

Физика горных пород

Лекция № 2

Горные породы, классификация их
свойств

Лектор: Шульгин Павел Николаевич

<http://do.dstu.education>

<http://sggs-donstu.ucoz.ru/>

Категории курсов

Инструкции	5
Дисциплины	
Студенты	1

Поиск курса:

Календарь

Сентябрь 2015

Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Новости сайта



Для студентов
от [ДО-Зотов Вадим Алексеевич](#) - Вторник 18 Ноябрь 2014, 22:34

Просим всех студентов указать реальный адрес своей электронной почты (e-mail) в своей учетной записи. Для этого нужно заменить условный e-mail, который вписан туда при регистрации.

Это сделает удобным получение сообщений от преподавателей о новых событиях в учебных курсах, а также поможет восстановить доступ в случае проблемы.

Для изменения e-mail войдите в систему со своим логином и паролем, затем перейдите на страницу редактирования своего профиля, нажимая на ссылку с вашей фамилией, выберите вкладку "Редактировать информацию", и там замените условный e-mail на свой реальный.

На той же странице рекомендуется ввести новый пароль для входа в систему, который будет известен только Вам.

Вход в систему ДО

Войти на сайт

(Cookies должны быть разрешены в Вашем браузере) ?

Логин

Пароль

Некоторые курсы могут позволять гостевой доступ

Забыли логин или пароль?

Под-категории

[Загальні дисципліни всіх напрямів підготовки](#)

[Напрямок підготовки "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"](#)

[Напрямок підготовки "Гірництво"](#)

[Напрямок підготовки "Інженерна механіка"](#)

[Напрямок підготовки "Економіка та підприємництво"](#)

[Напрямок підготовки "Комп'ютерна інженерія"](#)

[Напрямок підготовки "Електроніка"](#)

[Напрямок підготовки "Будівництво"](#)

[Напрямок підготовки "Металургія"](#)

[Напрямок підготовки "Менеджмент"](#)

[Напрямок підготовки "Електромеханіка"](#)

[Напрямок підготовки "Прикладна фізика"](#)

[Напрямок підготовки "Архітектура"](#)

[Напрямок підготовки "Машинобудування"](#)

[Напрямок підготовки "Екологія"](#)

[Напрямок підготовки "Філологія"](#)

Страница: 1 2 [\(Далее\)](#)

Курсы

Геотехнології гірництва(Збагачення корисних копалин)(денна,заочна, доц.Аверин Г.А)))

Іноземна мова Гірн.контр.роб.3(заочна, доц. Хромова В.С.)

Іноземна мова Гірн.контр.роб.2 (заочна, доц. Хромова В.С.)

Іноземна мова за професійним спрямуванням Німецька мова гірн(заочна, викл. Король О.М.)

Іноземна мова за професійним спрямуванням Німецька мова(заочна, ст. викл. Бекін М.М.)

Іноземна мова за професійним спрямуванням Французька мова(заочна, викл. Колесник Ю. Л.)

Історія гірничої техніки (заочна, доц. Смекалія Є.С.)

Аерологія гірничих підприємств(денна,заочна, проф. Антощенко М.І.)

Англійська мова за професійним спрямуванням(заочна, викл. Каткова В.П.)

Безпека життєдіяльності(заочна, доц. Арсенюк С.Ю.)

Вища математика (денна, асист. Кулакова С.І.)

Гідромеханіка (заочна, доц. Чебан В.Г.)

Геодезія(денна, заочна, ст. викл. Ліман С.А.)

Екологія(заочна, проф. Давиденко В.А.)

Загальна геологія (заочна, доц. Шубін Ю.П.)

КП з процесів підземних гірничих робіт (заочна, асист. Філонюк Ю.В.)

КП з технологій підземної розробки родовищ корисних копалин (заочна, асист. Філонюк Ю.В.)

КП з Управління станом масиву гірських порід(заочна, асист. Пронь П.О.)

Курсовий проект "Руйнування гірських порід вибухом" (денна, заочна, доц.Шульгін П.М.)

Математична статистика у гірництві(денна, заочна, асист. Кулакова С. І.)

Под-категории

[Перепідготовка спеціалістів](#)

[Підготовка бакалаврів](#)

[Підготовка спеціалістів](#)

[Підвищення кваліфікації](#)

[Підготовка магістрів](#)

Под-категории

[Загальні дисципліни напрямку підготовки](#)

[Дисципліни спеціальності "Гірниче обладнання"](#)

[Дисципліни спеціальності "Шахтне і підземне будівництво"](#)

[Дисципліни спеціальності "Розробка родовищ корисних копалин"](#)

Курсы

Матеріали конструкцій шахтних споруд(денна, заочна, доц. Фесенко Е.В.)

Німецька мова за професійним спрямуванням(заочна, викл. Каткова В.П.)

Опір матеріалів(денна, заочна, доц. Пулков В.С.)

Організація, планування та управління виробництвом(заочна, доц. Зіборов Г. П.)

