

10 ЛЕКЦИЯ. Виды работ и методы их выполнения. Проходка горных разведочных выработок: виды, способы проходки. Геофизические методы разведки: виды, цели, задачи. Правила отбора образцов грунтов для проведения испытаний и правила отбора проб воды.

При выборе методов исходят из необходимой (установленной или заданной) точности выполнения того или иного вида работ, условий применимости каждого метода.

В комплексе работ при инженерно-геологической разведке используются следующие их виды:

*проходка горных выработок (шурфов, скважин, штолен и т.д.);
геофизические работы;
отбор, упаковка и транспортирование образцов грунтов и проб подземных вод;
определение показателей свойств грунтов лабораторными методами;
определение показателей свойств грунтов полевыми методами;
стационарные наблюдения за режимом подземных вод, развитием физико-геологических и инженерно-геологических процессов;
опытные полевые работы;
камеральные работы.*

В зависимости от сложности задач инженерно-геологическая разведка может включать как все перечисленные виды работ, так и часть из них.

Этап 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.

ПРОХОДКА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Основными типами горных выработок при производстве инженерно-геологической разведки являются скважины и шурфы. В сложных геологических условиях, при изысканиях для обоснования проектов особо ответственных и уникальных сооружений, могут также использоваться шахты и штольни.

Выбор типа выработок, их размера и способа проходки обосновывается исходя из целей их проходки и инженерно-геологических условий на исследуемой площади.

Основные цели проходки горных выработок при проведении инженерно-геологической разведки следующие:

уточнение геологического разреза в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой;

отбор образцов грунтов и подземных вод для полевого и лабораторного изучения их свойств;

определение показателей свойств грунтов полевыми методами;

проведение стационарных наблюдений за водно-температурным режимом грунтов в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой и режимом физико-геологических процессов.

Особенно тщательно следует обосновывать способ проходки и размеры горных выработок, проходимых специально для уточнения геологического разреза и отбора образцов грунта на лабораторные определения их свойств. Опыт производства инженерно-геологических изысканий показывает, что минимальными диаметрами скважин, проходимых для этих целей, должны быть:

в песчано-глинистых грунтах - не менее 108 мм;

в скальных грунтах - не менее 89 мм.

Способ проходки скважин следует выбирать исходя из рекомендаций (табл.) Способ проходки шурфов, в зависимости от конкретных геологических условий может быть буровым или горным.

Способ проходки выработок для определения показателей свойств грунтов полевыми методами и стационарных наблюдений выбирается исходя из условия минимального нарушения естественного сложения и состояния грунтов в зоне, непосредственно примыкающей к выработке, и технико-экономических показателей проходки для различных геологических условий.

Выбор станков и оборудования для проходки горных выработок, а также технология производства горных и буровых работ должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов и методических рекомендаций.

Рекомендуемые способы проходки скважин для уточнения геологического разреза и отбора образцов грунтов и подземных вод

Вид бурения	Способ бурения	Виды грунтов
	С промывкой водой	Скальные и полускальные монолитные и слабо трещиноватые, в том числе мерзлые
	промывкой глинистым раствором	Скальные и полускальные трещиноватые и кавернозные, в том числе мерзлые
Колонковый	Без промывки (всухую и безнасосным способом)	1. Глинистые твердой, полутвердой и пластичной консистенции. 2. Песчаные плотные. 3. Песчаные и глинистые в мерзлом состоянии, имеющие температуру -3°C и ниже
	С промывкой охлажденным солевым раствором	1. Скальные трещиноватые и кавернозные мерзлые, содержащие лед в трещинах и пустотах. 2. Песчаные и глинистые в мерзлом состоянии, имеющие температуру -3°C и выше

