

Тема 5. Инженерно-геологическая классификация горных пород.

Сфера наземного и подземного строительства распространяется на глубину десятков и первых сотен метров от земной поверхности. В большинстве случаев верхние слои земной коры сложены четвертичными и другими породами осадочного происхождения. В этом случае их называют покровными отложениями, в отличие от коренных или материнских пород, залегающих более глубоко.

С инженерно – геологической точки зрения важно объединение пород по общности прочностных, деформационных свойств. Прочностные свойства напрямую зависят от связей в горных породах и грунтах.

| Тип | Скальные | Полускальные | Нескальные | | |
|-------|--|---|---|---|--|
| Класс | С жесткими кристаллизационными и цементационными связями | С жесткими кристаллизационными и цементационными связями, ослабленными по сравнению со связями в скальных породах | связные | несвязные | Особого состояния |
| | | | С водно-колоидным и и цементационными связями, прочность которых менее прочности минеральных частиц | Сыпучие в сухом состоянии, со связями трения-зацепления и цементационными весьма низкой прочности | Со связями различной природы и характера |

| Группа | магматическ ие | | | осадочные | | | метаморфическ ие | | | магматическ ие | | | осадочные | | | метаморфически е | | | осадочные | | |
|-----------|-------------------|------------|---------|------------|------------|--------------|---------------------|----------------------------|------------|-------------------|------------|---------|------------|------------|--------------|---------------------|----------------------------|------------|-----------|--|--|
| Подгруппа | Интрузивные | Эффузивные | Жильные | Обломочные | Химические | Органогенные | Региональные | Динамометамор- фические | Контактные | Интрузивные | Эффузивные | Жильные | Обломочные | Химические | Органогенные | Региональные | Динамометамор- фические | Контактные | | | |

5.1. Скальные и полускальные горные породы

Скальные – это высокопрочные породы (предел прочности на сжатие образца в водонасыщенном состоянии обычно более 200-500 кПа), как правило имеют жесткие, водостойкие связи между зернами, малопористы, практически несжимаемы и не растворимы в воде, устойчивы к выветриванию (гранит, сиенит, габбро, андезит, базальт и т.д.).

Полускальные – это выветрелые и сильнотрещиноватые скальные породы, для них предел прочности на сжатие в водонасыщенном состоянии изменяется от (5-10) до (200-500) кПа. Эти породы менее прочны, более пористы и влагоемки, водопроницаемы по трещинам, при водонасыщении их прочность заметно снижается. Некоторые породы растворимы в воде (вулканический туф, гипс, каменная соль, известняк, мел, ракушечник и т.д.).

Скальные горные породы могут являться основанием сооружений, средой для дорожных и напорных гидротехнических тоннелей, слагать откосы речных долин и водохранилищ.

Прочность скальной породы как таковой для целей строительства часто не играет особой роли, так как она обычно значительно больше, чем это требуется для оснований сооружений. Но в массиве скальной породы часто бывает много трещин, которые резко снижают прочность и устойчивость.

Количественная оценка трещиноватости может быть дана с помощью коэффициента трещиноватости, который определяется по формуле:

$k_{тр} = s/S \cdot 100\%$, где s – площадь трещин на исследуемом участке, $см^2$,
 S – площадь всего исследуемого участка, $см^2$.

$k_{тр} < 2\%$ - для пород слаботрещиноватых

$k_{тр} > 2\%$ - для пород сильнотрещиноватых

На прочность породы влияют еще такие физические свойства как плотность частиц, плотность породы, пористость, влажность.

Под пористостью принято понимать общий объем пор в единице объема породы. Скальные породы, как правило, имеют малую общую пористость ($n < 5$), полускальные обладают средней или даже высокой пористостью ($n = 5-20\%$).

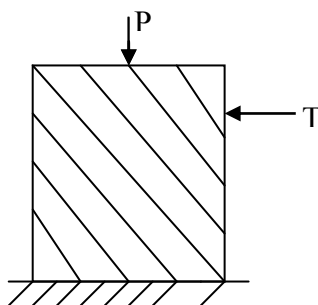
5.2. Нескальные породы

К **нескальным горным** или **грунтам** относятся: песок, глина, супеси, суглинки, щебень, гравий, галька и т.д..

От связей в этих грунтах зависят жесткость, твердость, сжимаемость, сопротивление сдвигу и другие деформационные свойства, следовательно связи определяют прочность грунтов.

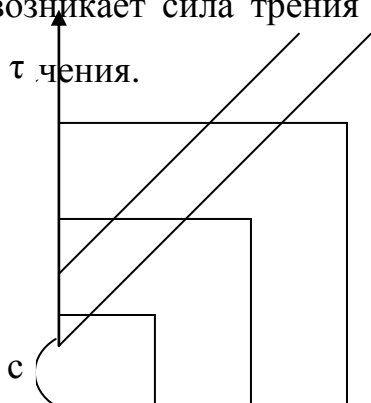
В основном выделяют связи: кристаллизационную и водноколоидную.

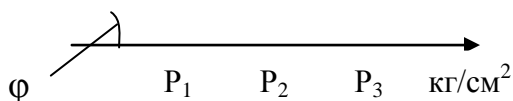
Кристаллизационная связь характеризует межмолекулярные связи между отдельными кристаллами минералов. Такие свойства, в основном, присущи монолитным, плотным (скальным) грунтам. В сыпучих материалах такие связи или незначительны или отсутствуют вообще. В песках связь определяется как сила трения между частицами. Такая связь называется



структурным сцеплением.

На некоторый образец грунта с площадью сечения F действуют две силы: горизонтальная смещающая нагрузка $T = \text{const}$, в результате которой возникает сила трения τ и вертикальная нагрузка P (кг/см^2), переменного





$\tau = T/F = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$, где φ - угол внутреннего трения

$\tau = P \cdot \operatorname{tg} \varphi + c$ - глинистые грунты с водокоидной связью

c - воднокоидная связь

Для песков график проходит через начало координат.