Організація, планування та управління виробництвом(заочна, доц. Ланговой В.О.)

Основи гірничого виробництва(денна, заочна, доц. Князьков О. В.)

Основи електрифікації (Електроснабжение и электропривод) (дневная, заочная, доц. Зотов В.А)

Психологія (денна, психолог Єфимова І.В.)

Руйнування гірських порід вибухом (денна, доц. Шульгін П.М.)

Руйнування гірських порід вибухом(заочна, доц. Коробкін С. Г.)

Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин (денна, заочна, доц. Леонов А.О.)

Технологія підземної розробки родовищ корисних копалин (заочна, доц.Мележик О.І.)

Транспорт гірничих підприємств(заочна, проф. Корнеев С.В.)

Фізика гірських порід(денна, заочна, доц. Касьянов В.О.)

Фізика(денна, ст. викл. Антропов І. І.)

Фізика(заочна, доц. Русанова Н.І.)

Французька мова за професійним спрямуванням(заочна, викл. Мачарашвілі М.І.)

Хімія(денна, заочна, ст. викл. Шербак Н.П.)

Шахтний транспорт(заочна, проф. Корнеев С.В.)

Сайт ДО

Физика горных пород

— это учение о физических, технологических свойствах, и физических процессах в горных породах. Место физики горных пород и процессов среди других наук определяется объектами, методами и направленностью исследований. По **объектам исследований** физика горных пород близка к геологическим наукам, а именно кристаллографии, минералогии, петрографии. По **методам исследований** физика горных пород близка к физике твердого тела: явления и свойства изучаются и объясняются с позиций современной физики твердого тела, используются ее математический аппарат и экспериментальные методы. Однако изучаемые физикой горных пород объекты значительно разнообразнее, более сложны и зависят от большего количества случайных факторов, чем в физике твердого тела. Законы возникновения и влияния всех этих факторов учесть одновременно практически невозможно. В связи с этим в физике горных пород широко применяется теория вероятности и математическая статистика, используют экспериментально установленные закономерности и корреляционные зависимости. Направленность исследований **физики горных пород** и **горной науки** одна и та же. Физика горных пород решает вопросы совершенствования горного производства, ищет резервы повышения производительности труда через познание свойств горных пород.

[Новости и вопросы по ФГП](#)

[Список литературы для изучения дисциплины Физика горных пород](#)

[В. В. Ржевский, Г. Я. Новик Основы физики горных пород](#)

[Методические указания для выполнения практической работы по ФГП](#)

[Критерий оценивания знаний студентов](#)

[Конспект лекций](#)

[Конспект лекций \(заочники\)](#)

[Метод указания БИ 60](#)

[Метод указания 055](#)

Материалы для скачивания (конспект, учебник, МУ)

[Тема 1 Состав и строение горных пород](#)

[Лекция № 1](#)

[Лекция 1](#)

Лекции по темам

[Тема 2 Механические свойства горных пород](#)

[Лекция № 2](#)

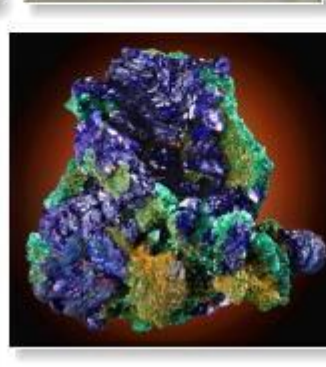
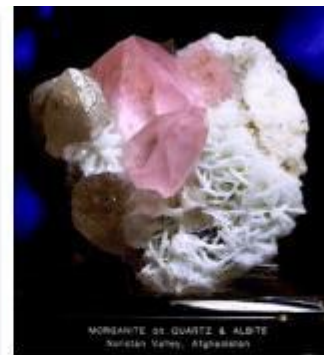
[Лекция № 2](#)

Для скачивания (pdf)

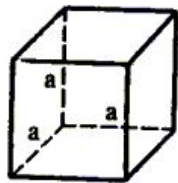
Для онлайн просмотра (swf) – необходимо, что бы был установлен flash player

Горные породы

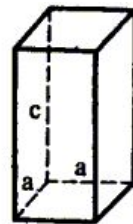
- Устойчивые агрегаты одного или нескольких минералов, образующие самостоятельные геологические тела.
- Кристаллы минералов имеют свою пространственную решетку, соответствующую закону распределения вещества внутри кристалла



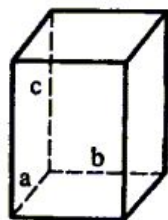
Основные системы кристаллических решеток



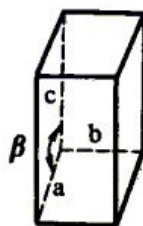
Кубическая
 $a=b=c$
 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$



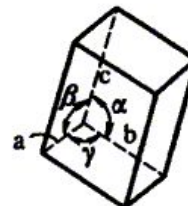
Тетрагональная
 $a=b \neq c$
 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$



