

## **15 ЛЕКЦИЯ. Буровые работы и проходка специальных горных выработок при инженерно-геологических изысканиях.**

### **ДИНАМИЧЕСКОЕ, УДАРНО-ВИБРАЦИОННОЕ И СТАТИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ, ПЕНЕТРАЦИОННО-КАРОТАЖНЫЙ МЕТОД**

#### **ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ СТАТИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ В ШУРФАХ И СКВАЖИНАХ**

#### **ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О СВОЙСТВАХ ГОРНЫХ ПОРОД И ГРУНТОВ**

##### **Правила отбора проб.**

К числу наиболее важных задач проходки буровых скважин при инженерных изысканиях относятся изучение геологического разреза и определение физико-механических свойств грунтов. Образцы, отбираемые для изучения геологического разреза, должны отражать все структурные, текстурные и прочие особенности грунта: последовательность в залегании слоев, мощность слоев и положение контактов, наличие включений, гнезд, примазок, тонких прослоев, консистенцию и водоносность грунтов.

Основным методом изучения таких образцов в полевых условиях является визуальный. При этом используются лупа, нож, кислота. Материалом для изучения является извлекаемый и скважин керн, перемятые комки грунта, в отдельных случаях шлам. Физико-механические свойства грунта определяются по отбираемым из скважин монолитам и с помощью опытных работ в скважинах. Отбираемые из скважин монолиты должны обеспечивать максимальное соответствие их свойств свойствам слоев, из которых эти образцы отбирают. Основным методом оценки монолитов является выполняемый с высокой точностью лабораторный анализ. Для отбора образцов с целью геологической документации могут быть использованы практически все способы бурения, которые обеспечивают получение керна или перемятых комков грунта. В качестве бурового инструмента применяют колонковые трубы, зонды, стаканы, шнеки, спиральные и ложковые буры. Чаще всего используются скважины диаметром 108-168 мм. Для отбора монолитов используются специальные устройства – грунтоносы. Размеры отбираемых монолитов, способы и режимы погружения строго регламентированы. Процесс отбора монолита – специальная операция и она не может быть отнесена к процессу углубления скважин.

##### **Назначение буровых работ**

К буровым работам относятся сооружение скважин инженерно-геологического назначения любого диаметра и глубины, которое осуществляется преимущественно механическим способом. Сооружение скважин помимо основного процесса – бурения скважин – включает в себя ряд вспомогательных работ: планировка площадки, монтаж и демонтаж

вышки или мачты и другого бурового оборудования, приготовление промывочного агента, погружение и извлечение обсадных труб и др. Под буровой скважиной понимается горная выработка, имеющая цилиндрическую форму и значительную длину при сравнительно малом диаметре. При инженерно-геологических изысканиях отношение длины к диаметру находится в пределах 0,2 – 0,001. Буровые скважины на изысканиях проходятся для изучения геологического разреза, отбора образцов грунта с целью определения его состава, состояния и физико-механических свойств. Задачи, решаемые с помощью бурения, определяют ряд специфических требований к этому процессу. Эти требования существенно отличаются от поисков и разведки полезных ископаемых, изучения и освоения подземных вод. Сопоставляя геологоразведочное и инженерно-геологическое бурение, необходимо отметить, что техническая база для них общая. Однако, располагая общей технической базой, инженерно-геологическое и геологоразведочное бурение преследуют различные цели и решают различные задачи. Эти различия сводятся к следующему. Объектом инженерно-геологического бурения является верхняя часть земной коры, находящаяся в зоне взаимодействия с инженерными сооружениями, для проектирования которых и осуществляется это бурение. Средняя глубина инженерно-геологических скважин составляет 10-15 метров. При геологоразведочном бурении средняя глубина скважин на порядок выше. Поэтому основной объем инженерно-геологического бурения осуществляется в нескальных грунтах, геологоразведочного – в скальных. Образцы (керна), извлеченные в процессе геологоразведочного бурения, изучаются в основном с точки зрения их состава, при инженерно-геологическом бурении в равной мере является важным состав поднятых образцов, их состояние и свойства. Перечисленные особенности предъявляют к технологии бурения инженерно-геологических скважин дополнительные требования. В результате инженерно-геологического бурения необходимость определения показателей состава, состояния и свойств массива грунта определяет широкое применение грунтоносков для отбора монолитов, что совершенно нехарактерно для геологоразведочного бурения. Сравнительно небольшая глубина при инженерно-геологическом исследовании делает возможным применение здесь методов зондирования, которые принципиально не отличаются от бурения. При геологоразведочных работах эти методы практически не применяются.

