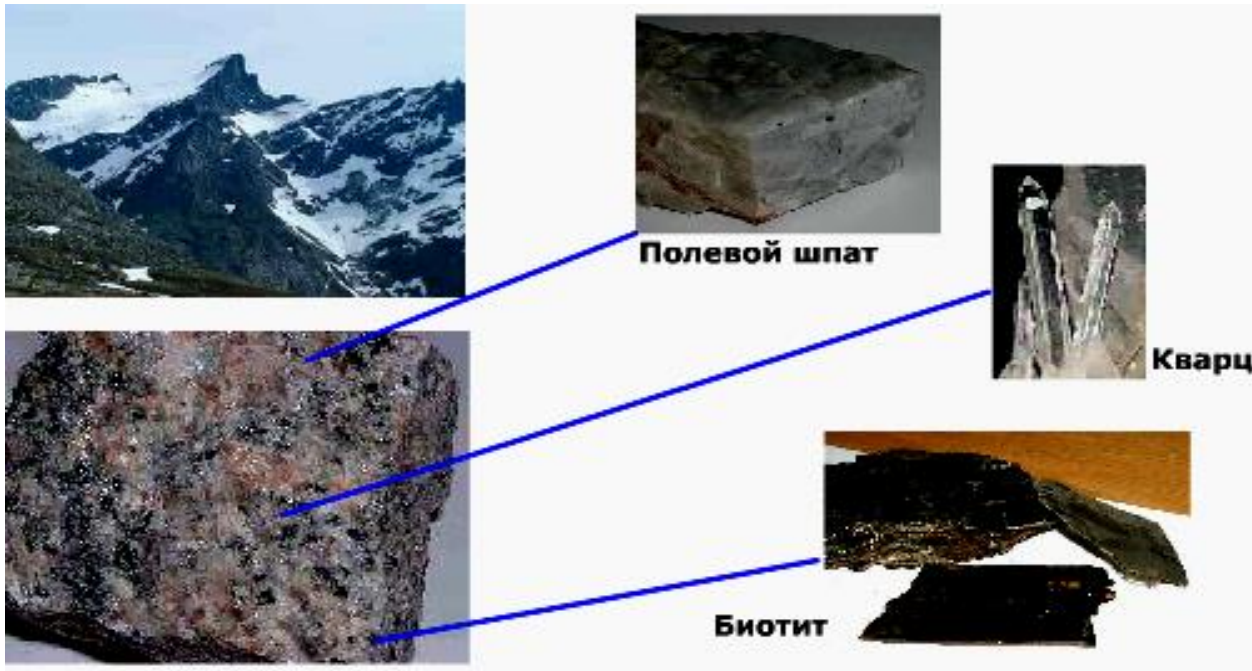


Rocks and their properties



ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Земную кору слагают горные породы, представляющие собой закономерные агрегаты минералов (рисунок 91). Последние состоят из различных химических элементов. Химический состав и внутренняя структура минералов зависят от условий их образования и определяют свойства. В свою очередь строение и минеральный состав горных пород указывают на происхождение последних и позволяют определять породы в полевых условиях.



- Горные породы - это естественные ассоциации минералов, возникшие в земной коре в результате затвердевания природных силикатных расплавов, накопления осадков и преобразования (метаморфизации) ранее существовавших горных пород. Каждая горная порода образует в земной коре геологическое тело (слой, пласт, линзу, массив, поток, покров, и т.д.), имеет вещественный состав, обладает своим внутренним строением.
- Вещественный состав горных пород характеризуется валовым химическим и минеральным составами. Валовый химический состав выражается в процентах содержания главных окислов: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , H_2O . Состав горных пород бывает мономинеральный, т.е. состоит из одного минерала (дунит, кварцит, каменная соль и др.) и полиминеральный (гранит, гнейс, диорит и др.). Породообразующие минералы считаются главными, если каждый из них составляет более 5% объема пород и второстепенными, если их меньше 5%. Акцессорные минералы (лат. *accessorius* – добавочный) входят в состав горных пород в очень малых количествах и являются строго закономерной частью пород и по их характеру может быть установлено родство и происхождение горных пород.