	С продувкой охлажденным воздухом ¹	Скальные и полускальные монолитные и слаботрещиноватые мерзлые	
Шнековый	Кольцевым забоем	Глинистые полутвердой и пластичной консистенции	
Ударно-канатный	Кольцевым забоем	Забивной	Глинистые полутвердой пластичной и текучей консистенции
		Клюющими	1. Глинистые пластичной консистенции. 2. Лессовидные. 3. Лессы
Ударно-канатный	Сплошным забоем с опережающей обсадкой	с	1. Крупнообломочные обводненные и необводненные. 2. Песчаные обводненные и необводненные
Вибрационный	Вибратором		1. Обводненные песчаные. 2. Глинистые пластичной и текучей консистенции
	Вибромолотом		1. Глинистые твердой и полутвердой консистенции. 2. Песчаные плотные. 3. Крупнообломочные

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Геофизические работы при инженерно-геологической разведке проводятся как с целью изучения и уточнения геологического разреза (положения в пространстве границ слоев различного состава и уровня подземных вод), так и с целью определения показателей некоторых свойств грунтов.

Геофизические работы при инженерно-геологической разведке должны проводиться только в комплексе с другими видами работ (горными и буровыми, лабораторными и полевыми определениями показателей свойств грунтов и т.д.).

В зависимости от задач, поставленных перед геофизическими работами, и конкретных геологических условий территории проведения разведки выбирается комплекс геофизических методов, позволяющих уточнить пространственную модель инженерно-геологических условий, построенную по результатам других методов. Геофизические методы позволяют проследить некоторые элементы инженерно-геологической модели на участках между точками их изучения другими способами и тем самым достигнуть высокой точности построения этой модели.

При использовании геофизических методов с целью уточнения и изучения геологического разреза во всем многообразии природных условий наиболее эффективными являются методы *электроразведки* на постоянном токе или переменных токах высокой частоты, в частности методы вертикального электрического зондирования и электропрофилирования. Остальные методы частично из-за низкой разрешающей способности, частично из-за слабо разработанной методики интерпретации в настоящий момент не могут быть рекомендованы для использования при инженерно-геологической разведке. Однако в целом ряде случаев, например для изучения некоторых свойств грунтов в лаборатории и в массиве, эти методы являются достаточно эффективными. Опыт института Гидропроект показывает высокую эффективность сейсмоакустических методов для оценки степени трещиноватости массивов скальных грунтов, являющихся как средой, так и

основанием гидротехнических сооружений, а также для оценки показателей механических свойств скальных грунтов. Метод термометрии скважин является единственным методом, позволяющим с высокой степенью достоверности определить естественное температурное поле в основании сооружений, проектируемых в районах распространения вечномёрзлых грунтов. В отдельных случаях для определения естественной влажности и плотности (объемного веса) грунтов достаточно эффективными являются радиоизотопные методы.

При проведении инженерно-геологической разведки для обоснования проектирования сооружений глубокого заложения (свыше 50-75 м) важное значение приобретает различного вида *картаж скважин*.

Метод вертикального электрического зондирования: (ВЭЗ) применяется для решения следующих задач:

выделения в геологическом разрезе грунтов различного литологического (петрографического) состава;

выделения в геологическом разрезе грунтов, находящихся в различном состоянии по плотности, влажности, температуре, степени льдистости и др.;

оценки степени коррозионной активности грунтов по отношению к материалу проектируемых сооружений.

Метод электрического профилирования (ЭП) используется при необходимости: прослеживания (картирования) слоев грунтов однородного состава и состояния; выявления фациальных границ и границ (переходных зон) изменения состояния грунтов по влажности, температуре и др.;

определения положения в пространстве выделенных границ и переходных зон;

оценки степени коррозионной активности грунтов.

Общими условиями применения методов ВЭЗ и ЭП являются:

достаточная по величине разница в удельных электросопротивлениях изучаемых геологических объектов, в частности слоев грунтов различного состава и состояния;

соизмеримое соотношение глубины изучения разреза электроразведкой и размеров изучаемых геологических объектов.

Чем выше разница в электросопротивлениях, тем выше эффективность методов ВЭЗ и ЭП.

При малых глубинах изучения разреза (20-30 м) разрешающая способность методов ВЭЗ и ЭП существенно выше, чем при больших. Опыт показывает, что при достаточной разнице в удельных электросопротивлениях грунтов (3-5 раз) на глубинах до 30 м достаточно уверенно выделяются и прослеживаются слои мощностью около 1 м. Точность фиксации положения границ между различными грунтами в этих же условиях может колебаться в пределах 0,5-1,5 м.