Основными требованиями к скважинам инженерно-геологического назначения являются:

- 1) получение исчерпывающих сведений о геологическом и гидрогеологическом строении исследуемых территорий,
- 2) получение достаточных и достоверных данных о физико-механических

свойствах грунтов,

3) обеспечение возможности производства опытных работ с должным качеством как в процессе, так и по окончании бурения.

К наиболее важным особенностям инженерно-геологических скважин могут быть отнесены следующие: • небольшая глубина (определяется видом проектируемого сооружения и геологическими условиями); • незначительное различие в диаметрах скважин; диаметр скважин определяется только видом и характером опробования; • из скважин производится непрерывный отбор керна, при этом должен обеспечиваться 100%-ный выход керна; • из скважин должен производиться непрерывный или поинтервальный отбор образцов (монолитов) грунта со сложением, близким к природному; • в скважинах проводятся различные опытные работы, которые по времени бывают более продолжительные, чем сам процесс бурения; • по завершении работ в обязательном порядке должен производиться тампонаж скважин с целью ликвидации искусственных каналов и пустот для циркуляции грунтовых вод; • чрезвычайное разнообразие условий бурения скважин, разбросанность объектов изысканий. Это особенности являются необходимыми исходными предпосылками при разработке специализированных технических средств, технологических приемов бурения и организации буровых работ.

**Типовые конструкции инженерно-геологических скважин** Требования к конструкции инженерно-геологических скважин состоят в следующем:

1) конструкции скважин должны отвечать современному состоянию производства изысканий и возможному их техническому прогрессу. В частности, следует учитывать более широкое применение в изысканиях полевых методов, возможное совершенствование техники и технологии отбора монолитов за счет внедрения нормального ряда грунтоносов, более широкое использование каротажных методов, нового опытно-фильтрационного оборудования.

2) конструкции скважин должны учитывать существующие нормативно-методические документы (стандарты, СНиП, инструкции, указания и рекомендации). В соответствии с ГОСТ 12071-72 должны использоваться грунтоносы с внутренним диаметром не менее 90мм. Следовательно, диаметр скважин, предназначенных для отбора монолитов, должен быть не менее 127 мм. В соответствии с ГОСТ 12374-77 площадь штампа для испытаний грунтов статической нагрузкой должна быть равна 600см<sup>2</sup>. Поэтому минимальный диаметр скважин для производства таких испытаний должен быть не менее 325мм.

3) конструкции скважин должны учитывать современное техническое оснащение изысканий буровыми станками и другим оборудованием. 4)

конструкции скважин должны учитывать возможность применения прогрессивных способов бурения.

## **Виды бурения**

Колонковое бурение – наиболее широко распространенный способ проходки скважин. Основным преимуществом такого вида бурения являются универсальность (возможность проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород), возможность получения керна с незначительными нарушениями природного сложения грунта, сравнительно большие глубины бурения, хорошая освоенность технологии. Существенные недостатки – малый диаметр скважин. Медленновращательное бурение. Сущность его состоит в том, что скважина углубляется инструментом режущего типа путем срезания с забоя сплошной стружки. Способ бурения отличается простотой технологии.

Шнековое бурение. Особенность способа состоит в том, что процессы углубления скважины и продуктов разрушения совмещены. Преимущества: высокая механическая скорость, сравнительно большой диаметр скважин, не нужна вода для промывки.

Винтовое бурение. Применяется редко. Сущность состоит том, что винтовой породоразрушающий инструмент завинчивается в грунт, а затем извлекается на поверхность. При этом размещенный на лопастях инструмента грунт срезается по боковым поверхностям. Способ может использоваться только в рыхлых и мягких грунтах.