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

- Главным признаком разделения горных пород является их происхождение. По этому признаку все горные породы делятся на три группы: магматические, метаморфические и осадочные.
- Магматические горные породы возникают путем кристаллизации природных силикатных растворов, зародившихся как в верхней части мантии Земли, так и в земной коре.
- Осадочные горные породы образуются на поверхности Земли в водной, реже – воздушной среде из продуктов разрушения других пород, а также из химических и органогенных осадков.
- Метаморфические горные породы возникают в результате преобразования магматических, осадочных и ранее существовавших метаморфических пород под влиянием высоких температур и давлений, теряя первоначальный облик, приобретают новые особенности вещественного состава и внутреннего строения.

Горные породы

магматические

осадочные

метаморфические



базальт



обсидиан



каменная соль



гнейс



мрамор



гранит



каменный уголь



сланец

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

- Строение горных пород характеризуется структурой и текстурой.
- Структура обуславливает внутреннее строение горной породы, т.е. степень кристалличности и размерность минеральных зерен или обломков, слагающих породу, их формой.
- Текстура породы - это особенность внешнего её строения (рисунок) и определяется характером размещения минеральных зерен, их ориентировкой и окраской.

СТРУКТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД

Типы структур	Подтип структуры	Виды структур
Полнокристаллическая	Равномернозернистая	Гигантозернистая
		Крупнозернистая
		Среднезернистая
		Мелкозернистая
	Неравномернозернистая	Порфировидная
		Пегматитовая
Неполнокристаллическая		Порфировая
		Скрытокристаллическая
		Стекловатая

СТРУКТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД



Рис.32

*Полнокристаллическая
неравномернозернистая
(пегматитовая)
структура.
Схематическое*



Рис.33

*Неполнокристаллическая
(порфировая)
структура.
Схематическое
изображение.*



Рис.34

*Неполнокристаллическая
(стекловатая) структура.
Схематическое
изображение.*

СТРУКТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД

По абсолютной величине зерен

Полнокристаллические

Тонкозернистая



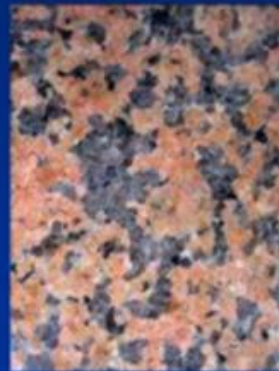
Менее 1 мм

Мелкозернистая



1-3мм

Среднезернистая



3-5мм

Крупнозернистая



5-7мм

Гигантозернистая



Более 7мм

ТЕКСТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД

Плотная



Пористая



Пузырчатая



Флюидальная



Шлаковая





Rocks and there properties

Physical and
mechanical
properties of rocks



Loess FIGURE 13.29

- **Инженерная геология** - является отраслью геологии, изучающей верхнюю часть земной коры (состав пород, их свойства, физико-геологические процессы и др.) в связи с инженерной деятельностью человека, т. е. со строительством различных зданий, гидротехнических сооружений, шоссейных и железных дорог, горных предприятий и пр.
- Раздел инженерной геологии, в котором изучаются свойства почв и горных пород как грунтов, называется **общим грунтоведением**, а раздел, изучающий закономерности распределения напряжений в толще грунтов, их деформации, условий прочности и устойчивости под действием внешних сил и собственного веса - **механикой грунтов**.
- Поскольку поверхностная часть литосферы сложена преимущественно рыхлыми породами (крупнообломочными, мелкообломочными, пылеватыми и глинистыми), то именно они и являются объектом изучения механики грунтов, в отличие от механики горных пород, которая изучает свойства и деформации скальных пород при проведении подземных горных выработок.

