-геологической изученности с построением инженерно-геологической модели участка проектируемого сооружения, оценены сложность инженерно-геологических условий, взаимодействие проектируемого сооружения и геологической среды исходя из его назначения, конструкции и режима эксплуатации. На этой основе в программе определяются границы сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой и формулируются задачи инженерно-геологической разведки. Границы выделенной сферы взаимодействия объективно определяют площадь и глубину проведения разведочных работ, а сформулированные задачи позволяют наметить систему инженерно-геологической разведки и ее параметры, т.е. определить, где и в каких местах необходимо вскрыть геологический разрез, произвести отбор проб грунтов для лабораторных испытаний, изучение свойств грунтов полевыми методами и т.д.

В этой части программы, исходя из необходимой точности проведения работ, должен быть обоснован метод или комплекс методов для решения сформулированных задач.

Заключительной частью геолого-методического раздела программы является сводная таблица запланированных объемов работ по их видам и методам выполнения.

Производственно-технический раздел программы содержит:

- расчет трудовых и материальных затрат на производство инженерно-геологической

- разведки;
- спецификацию необходимого оборудования, инструмента и материалов;
- график производства работ;
- особые требования к безопасному ведению работ в конкретных условиях проведения инженерно-геологической разведки.

Смета на производство работ, входящих в состав инженерно-геологической разведки, составляется по расценкам «Сборника цен на проектные и изыскательские работы для строительства, часть I. Цены на изыскательские работы». М., Стройиздат, 1967, а по видам работ, не отраженным в Сборнике, - прямым расчетом или по аналогии исходя из накопленного опыта.

Программа производства инженерно-геологической разведки, если она выполняется в качестве отдельного этапа изысканий, согласовывается с организацией-заказчиком и утверждается руководством изыскательской организации.

Производство инженерно-геологической разведки без согласованной и утвержденной программы не допускается.

Исходя из предусмотренных программой видов работ и их объемов, в соответствии с установленным сроком проведения инженерно-геологической разведки, на заключительном этапе подготовительного периода выполняется ряд организационно-технических мероприятий:

комплектование партии (отряда, группы) инженерно-техническим персоналом и рабочими;

комплектование необходимого оборудования, снаряжения, инструмента, транспортных средств и пр.;

организация и проведение транспортирования оборудования к месту проведения работ;

получение и отправка к месту работ в установленном порядке необходимого количества экземпляров топографической основы;

организация служебных (камеральных, лабораторных и др.) помещений, пунктов ночлега и питания для персонала в районе полевых работ;

организация снабжения механических средств горюче-смазочными материалами, электроэнергией, запчастями и т.д.;

организация хранения материальных ценностей (оборудования, снаряжения и др.) в районе проведения полевых работ.

Особое внимание должно быть уделено организации хранения образцов грунтов после отбора их из горных выработок и транспортированию в лабораторию (в соответствии с ГОСТ 12071-72 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов»).

1.2. Принципы и методы установления границ сферы взаимодействия сооружения с геологической средой

Границы сферы взаимодействия сооружения с геологической средой определяют площадь и глубину проведения инженерно-геологической разведки, а в конечном итоге - ее систему и методы выполнения работ.

Границы сферы взаимодействия обоснованно могут быть установлены в том случае, если:

- определено точное местоположение проектируемого сооружения;
- разработаны его конструкция и режим эксплуатации;
- выявлены и изучены основные черты геологического строения участка строительства и его гидрогеологических условий;
- определено пространственное положение зон развития физико-геологических процессов, которые могут повлиять на устойчивость проектируемого сооружения;
- выявлены и изучены причины возникновения физико-геологических процессов и предварительно разработан прогноз их развития.

Все эти сведения позволяют составить схему воздействия физических полей, вызываемых сооружением, на геологическую среду, а также прогнозировать возможное влияние геологической среды на проектируемое сооружение.

Составление схем взаимодействия физических полей на геологическую среду должно осуществляться по законам механики грунтов (силовое поле), теплофизики (тепловое поле), динамики подземных вод (поле фильтрации) и т.д.