Роторное бурение. Применяется только для бурения гидрогеологических скважин на воду, позволяет бурить скважины любого диаметра на любую глубину.

Ударно-канатное бурение. Отличается простотой технологии, высокой производительностью. Недостатки метода: невозможность проходки скважин в скальных грунтах, малая длина рейса, невозможность отбора качественных монолитов.

Вибрационный метод бурения. Наиболее производительный метод (до 50-70 м/смену). Вибрационное бурение обеспечивает проведение качественной геологической документации исследуемого разреза.

**Глубина скважин** Проектная глубина скважин наряду с ее значением определяет тип и мощность выбираемого бурового станка, основные параметры бурового оборудования и инструмента, отчасти начальный

диаметр скважины и др.

В соответствии с глубиной бурения скважины условно подразделяются:

- до 10 м (неглубокие);
- от 10 до 30 м (средней глубины);
- от 30 до 100 м (глубокие);
- свыше 100 м (весьма глубокие).

**Назначение буровых скважин** По назначению скважины подразделяются на

а) зондировочные, б) разведочные, в) гидрогеологические, г) специального назначения.

Назначение инженерно-геологических скважин, их диаметры и правила отбора образцов представлены в таблице:

Тип скважин по назначению	Диаметр скважины, мм	Назначение скважины	Цель отбора образцов и виды работ в скважинах	Правила отбора образцов при бурении
Зондировочные	33-127	Для предварительного изучения геологического разреза, для установления границ между нескальными и скальными грунтами, границ распространения насыпных и заторфованных грунтов, а также границ залегания мерзлых грунтов, для определения уровня грунтовых вод и др. Зондировочные скважины являются преобладающими на начальных этапах изысканий.	Ориентировочная геологическая документация. Опытные работы в скважинах, как правило, не производятся.	Образцы нарушенного сложения отбираются непрерывно или через определенные интервалы.
Разведочные	108-219	Для детального изучения геологического разреза.	Образец грунта (кern), извлекаемый из скважины, служит для определения всех особенностей геологического разреза: последовательности в залегании слоев грунта, их мощности и положения контактов, структурных и текстурных	Образцы нарушенного сложения отбираются непрерывно. Допускается отбор образцов через определенные интервалы (при большом числе скважин на площадке).

			особенностей грунта (слоистость, отдельность, дисперсность, тип структуры, наличие примазок, гнезд, включений, тонких слабых прослоев), плотности и консистенции грунта. Производятся простые по трудоемкости и непродолжительные по времени инж.-геологические опытные работы.	
Техническое	127-325	Технические скважины являются разновидностью разведочных. Основное их назначение заключается в отборе образцов грунта с ненарушенным природным сложением (отбор монолитов). К техническим также относятся скважины, в которых производятся трудоемкие и продолжительные по времени опытные работы (штамповые опыты, испытания на срез и др.).	Определение физико-механических свойств.	Монолиты отбираются по всему интервалу бурения либо с определенных участков. Опытные работы проводятся на предусмотренных заданием интервалах скважины. Образцы нарушенного сложения отбираются через определенные интервалы. Опытные работы производятся после окончания бурения скважины.
Гидрогеологические	108-426	Для изучения геологического и гидрогеологического разреза, но главным образом для изучения фильтрационных свойств грунтов.	Ориентировочная геологическая документация. Опытные работы – в основном откачки, наливов, нагнетания воды, воздуха.	Правила отбора образцов определяются специальными требованиями
Специального назначения	600-2000	Для проведения специальных работ в скважинах, а также для обеспечения возможности спуска в них человека. К	Определение физико-механических свойств грунтов. В скважинах данной	

этой группе скважин относятся также выработки, характер опытных работ в которых требует использования специального оборудования	группы чаще всего ставятся штамповые опыты, испытания на сдвиг, отбираются монолиты большого размера.
---	---

## *Проходка горных выработок*

Горные выработки позволяют получить наиболее точные и достоверные геологические данные. К ним относятся штольни, шахты, шурфы, канавы, закопушки, расчистки. Объем горных работ обычно составляет не более 10% от общего объема изысканий, так как это наиболее трудоемкий и дорогой вид разведочных работ.