- **Основными задачами общего грунтоведения** являются:
- - изучение условий происхождения горных пород и их залегания;
- - вещественного состава грунтов (минерального, гранулометрического и химического);
- - изучение их физических, механических и коллоиднохимических свойств;
- - прогнозирование изменения свойств грунтов (в первую очередь их прочности) во времени в ходе строительства и эксплуатации сооружений;
- - разработка методов искусственного улучшения свойств грунтов, поскольку их природные свойства не всегда удовлетворяют запросам различных видов строительства и тем самым не могут обеспечить устойчивость и долговечность возводимых сооружений.
-

- По происхождению различают три группы горных пород: магматические, метаморфические и осадочные.
- **Магматические породы** обычно очень прочные, для них характерно наличие жестких кристаллизационных связей между частицами, под воздействием веса сооружений они заметно не деформируются, в воде практически нерастворимы. Однако эти породы всегда разбиты трещинами, что несколько снижает их физико-механические свойства, особенно при оценке этих пород при карьерной разработке полезных ископаемых и для гидротехнического строительства. Как основание различных сооружений неветрелые или слабо ветрелые магматические породы очень устойчивы.
- **Метаморфические и скальные осадочные породы** обладают менее удовлетворительными физико-механическими свойствами по сравнению с магматическими, но при оценке их как основания сооружений они более надежны.
- Только наличие сланцеватости, а также нередко значительная трещиноватость и раздробленность, обусловленная тектоническими процессами и выветриванием, заставляют более критически оценивать эти породы при возведении на них различных сооружений, особенно гидротехнических и в откосах карьеров

Магматические породы



Метаморфические породы



- **Осадочные породы**

- **Осадочные породы** преобладают в верхней зоне литосферы. Они подразделяются на три генетические группы: морские, лагунные и континентальные.
- Внутри этих групп по ряду признаков и по совокупности физико-механических свойств выделяют многочисленные типы, подтипы, разновидности и т. п.
- Важной особенностью обломочных осадочных горных пород является то, что они состоят из твердых минеральных частиц и пор, которые заполнены поровым раствором и воздухом.
- Следовательно, осадочные горные рыхлые породы состоят из твердой, жидкой и газообразной фаз, т. е. представляют собой в общем **случае трехфазную систему**, а учитывая наличие в поровой воде растворенных веществ - **многофазную систему**.
- В определенных природных условиях количество твердых частиц (твердой фазы) в грунтах неизменно; соотношение же между воздухом и поровым раствором (а также количество и состав растворенных в поровой воде веществ) во времени может меняться, соответственно чему изменяются и свойства пород, особенно глинистых

Осадочные породы



• Инженерно-геологическая классификация горных пород.

- Единой общепринятой инженерно-геологической классификации горных пород не существует. Для практических целей используются классификации, приведенные в СНиП. В этих классификациях учитываются наиболее характерные особенности грунтов, установленные практикой и важные для подземного строительства. Грунты подразделяются на несколько видов;
- **Скальные** — изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткой связью между зернами (с конденсационными и кристаллизационными структурными связями), залегающие в виде сплошного массива или трещиноватого слоя, образующего подобие сухой кладки;
- **Нескальные:**
- **крупнообломочные** — несцементированные грунты, содержащие более 50% по весу обломков кристаллических или осадочных пород с размером частиц крупнее 2 мм;
- **песчаные** — сыпучие в сухом состоянии грунты, не обладающие свойством пластичности, содержащие менее 50% по весу частиц крупнее 2 мм;
- **глинистые** — связные грунты, размер частиц менее 0,001 мм
- .

• ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД

- Свойства грунтов определяются совокупностью их физических и механических свойств.
- Это и обуславливает необходимость изучения физических свойств грунтов при проектировании и строительстве горных объектов.
- Для классификации грунтов и оценки их поведения во взаимодействии с сооружением необходимо иметь количественные (цифровые) *характеристики* или *показатели* их свойств, которые получают путем изучения грунтов лабораторными методами.
 - **Гранулометрический состав.**
- Под гранулометрическим или механическим составом понимают процентное содержание частиц различного размера, слагающих данную рыхлую породу

- **Удельный вес.**

- Удельный вес грунта γ_g – вес единицы объема минеральных частиц (твердой фазы), определяемый как отношение веса частиц, к объему вытесненной ими жидкости, выражается в г/см³ или т/м³. Удельный вес минералов, входящих в состав рыхлых пород, изменяется в незначительных пределах; в среднем для песков он равен 2,65 (удельный вес кварца), для суглинков — 2,70 и для глин — 2,75. Величина удельного веса используется для определения некоторых физических и механических показателей и тем самым он является косвенной характеристикой. Определяется удельный вес по ГОСТ 5181—64.