Приведенные данные по разрешающей способности методов ВЭЗ и ЭП не являются абсолютными и зависят не только от геологических условий, но и от субъективных факторов (накопленного опыта и квалификации исполнителя работ).

Как правило, методы ВЭЗ и ЭП применяются совместно.

Общая схема проведения электроразведочных работ сводится к следующему.

По ландшафтным и геологическим признакам участок размещения проектируемого сооружения делится на части, в пределах которых проводится вертикальное

электрическое зондирование в одной или двух точках до глубины, определяемой поставленной задачей. По результатам проведенного зондирования и с учетом поставленной задачи выбираются параметры и типы остановок для электрического профилирования. Затем проводится электропрофилирование в полном его объеме. На основании карт изоом, построенных по результатам профилирования, выбираются точки или направления профилей для электрического зондирования, после выполнения которого производится совместная обработка результатов тех и других измерений.

В сложных геологических условиях (изменчивый фациальный состав грунтов, частое их переслаивание в разрезе, наличие поверхностных или погребенных карстовых форм, прерывистое распространение вечномерзлых грунтов и т. д.) можно повысить разрешающую способность метода электроразведки применением различных модификаций этого метода, например: для ВЭЗ - двухэлектродных или дипольных установок, крестового или кругового способа зондирования и др.; для ЭП-двух- или трехэлектродных, комбинированных или дипольных установок. В особо сложных случаях хороший эффект дает метод двух составляющих.

Полевая документация и первичная обработка полевых геофизических работ проводятся в соответствии с существующими инструктивно-методическими документами. Следует подчеркнуть необходимость постоянной и тесной связи геофизической группы с руководителями изыскательской партии (отряда) во время проведения полевых работ. Эта связь должна осуществляться постоянно путем взаимного обмена информацией о предварительных результатах работ, проводимых разными методами, что позволит оперативно вносить изменения в план производства инженерно-геологической разведки и получать хорошие результаты с меньшими материальными и трудовыми затратами. Окончательными отчетными материалами по результатам электроразведочных работ являются геоэлектрические карты и разрезы. Геологическое содержание геоэлектрических карт и разрезов должно быть согласовано с результатами работ, полученными другими методами. Эти карты и разрезы используются при составлении инженерно-геологических отчетов и заключений.

Геофизические исследования проводятся с целью расчленения разреза, определения рельефа кровли скальных грунтов, мощности коры выветривания, выявления древних эрозионных размывов, определения уровня грунтовых вод, направления, скорости течения и мест разгрузки подземных вод, установления зон тектонических нарушений, интенсивности трещиноватости, оконтуривания подземных полостей естественного и искусственного происхождения, определения физико-механических свойств грунтов, их коррозионной активности, наблюдений за движением оползневых масс на склоне, измерения величин естественных и блуждающих токов и др.

В городах возможность применения геофизических методов ограничена ввиду высокого уровня промышленных помех и большой плотности застройки, затрудняющей разметку линий с приборами. В связи с этим предпочтение следует отдавать скважинным методам - электрическому каротажу, сейсмоакустическому каротажу, резистивиметрии, расходомерии.

Из наземных геофизических методов в городских условиях рекомендуются: электроразведка на постоянном токе в модификации ВЭЗ и профилирование; электроразведка методом естественного поля с градиент-установкой; сейсморазведка методом преломленных волн; непрерывное сейсмоакустическое профилирование на акваториях. Достоверность интерпретации результатов геофизических исследований повышается при комплексном применении методов или их модификаций. Выбор комплекса геофизических методов определяется решаемой задачей, глубиной заложения подземного сооружения и осуществляется в соответствии с главой СНиП II-9-78. Объем геофизических исследований устанавливается в соответствии с СН 225-79. При проведении электроразведки следует применять компенсаторы для гашения электрических помех, при выполнении сейсморазведки необходимо предусматривать ослабление помех механического и электрического происхождения путем выбора времени производства работ, места расположения профилей, применения методов накопления полезного сигнала, с помощью аппаратурной фильтрации и др.