**Шольтни и шахты** (чрезвычайно трудоемкий и дорогой вид разведочных работ), применяются при изысканиях под уникальные и крупные промышленные объекты.

**Шурф** - вертикальная выработка прямоугольного или квадратного сечения (круглый шурф носит название "дудка") размером 1х1;2х2м<sup>2</sup>.

Без крепления вертикальных стенок шурфы могут проходиться до глубины:

1 м - в песчаных и гравелистых грунтах;

1,25 м - в супесях;

1,5 м - в суглинках, глинах;

2,0 м - в особо плотных грунтах, в которых применяются лом и кирки.

При дальнейшем углублении шурфы должны крепиться специальными крепями: забивными, распорными, срубовыми. Крепление должно проводиться непосредственно за продвижением забоя. При глубине свыше 2 м подъем породы производится ручным воротом. По результатам выполненных работ строится развертка шурфа.

По окончании работ шурфы должны быть засыпаны, грунт утрамбован и спланирован, чтобы исключить попадание грунтовых вод. Если нет возможности шурф засыпать, то он закрывается досками и ограждением.

**Канавы (трашея)** - узкая (0,6 - 0,8 м) и неглубокая (менее 2,0 м) выработка, различного поперечного профиля, определяемого устойчивостью горных пород.

**Закопушка** - это воронкообразная (диаметр около 20 см) или квадратного сечения (50х50 см) выработка глубиной до 1,0 м. Закопушки закладывают для очистки от поверхностных наносов и описания первого от поверхности слоя горных пород.

**Расчистки** - выработки со ступенчатым дном. Их применяют при описании пород, слагающих склоны и откосы при небольшой мощности рыхлых отложений (1,0 - 1,5 м).

Горные выработки проходят с целью: 1) изучения геологического строения, проявлений тектонических процессов и трещиноватости пород; 2)

проведения полевых опытных работ; 3) отбора образцов пород с ненарушенной структурой и проб воды; 4) организации наблюдений за режимом подземных вод и экзогенных геологических процессов (например, выветривания). Типы горных выработок и их целевое назначение рассмотрены ниже.

Горные выработки предпочтительнее буровых скважин. С их помощью можно наблюдать разрез горных пород и, следовательно, выявлять все детали его строения, важные в инженерно-геологическом отношении. Из них можно более качественно, с меньшими нарушениями отобрать монолиты. Недостатком горных выработок следует считать трудоемкость их проходки (особенно глубоких шурфов), необходимость в крепежном материале, специальных средствах проходки, средствах водоотлива и т. д. Вследствие этого альтернативные буровым скважинам горные выработки (шурфы, дудки, шахты) нередко заменяются буровыми скважинами.

В процессе бурения инженерно-геологических скважин должна быть обеспечена возможность: полного изучения разреза горных пород и установления положения границ слоев с высокой точностью; отбора образцов грунта требуемого диаметра, сохраняющих ненарушенное сложение и естественную влажность; проведения опытных испытаний грунтов. Колонковым способом можно бурить скважины глубиной до 100 м, диаметром до 168 мм практически во всех породах. Колонковый способ не позволяет получать образцы пород с ненарушенной структурой из рыхлых несвязных и сильно выветрелых пород. В процессе бурения наблюдается их истирание и разрушение обломков.

### **ДИНАМИЧЕСКОЕ, УДАРНО-ВИБРАЦИОННОЕ И СТАТИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ, ПЕНЕТРАЦИОННО- КАРОТАЖНЫЙ МЕТОД**

Методы относятся к специальным инженерной геологии. Они основаны на том, что песчано-глинистые породы в зависимости от их состава и свойств оказывают различное сопротивление режущему профилю, чаще всего коническому наконечнику.

По способу погружения конуса (забивка, вдавливание) различают динамическое и статическое зондирование. *Динамическое зондирование* предназначено для исследования песчано-глинистых пород, содержащих не более 40 % крупнообломочного материала, на глубину до 20 м. С помощью этого метода можно расчлнить разрез пород на слои, отличающиеся сопротивлением динамической пенетрации с высокой точностью (до 0,05 м); установить их степень однородности, определить показатели некоторых свойств и глубину забивки свай.