- **Объемный вес.**

- Объемный вес γ_o — вес единицы объема грунта при естественной пористости и влажности; выражают в г/см³ или т/м³. Поскольку грунтам присуща пористость, то объемный вес всегда меньше удельного веса. Величина объемного веса зависит от пористости и степени увлажнения породы.

- **Объемный вес породы** является прямым расчетным показателем и используется для расчета давления грунта на подпорные стенки; для расчета устойчивости откосов выемок, котлованов, карьеров и т. п.; для определения величины горного давления в горных выработках; для вычисления объемного веса скелета грунта и пористости (в последнем случае объемный вес является косвенным показателем). Грунты, встречаемые в строительной практике, обычно имеют объемный вес от 1,5 до 2,21 г/см³. Определяется объемный вес по ГОСТ 5182—64.

- **Объемный вес скелета грунта.**

- Объемный вес скелета грунта, иначе объемный вес твердой фазы γ_c , — вес единицы объема грунта при естественной пористости, но без веса поровой воды. Объемный вес скелета грунта характеризует плотность породы. Чем больше объемный вес, тем больше в единице объема грунта твердых частиц, тем более плотно сложена порода. Значения объемного веса скелета грунта изменяются в пределах от 1 до 1,9 г/см³ и более.

- Физические свойства глинистых пород, специальные горнотехнические характеристики

- **Пластичность**

- Пластичность — способность глинистых пород изменять свою форму (деформироваться) под действием внешних сил без разрыва сплошности и сохранять полученную при деформации новую форму после прекращения действия внешних сил. Пластичные свойства глинистых грунтов зависят от влажности, степени дисперсности, минерального состава, состава катионов диффузного слоя (обменных катионов), концентрации порового раствора, состава катионов раствора и других факторов. Глинистые породы становятся пластичными только при некотором строго определенном содержании воды. В инженерно-геологической практике пластичность глинистых пород характеризуется ***пределами пластичности***.

- **Нижний предел пластичности**, или **предел раскатывания в проволоку**, W_p — влажность в процентах, при которой глина раскатывается в жгутики диаметром 3 мм; при этой влажности глинистая порода из твердого состояния переходит в пластичное.
- **Верхний предел пластичности**, или **граница текучести**, W_T — влажность в процентах, при которой глинистые грунты из пластичного состояния переходят в текучее. Определяется по величине вдавливания под действием собственного веса стандартного конуса весом 76 г и высотой 25 мм при угле заострения 30° . Искомая влажность считается равной W_T при погружении конуса в грунтовое тесто на глубину 10 мм. Определяется по ГОСТ.
- **Число пластичности**, или **индекс пластичности**, W_i — разность между влажностью верхнего и нижнего предела пластичности:
- $W_n = W_T - W_p$.
- Число пластичности является классификационным показателем. По действующим СНиПам глинистые грунты в зависимости от числа . пластичности подразделяются на следующие виды:
- супесь $1 < W_n < 7$, суглинок $7 < W_n < 17$, глина $W_n > 17$.

Консистенция грунтов.

Из характеристики пределов пластичности следует, что состояние глинистых пород, а тем самым и их строительные свойства меняются в зависимости от степени увлажнения. Так, сухая глина при увлажнении из состояния твердого тела переходит сначала в пластичное, а затем в текучее.

Такое изменение состояния глин при увлажнении называется изменением их консистенции. Количественно консистенция характеризуется показателем консистенции β который определяется по формуле:

$$\beta = \frac{W - W_p}{W_n}$$

- **Липкость.**

Липкость (клейкость, прилипаемость) - способность грунтов при определенном содержании воды прилипать к рабочим органам землеройных механизмов.

Проявляется липкость при влажности выше нижнего предела пластичности.

Количественной характеристикой липкости является максимальное усилие в граммах на квадратный сантиметр, необходимое для отрыва металлической пластинки от грунта при различной его влажности, что определяется в лабораторных условиях.

Липкость грунтов определяется теми же факторами, что и пластичность; в наибольшей степени липкость проявляется в натрий-монтмориллонитовых глинах.

Определение липкости имеет существенное значение при строительстве карьеров, дорог, и других объектов; значительная липкость осложняет работу землеройных машин, что следует заранее предусматривать.