На подрабатываемых территориях поиски устьев старых шахтных стволов, шурфов, отработанных подземных горных выработок, располагающихся на небольших глубинах от поверхности (до 100 м), мест выхода под перекрывающую толщу тектонических нарушений, пластов полезных ископаемых следует осуществлять комплексом геофизических методов, включающих эманационную, газовую, магнитометрическую съемки, электроразведку и другие с последующим бурением контрольных скважин для подтверждения выявленных аномалий.

Геофизические методы позволяют обнаружить крупные аномалии в строении геологической среды (пустоты, зоны трещин, погребенные эрозионные врезы) выявить реологическое и гидрогеологическое строение исследуемой области геологической среды; оценить ее некоторые коллективные свойства (пористость, трещиноватость, водонасыщенность упругие свойства).

Методом ВЭЗ устанавливают положение границ между геологическими телами, различающимися электрическим сопротивлением и поляризуемостью. В процессе инженерно-геологических съемок, для определения положения границ в латеральной плоскости применяют электрическое профилирование. Нередко в ходе решения какой-либо задачи сочетают ВЭЗ и электрическое профилирование (например, при выявлении оконтуриваний переуглублений в речных долинах).

Для установления положения границ между геологическими телами, выявления и трассирования зон тектонических нарушений и зон трещиноватости, определения положения уровня грунтовых вод (УГВ) применяется сейсморазведка МПВ. С ее помощью устанавливают границу между

рыхлыми поверхностными отложениями и коренными породами, выявляют древние эрозионные врезы (погребенные речные долины, озерные котловины и др.), приближенно определяют мощность площадной коры выветривания и выявляют границы линейных кор. Таким образом, применение геофизических методов наиболее часто преследует цель получения геометрических моделей исследуемой области геологической среды, гидрогеологического и геологического строения и др. Электроразведочные методы применяют и в ходе изучения ЭГП, главным образом карстового и оползневого.

При наличии протяженных карстовых полостей электроразведочные профили располагают в нескольких сечениях перпендикулярно к длинной оси полости и при корреляции данных измерений на профилях оконтуривают полость. Для выявления элементов ориентировки зон карстовых полостей можно применять круговое электрическое зондирование. Простирание зоны, к которой приурочены карстовые полости, выявляется с помощью круговых диаграмм, на которых оно соответствует длинной оси

Тело оползня и несмещенные породы за пределами поверхности отделения различаются электрическими и сейсмическими свойствами, что определяет возможность применения геофизических методов при изучении оползневого процесса. Задачи, решаемые при этом, можно сформулировать следующим образом.

1. Картирование оползневых отложений.
2. Установление положения поверхности отделения и скольжения.
3. Определение положения УГВ.
4. Выявление структуры поля влажности.
5. Изучение режима влажности тела оползня и оползневых накоплений.

Задачи 1, 2, 3 решаются методами сейсморазведки МПВ и ВЭЗ. Задачи 4 и 5 могут быть решены методами сопротивлений, естественных потенциалов и термометрии. С точки зрения прогноза оползневого процесса чрезвычайно важно изучение режима оползневого склона в стадию подготовки оползневого смещения. Уменьшение прочности пород при подготовке оползня сопровождается увеличением скорости продольных и поперечных волн и коэффициентов их затухания. Это обстоятельство позволяет использовать сейсморазведку МПВ для получения данных о режиме свойств пород оползневого склона и в итоге — о режиме коэффициента устойчивости.

В процессе инженерно-геологических исследований используют радиоизотопные методы.

Метод поглощения γ -излучения применяют для определения плотности грунта. В основе метода лежит зависимость между долей поглощаемого грунтом γ -

излучения, проходящего через него, и массой грунта. Плотность грунта определяется с точностью $\pm 0,01 \text{ г/см}^3$.