При действии значительной нагрузки на грунт, в нем возникают касательные напряжения, стремящиеся сместить одну часть грунта по отношению к другой, что приводит к нарушению прочности основания. Условием прочности является сопротивление сдвигу, обусловленное силами внутреннего трения в несвязных грунтах, трением и сцеплением в связных грунтах. **Внутренним трением** в песках называются силы трения, действующие на контакте между частицами. Оно зависит от размера, формы, характера поверхности и минерального состава песков, а также от степени их уплотненности. Чем крупнее частицы, тем больше шероховата их поверхность и чем менее они окатаны, тем их сопротивление трению больше.

Французский физик Кулон установил следующую прочностную зависимость: предельное сопротивление сыпучих грунтов сдвигу есть сопротивление трению, прямо пропорциональное нормальному давлению.

$\tau = f \cdot P$, где τ - предельное сдвигающее напряжение, мПа

P - нормальное давление, мПа

f - коэффициент внутреннего трения

φ - угол внутреннего трения

$\tau = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$

Свойства и состояние **нескальных** песчано-глинистых грунтов при взаимодействии с водой:

К водно-физическим свойствам относятся – пластичность, консистенция, липкость, усадка, набухание, размыкание, просадочность,

Собственно водные свойства – это способность грунта содержать, отдавать и пропускать через себя воду. К их числу относятся: водонасыщение, водоотдача, водопроницаемость.

Пластичностью называют способность глинистого грунта под действием внешних усилий менять свою форму без разрыва сплошности, а после прекращения воздействия сохранять свою форму. Пластичность свойство противоположное упругости.

Пластичными свойствами грунты обладают в определенном диапазоне влажностей. Эти влажности называют **числами пластичности**.

Верхним пределом пластичности или границей текучести W_k называется такая влажность, при которой грунт переходит из пластичного в текучее состояние. Нижним пределом пластичности, или границей раскатывания W_p , называется такая влажность, при которой грунт переходит из пластичного в полутвердое состояние.

Для определения прочности нескальных грунтов используется число пластичности, которое определяется по формуле:

$$J_p = W_k - W_p$$

$$1 < J_p \leq 7 - \text{супесь} \quad J_p > 17 - \text{глина}$$

$$7 < J_p \leq 17 - \text{суглинок} \quad 1 < J_p - \text{песок}$$

Консистенцией принято считать степень подвижности глинистых частиц, связанную с определенной для данного грунта влажностью.

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_k - W_p} = \frac{W - W_p}{j_p},$$

где J_L -разновидность пластичности по консистенции

Существует несколько форм консистенции глинистых грунтов: текучая, текучепластичная, мягкопластичная, тугопластичная, полутвердая и твердая.

Супеси: $J_L < 0$ – твердые

$J_L = 0 - 1$ – пластичные

$J_L > 1$ – текучие

Суглинки и глины: твердые < 0

полутвердые 0-0,25
тугопластичные 0,25-0,5
мягкопластичные 0,5-0,75
текучепластичные 0,75-1
текучие >1

5.3. Методы улучшения грунтов и горных пород

Методы улучшения грунтов подразделяют на две группы:

1. Механические методы.
2. Физико-химические способы.

Механические методы преобразуют грунты либо с поверхности, либо в глубине толщ.

Поверхностное уплотнение производят трюмбировкой, послойной укладкой, замачиванием грунта под собственным весом или весом сооружения. Иногда осуществляют полную замену верхних слабых слоев грунта.

В глубине толщ уплотнение грунтов производят с помощью грунтовых свай, взрывов в скважинах и т.д..

К **физико-химическим способам** относят: обжиг грунтов через скважины, силикатизацию (добавление жидкого стекла), пропитку цементными и глинистыми растворами, обработка различными солями, укрепление грунтов органическими веществами (битум, смолы и т.д.).

При малых значениях относительной просадочности, можно ограничиться предохранением оснований сооружений от замачивания. Это достигается планировкой и отводом дождевых и талых вод с поверхности площадки, нагорными и водоотводными каналами и другими мероприятиями.

**Вопросы для контроля знаний по теоретическому курсу
дисциплины «Геология»
Тема 5. Петрография**

1. Определение пород. Связь их с минералами
2. В чем разница понятий структура и текстура горных пород?
3. На какие три основные группы делятся горные породы по происхождению?
4. Какими бывают магматические горные породы?
5. Как называются горные породы, когда магма застывает в трещинах горных пород, не успевая достигнуть поверхности?
6. Приведите примеры магматических горных пород.
7. Какого происхождения такие нескальные горные породы как пески и глины?
8. На какие три основные группы делятся осадочные горные породы?
9. Какие группы магматических горных пород выделяют по содержанию кремнезема SiO_2 ?
10. Что такое трансгрессия?
11. В регрессивные фазы материка были покрыты водой или на них господствовала суша?
12. Какое название носят речные отложения?
13. На чем основана инженерно-геологическая классификация горных пород и грунтов?
14. На какие три группы подразделяются все горные породы в связи с этой классификацией?
15. Назовите виды связей в грунтах.
16. Какие связи определяют прочность и устойчивость скальных горных пород?
17. Чем отличаются скальные и полускальные горные породы?
18. Какого происхождения такая горная порода как мрамор?
19. Какие виды метаморфизма горных пород Вы знаете?
20. Приведите примеры метаморфических горных пород.
21. Что относят к водно-физическим свойствам грунтов?
22. Назовите свойство грунтов противоположное упругости.

23.Перечислите методы улучшения грунтов на поверхности и в глубине толщ.