Липкость (клейкость, прилипаемость)



• **Набухание**

- Глинистые породы при увлажнении увеличиваются в объеме, набухают, а при уменьшении влажности происходит уменьшение их объема, усадка.
- Причиной набухания является увеличение толщины гидратных оболочек физически связанной воды; объем минеральных частичек в набухающем грунте остается неизменным, а увеличение объема обуславливается увеличением пор, полностью заполняемых водой.
- В результате влажность набухающих грунтов возрастает. Поскольку утолщающиеся около минеральных частичек гидратные оболочки снижают силы сцепления между частицами, то прочность набухающих грунтов значительно уменьшается.

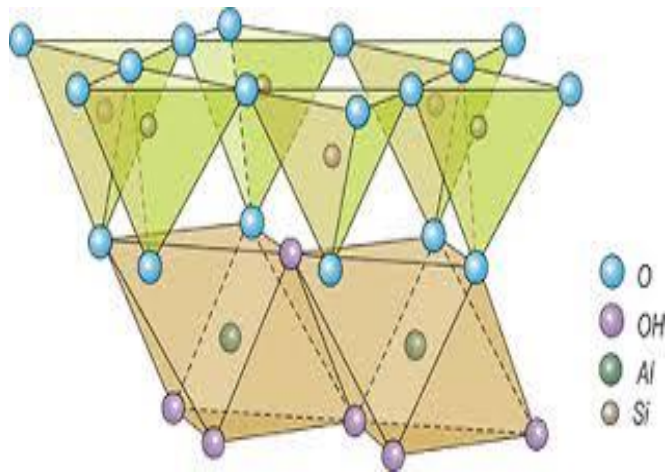
• **Усадка**

- Усадка обуславливается процессами, обратными набуханию, утоняющиеся при уменьшении влажности гидратные оболочки не препятствуют проявлению сил сцепления между твердой фазой грунта, при этом происходит сближение частиц и объем грунта сокращается.

- **Размокание глинистых пород.**

- Под размоканием понимается предельная степень набухания, когда порода распадается в воде на составные элементы, превращаясь в бесформенную массу, в густую суспензию. Основное значение в размокании имеет образование около минеральных грунтовых частичек предельно толстых гидратных оболочек, полностью устраняющих внутренние структурные связи, коагуляционные и нестойкие цементационные.
- Нарушение естественного сложения пород значительно способствует размоканию.
- Интенсивность размокания образцов глинистых пород в воде зависит от ряда факторов: от их состава, начальной влажности, наличия цементационных связей и их водостойкости, от степени выветрелости, нарушения естественной структуры искусственными факторами.
- Степень размокаемости грунтов используется при оценке явлений переработки берегов водохранилищ, устойчивости откосов канав, стенок котлованов и других земляных сооружений.

Строение глин



Пластичность



набухание



усадка



- **Растворимость.**

- Некоторые породы (известняки, доломиты, гипс, соли и т. п.) при соприкосновении с подземной водой могут полностью или частично растворяться ею. Растворяющей способностью подземная вода обладает только в том случае, если она не насыщена соответствующей солью. Например, подземные воды, насыщенные карбонатом кальция, не будут растворять известняки; насыщенные сульфатом кальция, не растворяют гипс и ангидрит и т. п.
- Растворяющая способность агрессивных подземных вод зависит также от скорости их движения в породе. Чем больше скорость движения воды, тем выше ее растворяющая способность.

- **Размягчаемость.**

- У некоторых пород под действием воды наблюдается снижение прочности без видимых признаков их разрушения.

• МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЫХЛЫХ ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД

- **Механические свойства рыхлых обломочных пород**- определяют их поведение в основании сооружений, в откосах выемок, карьеров, котлованов, в подземных сооружениях и т. п.
- Механические свойства пород зависят от совокупности их физических свойств и должны изучаться и оцениваться не изолированно, а в комплексе с учетом требований, предъявляемых к породам при проектировании и строительстве конкретных объектов.
- В горной практике наибольшее значение имеют механические свойства рыхлых горных пород, которые распространены почти повсеместно. Строительство самых разнообразных объектов, в том числе и капитальных, приходится осуществлять преимущественно на глинах, суглинках, супесях и прочих рыхлых горных породах.