Зонд, включающий штанги и наконечник, забивают в грунт ударами молота, падающего с фиксированной высоты. При забивке зонда фиксируют число ударов и глубину погружения зонда от одного залога, который



устанавливают в зависимости от сопротивления грунта. Сопротивление, оказываемое грунтом зонду, называется динамическим сопротивлением пенетрации. Оно включает сопротивление грунта прониканию наконечника и силу трения по боковой поверхности зонда (между грунтом и штангами). Динамическое сопротивление пенетрации выражают в виде относительной величины, числа стандартных ударов на 10 см погружения зонда,  $N=10n/s$ , где  $n$  — число ударов в залоге;  $s$  — осадка зонда от залога. В процессе зондирования с увеличением глубины испытаний увеличивается масса зонда (навинчивание новых штанг) и трение по боковой поверхности зонда. Вследствие этого в величину  $N$  вносится поправка  $N_1 = Nk$ , где  $N_1$  — исправленный показатель динамической пенетрации,  $k$  — коэффициент, учитывающий приращение массы зонда и трение между зондом и стенками зондировочной скважины.

Вибрационное зондирование основано на погружении зонда в грунт вибромолотом массой 350 кг с частотой ударов 300-1200 в минуту. В процессе зондирования измеряют скорость погружения зонда. Условное динамическое сопротивление вычисляют по формуле

$$P_A = (240 \cdot K_a) / V, \text{ где}$$

$V$  — скорость зондирования,

$K_a$  — коэффициент учета потери энергии.

Статическое зондирование основано на вдавливании зонда в грунт статической нагрузкой. Оно применяется для испытания немерзлых и талых песчано-глинистых грунтов, содержание не более 25% частиц крупнее 10 мм.

Сопротивление, оказываемое грунтом вдавливанию зонда называют общим сопротивлением пенетрации ( $R$ ). Общее сопротивление пенетрации включает статическое сопротивление пенетрации ( $Q$ ), часть общего сопротивления, обусловленную силами реакции грунта на вдавливания наконечника и трение по боковой поверхности зонда ( $F$ ).

$$R = Q + F$$

Интенсивность статического сопротивления пенетрации, т.е. сила, приходящаяся на единицу площади поперечного сечения наконечника зонда, называется удельным статическим сопротивлением пенетрации ( $P_q$ ). Интенсивность трения, т.е. сила трения, приходящаяся на единицу площади боковой поверхности зонда, называется удельным трением ( $P_f$ ).

По величине  $P_q$  определяют плотность сложения песков, консистенции глинистых грунтов, устанавливают нормативное давление на грунт, по  $P_q$  и  $P_f$  определяют несущую способность свай.

*Пенетрационно-каротажный метод* основан на совмещении статического зондирования с радиоизотопным каротажем, что позволяет одновременно с показателями статической пенетрации получить информацию о других свойствах грунтов без бурения скважин. В процессе вдавливания зонда, оснащенного соответствующими датчиками, получают в виде непрерывных записей распределения по глубине данных о естественном гамма-фоне, плотности грунта (по  $\gamma$ - $\gamma$ -каротажу), объемной влажности (по нейтрон-нейтронному каротажу), пористости, об удельном сопротивлении пенетрации, о трении по боковой поверхности зонда. С помощью этих данных можно расчленить разрез песчано-глинистых пород на слои, выбрать по нормативам характеристики свойств грунтов основания, нужные для проектирования сооружений. При проведении испытаний грунтов пенетрационным каротажем применяют станции пенетрационного каротажа (СПК), в том числе станции для проведения испытаний на акваториях (ПСПК).