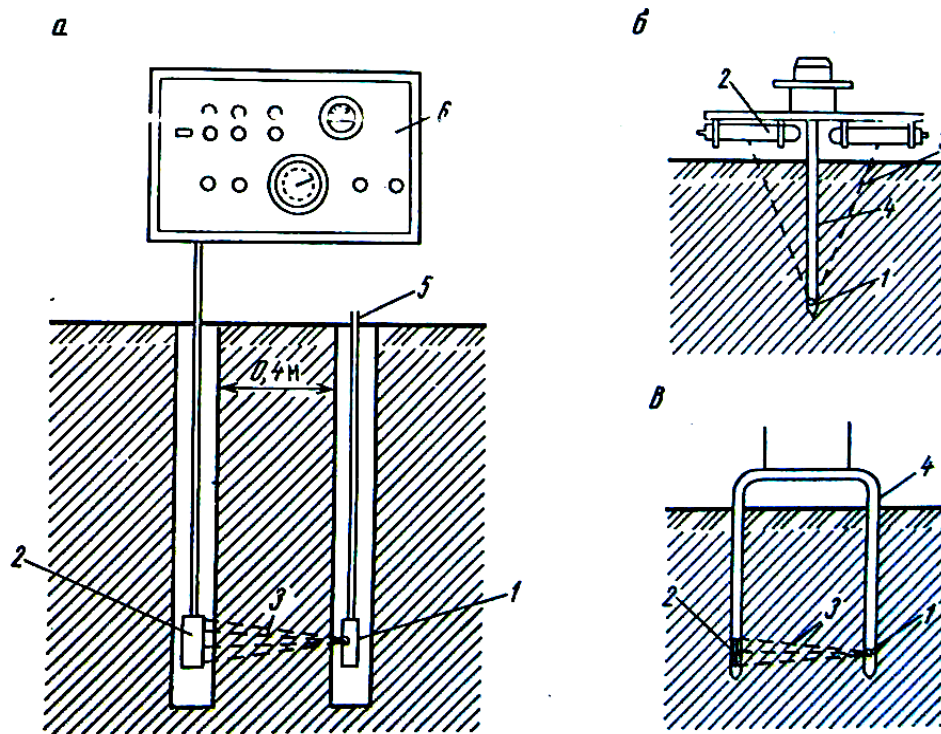


Рис 1. Схема приборов определения плотности грунта методом поглощения γ -излучения: а – в параллельных скважинах; приборы типа; б – щуп; в – вилка.

1 – источник γ -квантов; 2 – детектор; 3 – пучок γ -квантов; 4 – вилка; 5 – штанга с источником излучения; 6 – радиометр.

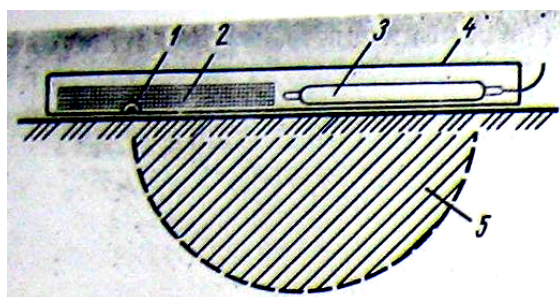


Рис 2. Схема гамма-плотномера.

1 – источник излучения; 2 – экран; 3 – детектор; 4 – корпус; 5 – зона измерения (полевая проба грунта)

методом определения плотности является метод рассеянного γ -излучения. Интенсивность рассеянного γ -излучения зависит от плотности среды, энергии потока γ -частиц и расстояния между источником γ -лучей и детектором. Измеряется интенсивность рассеянного γ -излучения. В условиях стабилизации двух последних факторов можно определять плотность грунта.

ОТБОР ОБРАЗЦОВ, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВКА ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД И ПРОБ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Отбор и упаковка образцов грунтов для геологического описания и лабораторных определений показателей свойств при инженерно-геологической разведке производятся в соответствии с ГОСТ 12071-72 и будут еще раз нами подробно рассмотрены на практических занятиях.

Отбор проб горных пород производится в процессе инженерно-геологической съемки и разведочных работ. Для определения полного комплекса физико-механических свойств горных пород проба должна состоять из двух-трех монолитов.

Рекомендуются следующие размеры монолитов для различных типов горных пород:

скальных, полускальных, галечниковых и щебенистых - 30x30x30 см;

гравелистых и дресвяных - 25x25x25 см;

песчаных и глинистых - 20x20x20 см.