- **Соппротивление пород сжатию.**

- Степень сжатия и уплотнения пород и явления, происходящие при этом в них, зависят от вида и структурных особенностей грунтов.
- Сжатие раздельнозернистых грунтов (песков, гравия, щебенки и т. п.) зависит от степени их плотности гранулометрического состава и характера внешнего воздействия.
- При статическом давлении сжатие рассматриваемых грунтов незначительное. Поэтому как основания сооружений раздельнозернистые грунты вполне удовлетворительны. Взаимному перемещению минеральных частичек в раздельнозернистых грунтах оказывают сопротивление преимущественно силы трения, проявляющиеся по поверхности скольжения.

- **Сжимаемость**

- Сжимаемость связных или глинистых пород, преобладающих среди рыхлых грунтов, зависит от сочетания и взаимовлияния многих факторов: степени их дисперсности (гранулометрического состава), минерального состава, степени увлажнения, консистенции грунта, характера структурных связей (коагуляционные или конденсационные), характера и скорости приложения нагрузок и др.
- Количественно влияние всех указанных факторов на степень сжатия глинистых пород точно еще не установлено, но качественно определено точно, это и необходимо учитывать при инженерно-строительной оценке связных грунтов.

- **Сопротивление сжатию рыхлых пород** в лабораториях определяется либо в приборах с жесткими стенками — *одометрах*, что исключает возможность бокового расширения образца грунта, либо в приборах в условиях трехосного сжатия — *стабилометрах*, в которых более правильно моделируется напряженное состояние грунтов в основании сооружений.
- **В одометрах** можно определить только коэффициент уплотнения, модуль общей деформации и коэффициент фильтрации.
- Испытания же **в стабилометрах** позволяют комплексно определять показатели механических свойств несвязных и связных грунтов:
 - коэффициент уплотнения,
 - модуль деформации,
 - коэффициент бокового давления,
 - коэффициент поперечного расширения (Пуассона),
 - коэффициент внутреннего трения, сцепление и
 - коэффициент фильтрации при заданном давлении.
- Одометры иначе называются ***компрессионными приборами***, В них образец грунта помещается в жесткую металлическую обойму. Сверху и снизу он прикрыт пористыми пластинками, свободно пропускающими воду, отжимаемую из грунта при его сжатии.

- **Сопротивление грунтов сдвигу.**

- Изучение сопротивления грунтов сдвигающим усилиям имеет большое практическое значение для :
 - - обоснованного определения несущей способности грунтов основания,
 - - оценки устойчивости откосов,
 - - расчета давления горных пород на крепь подземных выработок,
 - - расчета давления грунта на подпорные сооружения и других инженерных расчетов.
- Сопротивление сдвигу грунтов складывается из сопротивления трению твердых минеральных частиц по поверхности скольжения, что присуще преимущественно разделяльно-зернистым (сыпучим) грунтам — пескам, отчасти супесям, и сцепления, что присуще связным (глинистым) грунтам.
- Как уже указывалось, связные грунты имеют внутренние структурные связи между минеральными частицами — **коагуляционные, конденсационные и отчасти кристаллизационное сцепление**, что и обуславливает сопротивление этих пород сдвигу, величина которого в разных породах неодинаковая и зависит от гранулометрического и минерального состава, влажности грунтов, их физико-химических свойств и других факторов.

Показатели сопротивления грунта сдвигу определяются по одной или двум заранее фиксированным в приборах плоскостям; путем раздавливания образцов при одноосном и трехосном сжатии; по углу естественного откоса.

В практике лабораторных исследований нашей страны сопротивление грунтов сдвигу определяется преимущественно по одной плоскости сдвига, для чего существуют различные приборы, различающиеся, только конструктивно (ДОРНИИ, Маслова — Лурье и др.).



• МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ГОРНЫХ ПОРОД.