При проведении инженерно-геологических исследований наряду с глубинным используют и поверхностное зондирование. Для этого применяют разные конструкции ударников и пенетрометров (ДОРНИИ, ПРОКТОРА, РОКОСА, ДИИТ). Наиболее распространен микропенетrometer ВСЕГИНГЕО МВ-2. Он предназначен для опробования пород в обнажениях, выделения грунтов с низкой прочностью. По данным испытаний определяют величину предельного напряжения сдвига

$$p_m = Pk/h,$$

где  $P$  — нагрузка на конус;  $h$  — глубина погружения конуса;  $k$  — коэффициент, зависящий от угла раскрытия конуса.

## **ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ СТАТИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ В ШУРФАХ И СКВАЖИНАХ**

Испытания грунтов жесткими штампами проводят с целью определения деформационных характеристик песчано-глинистых и крупнообломочных грунтов.

Сущность метода заключается в натурном моделировании процесса деформирования (уплотнения) достаточно большого (по сравнению с лабораторной пробой) объема грунта под нагрузкой, отвечающей нагрузке проектируемого сооружения. Испытания проводят в шурфах, скважинах и при строительстве ответственных сооружений — в котлованах. После монтажа установки в шурфе или скважине, штамп нагружают ступенями до стабилизации осадки от каждой ступени нагрузки. Условная стабилизация считается достигнутой, если приращение осадки штампа за время не превышает 0,1 мм.

Наблюдения за осадкой штампа в первый час после приложения нагрузке ведут через 10+10+ 10+ 15 + 15 мин, далее через 30 мин. Минимальная точность измерения осадки 0,1 мм. Число ступеней нагрузки не более 5. Первую ступень нагрузки принимают равной природному давлению на отметке заложения штампа (не менее 0,05 МПа), предпоследняя ступень должна отвечать проектной нагрузке. В отдельных случаях, предусмотренных проектом штампа нагружают до предела несущей способности, который устанавливается по появлению валика вытирания или образованию трещин вокруг штампа. В ходе проведения испытаний на каждой ступени график  $S=f(t)$ , где  $S$  – осадка штампа, мм;  $t$  – время. После испытаний строят график  $S=F(P)$ , где  $P$  – нагрузка. По результатам определяют модуль деформации, например по формуле Буссинеска:

$$E=(1-\mu^2)*P/Sd, \text{ где}$$

$E$  – модуль деформации;

$P$  – полная нагрузка на штамп. Берется по прямолинейному участку графика  $P=f(s)$ ;

$d$  – диаметр штампа;

$S$  – конечная осадка, соответствующая нагрузке  $P$ ;

$\mu$  - коэффициент Пуассона для грубообломочных грунтов – 0,27; песков и супесей – 0,30; суглинки – 0,35; глины – 0,42.

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О СВОЙСТВАХ ГОРНЫХ ПОРОД И ГРУНТОВ**

Методы получения инженерно-геологической информации включают обширный комплекс лабораторных методов определения физико-механических свойств пород изученных ранее.

А. Основные методы лабораторных определений физико-механических свойств песчано-глинистых пород включают определение:

- гранулометрического состава связных и несвязных пород;
- плотности и объемной массы пород, расчет пористости;
- влажности и максимальной молекулярной влагоемкости;
- пластичности, липкости, набухания, водопрочности;
- коэффициента фильтрации;
- угла естественного откоса;
- сжимаемости и сопротивления сдвигу.

## Б. Методы определения физико-механических свойств скальных пород.

Многие физико-механические показатели скальных пород определяются в лабораторных условиях аналогично связным группам. Ниже рассматриваются только важнейшие, рекомендуемые для выполнения массовых испытаний:

- 1) определение водно-физических свойств пород: плотности, объемной массы, влажности, водонасыщенности, водопоглощения, пористости;
- 2) определение прочностных свойств: предел прочности на растяжение, сжатие и изгиб;
- 3) определение упругих свойств, твердости, пластичности, хрупкости.

Рассмотрим основные положения, на которых базируются требования к методам определения показателей свойств грунтов в лабораторных условиях. Набор показателей свойств и объем лабораторных испытаний должны быть оптимальными и точно отвечать инженерной задаче. Наборы показателей свойств и число определений некоторого свойства грунтов изменяются на различных этапах хозяйственной деятельности в зависимости от цели, для достижения которой используются показатели.