Анализ соответствующих полей, расчеты и моделирование позволяют с достаточной для практики точностью определить характер воздействия проектируемого сооружения на геологическую среду, количественно оценить интенсивность вызываемых сооружением инженерно-геологических процессов, оконтурить зону их развития и тем самым установить границы сферы воздействия сооружения на геологическую среду. В простых инженерно-геологических условиях, если в разрезе основания сооружения отсутствуют грунты, обладающие специфическими свойствами (например, просадочностью), а на участке строительства сооружения отсутствуют неблагоприятные для данного сооружения физико-геологические процессы и водоносные горизонты, обладающие напором, то сфера воздействия сооружения на геологическую среду будет, как правило, соответствовать сфере взаимодействия сооружения с геологической средой.

При обосновании проектов зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения сфера, воздействия проектируемого сооружения на геологическую среду в первом приближении может быть ограничена:

по площади - контуром расположения проектируемого здания или сооружения и территорией благоустройства вокруг него;

по глубине - величиной активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него по следующей таблице:

Ориентировочная величина активной зоны в зависимости от нагрузки на фундамент

Квадратный фундамент		Ленточный фундамент	
нагрузка на опору, Т	величина активной зоны, м	нагрузка на фундамент, Т/м	величина активной зоны, м
До 50	4-6	До 10	4-6
100	5-7	20	6-8
250	7-9	50	9-12
500	9-13	100	12-17
1500	12-19	200	17-20
5000	18-26		

Примечания: 1. Величина активной зоны отсчитывается от отметок предполагаемого заложения фундамента, а для свайных фундаментов - от нижних концов свай.

2. Большие величины активной зоны принимаются при наличии в грунтах основания грунтовых вод.

При обосновании проектов гидротехнических сооружений (плотин, дамб) величина активной зоны обычно принимается равной удвоенному напору.

В районах распространения просадочных грунтов, сфера взаимодействия сооружения с геологической средой включает весь разрез, сложенный просадочными грунтами. Нижняя граница этой сферы совпадает или с положением уровня грунтовых вод, или с кровлей непросадочных грунтов, подстилающих просадочные.

Нижняя граница сферы взаимодействия в районах распространения вечномерзлых грунтов определяется расчетом. Однако ее положение не может быть выше зоны годовых колебаний температуры грунтов.

В районах распространения набухающих и засоленных грунтов положение нижней границы сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой будет определяться положением в разрезе этих грунтов и водным режимом грунтовой толщи как существующим, так и прогнозируемым.

В районах развития карста положение нижней границы сферы взаимодействия будет, как правило, определяться глубиной залегания зоны активного развития карстового процесса.

При проектировании сооружения на оползневом склоне в среду взаимодействия его с геологической средой практически должен включаться весь оползневый склон на глубину развития оползневого процесса.

Если сооружение располагается вблизи оползневого склона, то границы сферы взаимодействия устанавливаются на основе прогноза. Средняя скорость продвижения оползней в глубь склона может быть определена или путем стационарных наблюдений с последующей статистической обработкой полученных результатов, или путем сопоставления топопланов и аэрофотоснимков оползневого склона, выполненных в разные годы.

На перерабатываемых берегах морей, озер и водохранилищ границы сферы

взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой по площади устанавливаются расчетными методами. Следует, однако, иметь в виду, что прогнозируемая расчетная скорость переработки берегов далеко не всегда соответствует наблюдаемой в действительности из-за недостаточно разработанной методики расчета.

Если в геологическом разрезе участка проектируемого строительства вскрыты водоносные горизонты, обладающие напором, то нижняя граница сферы взаимодействия устанавливается с расчетом, в зависимости от величины напора и глубины заложения фундаментов или величины заглубления подземных частей проектируемого сооружения.

Достоверность установления границ сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой зависит от следующих факторов:

полноты и качества материалов изысканий предыдущего этапа, обосновывающего компоновку зданий и сооружений проектируемого комплекса (составление генерального плана объекта строительства, выбор местоположения отдельно стоящего здания, проложение трассы линейного сооружения);

определенности принятых проектных решений, главным образом в отношении типов и конструкций фундаментов, нагрузок на них, глубины заложения фундаментов и подземных частей зданий и сооружений, а также их конструкции;

опыта и интуиции ответственных исполнителей инженерно-геологической разведки.