- Как указывалось, к скальным и полускальным породам относятся изверженные, метаморфические и сцементированные осадочные, связь между частицами у которых имеет кристаллизационный характер.
- Наличие жестких связей между частицами сближает эти породы с обычными твердыми телами, которые изучаются в сопротивлении материалов.
- В качестве характеристик свойств скальных и полускальных пород используют данные:
 - - о пределе их прочности на сжатие (сопротивление раздавливанию),
 - - об их морозоустойчивости и др.
- Для целей строительства гражданских и промышленных сооружений скальные и полускальные породы, если они не полностью разрушены процессами выветривания, вполне удовлетворительны; при строительстве карьеров, гидротехнических сооружений, дорожных
- выемок, при проходке горных выработок первостепенное значение при оценке данных пород имеет степень их трещиноватости, что детально и изучается в процессе инженерно-геологических исследований.
- Однако в практике инженерно-геологических исследований чаще всего ограничиваются испытанием прочности твердых пород на сжатие (раздавливание), так как этот показатель одновременно характеризует и другие механические свойства.

- **Прочность на сжатие**

- **Прочность на сжатие** характеризуется *временным сопротивлением* породы сжатию, или *пределом прочности на сжатие*, представляющим собой предельную нагрузку, при которой образец разрушается; выражают предел прочности в килограммах на квадратный сантиметр.
- Временное сопротивление сжатию неветрелых магматических пород и некоторых разновидностей метаморфических и осадочных пород (плотные известняки, кремнистые песчаники и т. д.) обычно превышают **100 кгс/см²**, снижаясь до сотен и десятков килограммов на квадратный сантиметр у ветрелых разновидностей.
- Прочность большинства цементированных осадочных пород колеблется от нескольких килограммов на квадратный сантиметр до десятков и сотен и зависит в основном от рода цемента и степени ветрелости породы.

- **Крепость пород**

- **В горном деле**, а также при бурении скважин широко применяется понятие **крепость пород**, под которым понимается их общее сопротивление воздействию внешних сил при проходке или разработке; сопротивляемость выражается *коэффициентом крепости пород*, устанавливаемым для каждой породы по ряду показателей.
- М. М. Протодьяконов по величине коэффициента крепости все породы подразделил на 15 категорий. Классификация Протодьяконова широко распространена и приводится во всех учебниках и справочниках по горному делу.

Таблица 2.4

Сопоставление удельной энергоемкости бурения
с коэффициентом крепости некоторых горных пород

Порода (месторождение)	Сопротивление сжатию, σ , кг/см ²	Коэффициент крепости f	Удельная энергоемкость бурения	
			кВтч/м	кВтч/м ³
Каолинизированные вторичные кварциты (Коунрад)	690	4-7	0,4-0,7	8-17
Вторичные кварциты по эффузивам (Коунрад)	1010	7-10	0,7-0,9	15-20
Мрамор кристаллический, серый (Саяк)	785	6-8	1,0-1,2	22-26
Мрамор кристаллический, серый (Саяк)	350-972	4-9	1,0-1,4	22-30
Песчаники (Саяк)	850-1190	8-12	1,0-1,3	22-28
Слениты мелко- и среднезернистые (Кальмакыр)	1170	12	1,0-1,3	22-28
Вторичные кварциты по гранодиоритам (Коунрад)	1220	12-13	1,2-1,4	26-30
Вторичные кварциты по кислым лавам (Коунрад)	1200	10-12	1,4-1,8	30-39
Скарны гранатовые (Саяк)	1180-	12-15	1,6-1,8	35-39
Скарны гранатовые (Саяк)	1500	12-15	1,5-2,5	32-55
Вторичные кварциты (Кальмакыр)	1478	10-14	1,8-2,1	39-46
Туфоалевролиты (Саяк)	1050-			
Кварцевые порфиры (Кальмакыр)	1430	12-16	2,0-2,3	43-50
Вторичные кварциты монолитные (Кальмакыр)		12-16	2,0-2,4	43-52
Гранодиоритпорфиры (Коунрад)	1150-	10-17	2,5-3,5	55-76
Гранодиоритпорфиры (Коунрад)	1630	12-20	3,5-4,0	76-87
Гранодиориты (Саяк)	1584	12-20	4,0-5,5	67-120
Дайки диоритовых порфиритов (Саяк)	1716	8-10	1,4-1,8	30-39
Дайки диоритовых порфиритов (Саяк)	2035	10-14	1,6-2,0	35-44
Ороговикованные туфоалевролиты (Саяк)	2670	16-20	2,4-3,2	52-70
Ороговикованные туфоалевролиты (Саяк)	-			
Хлоритовые сланцы (ЦГОК)				
Карбонато-магнетитовые роговики (ЦГОК)	--			
Мартиго-гематитовые роговики (ЦГОК)				