Монолиты могут иметь форму куба, параллелепипеда, кусков керна (диаметром не менее 80 мм, общей длиной не менее 1,5 м). В шур-фах, расчистках, котлованах и других выработках их отбирают из зачищенных забоев и стенок, в буровых скважинах из зачищенного забоя, сразу тщательно парафинируют и отмечают ориентировку (верх и низ).

Парафинирование производится следующим образом: монолит покрывают тонким слоем парафина путем быстрого погружения его разными сторонами в расплавленный парафин при температуре 57-60 °С и туго обматывают слоем марли, предварительно пропитанной расплавленным парафином.

Затем вновь покрывают слоем парафина и туго обертывают вторым слоем марли, также предварительно пропитанной парафином, после чего снова покрывают слоем парафина. В таком виде монолит направляют в лабораторию.

Монолиты горных пород, не сохраняющие естественное сложение без жесткой тары, из открытых горных выработок отбирают методом режущего кольца, а из скважин - грунтоносами, снабженными специальными гильзами. Монолиты, отобранные в жесткую тару, парафинируют в этой таре, а открытые их торцы закрывают жесткими крышками с резиновыми прокладками. Пробы горных пород нарушенного сложения отбирают в тару, обеспечивающую сохранность мелких частиц (мешочки из плотной ткани, полиэтиленовой пленки, плотной водостойкой бумаги и др.).

Объем таких проб из глинистых и песчаных пород должен быть в пределах от 600 до 1000 см³ (около 1,5 кг), из гравелистых и дресвяных - от 1000 до 2000 см³ (около 3 кг), а из галечниковых и щебенистых - от 2000 до 3000 см³ (около 4 кг).

Каждая проба пород должна сопровождаться этикеткой, содержащей следующие сведения: а) наименование организации, номер группы; б) номер пробы; в) место взятия пробы; г) глубину отбора пробы; д) наименование породы по полевому определению; е) подпись лица, отобравшего пробу; ж) дату отбора пробы.

Образцы минералов и горных пород, отобранные во время инженерно-геологической съемки и разведочных работ, подлежат полевому описанию и определению наименования. В результате описания должны быть определены: наименование, цвет, структура, текстура, минералогический состав, класс, группа, подгруппа, особые признаки породы.

Правила отбора и консервации проб воды

Качество химического анализа загрязненных подземных вод в значительной степени зависит от соблюдения правил отбора, консервации и хранения проб.

Нарушение температурного режима ведет к изменению рН, окислительно-восстановительного потенциала E_h и газового состава. В результате жизнедеятельности микроорганизмов может существенно измениться содержание ионов аммония, нитрат-, нитрит-, фосфат- и сульфат- ионов, фенолов и других органических соединений, что, в свою очередь, влечет за собой изменение окисляемости.

При длительном хранении проб возможно также значительное обогащение вод кремниевой кислотой, бором, хромом вследствие интенсивного выщелачивания материала посуды. В то же время может произойти резкое снижение концентрации других компонентов: фтора, свинца, меди, никеля, кобальта, кадмия и т.д. в результате их адсорбции материалом посуды и осаждающимися гидроокисями элементов с переменной валентностью.

Отбор проб

Пробы загрязненных подземных вод отбирают из колодцев, наблюдательных и водозаборных скважин. Перед отбором проб из самоизливающихся скважин, находящихся на крановом режиме, спускают застоявшуюся воду. Из колодцев и несамоизливающихся скважин перед отбором проб проводят кратковременную откачку (для скважин не менее двух объемов водяного столба).

Из колодцев и самоизливающихся скважин пробы отбирают небольшим ведром из полиэтилена. Для отбора проб из несамоизливающихся скважин применяют пробоотборники различных типов.

Сосуды для отбора и хранения проб

Пробы на определенные компоненты должны быть отобраны в сосуды из материала, относительно индифферентного к данному компоненту. В гидрогеологической практике для отбора и хранения проб широко используются бутылки из полиэтилена и обычного белого стекла, снабженные специально подготовленными полиэтиленовыми, корковыми и резиновыми пробками.