А) При составлении схем размещения и развития отраслей промышленности ТЭО, которые в геологическом отношении базируются на результатах государственной инженерно-геологической съемки, показатели свойств грунтов используются в процессе составления средне- и мелкомасштабных карт инженерно-геологических условий для уточнения названий горных пород, выявления закономерностей пространственной изменчивости и установления главных направлений; проверки правильности отнесения геологического тела к некоторой таксономической единице классификации и характеристики его свойств; сравнительной оценки свойств грунтов, распространенных в разных частях изучаемой территории. С целью решения перечисленных задач достаточно иметь в распоряжении главным образом показатели, характеризующие состав пород, и показатели свойств, называемые классификационными. Оценки показателей могут быть подсчитаны с вероятностью, не превышающей 0,7—0,8.

При проведении инженерно-геологических исследований на стадии проекта должны быть получены данные о показателях свойств, достаточные для расчленения геологической среды внутри контуров строительной площади на глубину сферы взаимодействия наиболее тяжелого сооружения на геологические тела; выбора на основании оценок классификационных показателей нормативных значений показателей сжимаемости и прочности грунтов, необходимых для предварительного расчета оснований, выполняемого в рамках компоновки сооружений; составления проекта проведения строительных работ и проекта защитных мероприятий.

В процессе инженерно-геологических изысканий на стадии рабочей документации показатели свойств должны обеспечить расчленение геологической среды внутри предполагаемой сферы взаимодействия на геологическое тело; выделение инженерно-геологических элементов; получение для них оценок прочностных и деформационных свойств грунтов, необходимых для окончательного расчета основания сооружения. В соответствии со СНиП оценки показателей свойств должны быть получены с вероятностью 0,85 при расчете по деформациям и 0,95 при расчете оснований по несущей способности. Для сооружений I класса и уникальных вероятность увеличивается до 0,99.

Таким образом, по мере детализации инженерно-геологических исследований увеличивается разнообразие методов лабораторных испытаний грунтов, возрастает роль модельных испытаний грунтов при определении показателей их прочности и деформационных свойств, становятся более жесткими требования к точности и доверительной вероятности оценок показателей свойств.

### ***Отбор проб горных пород***

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 - 30х30х30 см;

гравелистых и дресвяных - 25х25х25 см;

песчаных и глинистых - 20х20х20 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).

Перечень основных классификационных показателей свойств горных пород, рекомендуемых к определению при инженерно-геологической съемке

Породы	Показатели	Характеристика
В талом состоянии Глинистые	Гранулометрический состав Объемная масса породы ненарушенного сложения при естественной влажности Коэффициент пористости породы ненарушенного сложения при естественной влажности Степень влажности Число пластичности Показатель, позволяющий разделять просадочные и набухающие породы	Предел уплотненности Содержание растительных остатков Засоленность Предельное напряжение сдвига (прибором МВ-2) Временное сопротивление сжатию (прибором ОСВ-1 или ИГП-10)
Песчаные	Гранулометрический состав Объемная масса породы ненарушенного сложения при естественной влажности Показатель степени плотности Содержание растительных остатков	Засоленность Угол естественного откоса
Крупнообломочные (для пылеватоглинистого заполнителя)	Гранулометрический состав Объемная масса породы ненарушенного сложения при естественной влажности Коэффициент пористости породы ненарушенного сложения Степень влажности	Число пластичности Показатель консистенции Показатель, характеризующий способность глинистых пород увеличивать или уменьшать объем при замачивании Выветрелость
Скальные	Временное сопротивление одноосному сжатию в сухом и водонасыщенном состоянии	Растворимость
В мерзлом состоянии Глинистые, песчаные, крупнообломочные, скальные	Температура Криогенная текстура Льдистость (кроме скальных) Объемная льдистость Объемная масса скелета мерзлых горных пород (кроме скальных) Осадка при оттаивании мерзлых горных пород	

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 см<sup>3</sup> (около 1,5 кг), из гравелистых и дресвяных - от 1000 до 2000 см<sup>3</sup> (около 3 кг), а из галечниковых и щебенистых - от 2000 до 3000 см<sup>3</sup> (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.