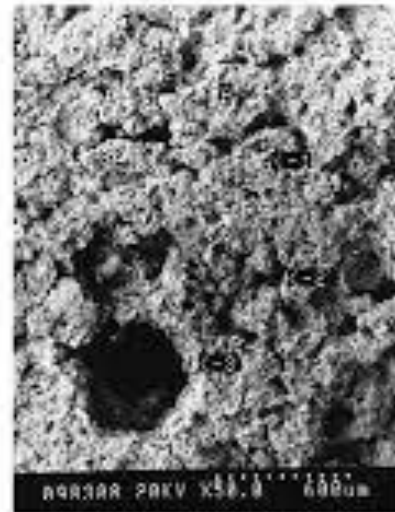
• **Просадочность лёссовых грунтов.**

- Под лёссами и лёссовидными грунтами понимаются породы, сформировавшиеся в условиях засушливого климата и обладающие одним общим свойством— недоуплотненной структурой, не отвечающей напряженному состоянию, в котором эти грунты находятся в условиях их естественного залегания.
- Недоуплотненность обуславливает значительную пористость этих пород, достигающую иногда более 50%.
- Помимо обычной пористости лёссовидным грунтам и лёссам присуще также наличие крупных пор—*макропор* — размером иногда более 1 мм, хорошо видимых невооруженным глазом, обычно в виде вертикальных трубочек.
- Состоят лёссы и лёссовидные грунты преимущественно из фракций пыли и имеют характерную палево-желтую или желто-бурую окраску.
- В пределах Казахстана эти породы распространены на большей части площади.
- Залегают лёссы и лёссовидные грунты на водоразделах в виде покрова, плаще-образно перекрывая более древние образования. Мощность их достигает иногда многих десятков метров, а обычно составляет 15 - 20 м.

• **Просадочность лёссовых грунтов.**

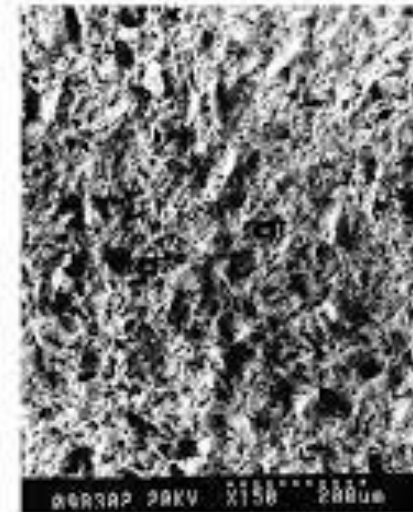
- Ввиду значительной распространенности лёссы и лёссовидные грунты во многих случаях служат основанием самых различных сооружений или средой, в которой осуществляется строительство дорожных выемок, каналов и других объектов.
- В естественных условиях при малой влажности лёсс и лёссовидные грунты обладают значительной механической прочностью и устойчивостью в откосах, сохраняя почти вертикальное положение при высоте откоса иногда более 10 м. При увлажнении же их прочность существенно уменьшается и они доуплотняются; это свойство называется *просадочностью* и сопровождается необратимым изменением структуры грунтов.
- Просадки лёссовых грунтов в основании сооружений обычно неравномерные, что обуславливает неравномерную осадку сооружений, величина которой колеблется от нескольких десятков сантиметров до 1,5—2 м и более. Неравномерность осадок сооружений приводит к образованию в зданиях трещин и других деформаций, а нередко и к разрушению сооружений. Следовательно, чтобы предохранить сооружения, возводимые на просадочных грунтах, от различных деформаций, необходимо заранее знать степень их просадочности, в соответствии с чем осуществляются различные защитные мероприятия, обеспечивающие устойчивость сооружений на весь срок их эксплуатации.

ЛЕССЫ



ИЧЯЛЛАЯ РАКУ $\times 500 \times 600 \mu\text{m}$

Микроструктура лесса, естественная, увеличенный в 600 раз



ДЕВЯЛАР РАКУ $\times 150 \times 200 \mu\text{m}$

Микроструктура лесса, после просадки, увеличено в 350 раз



Лёссы – наиболее эрозийноопасные грунты в степях