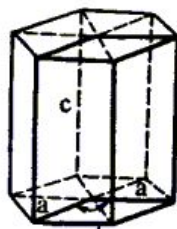
Орторомбическая
 $a \neq b \neq c$
 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$



Моноклинная
 $a \neq b \neq c$
 $\alpha=\gamma=90^\circ$
 $\beta \neq 90^\circ$



Триклинная
 $a \neq b \neq c$
 $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$



Гексагональная
 $a=b \neq c$
 $\alpha=\beta=90^\circ$ $\gamma=120^\circ$



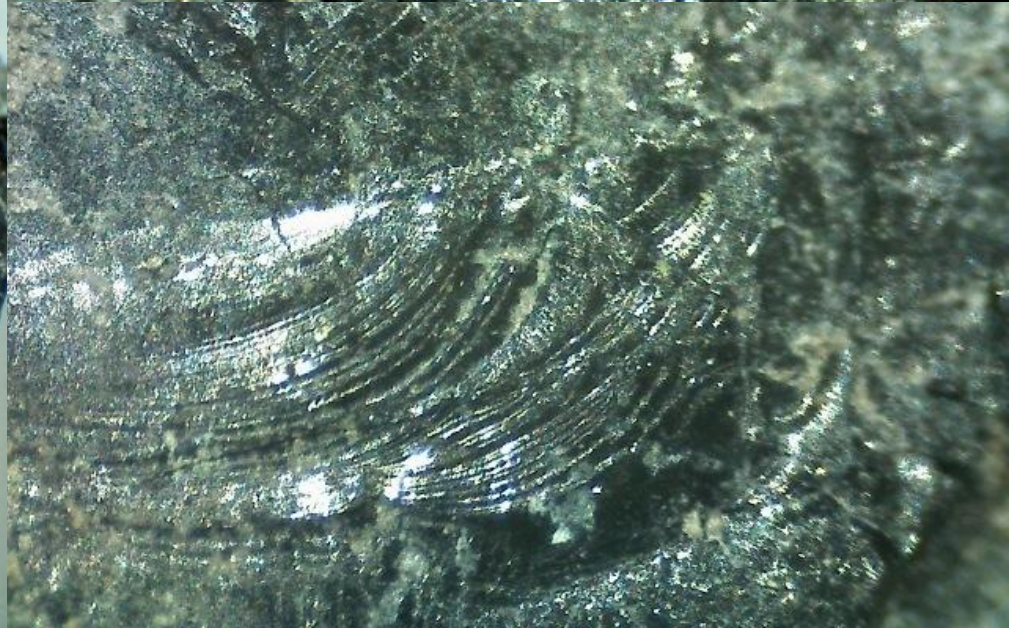
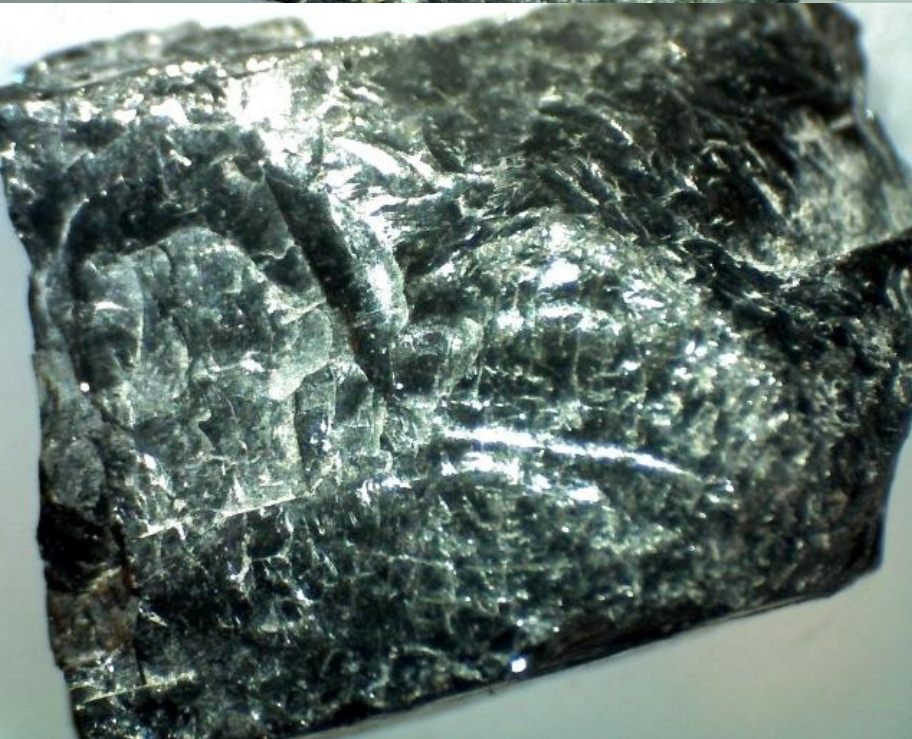
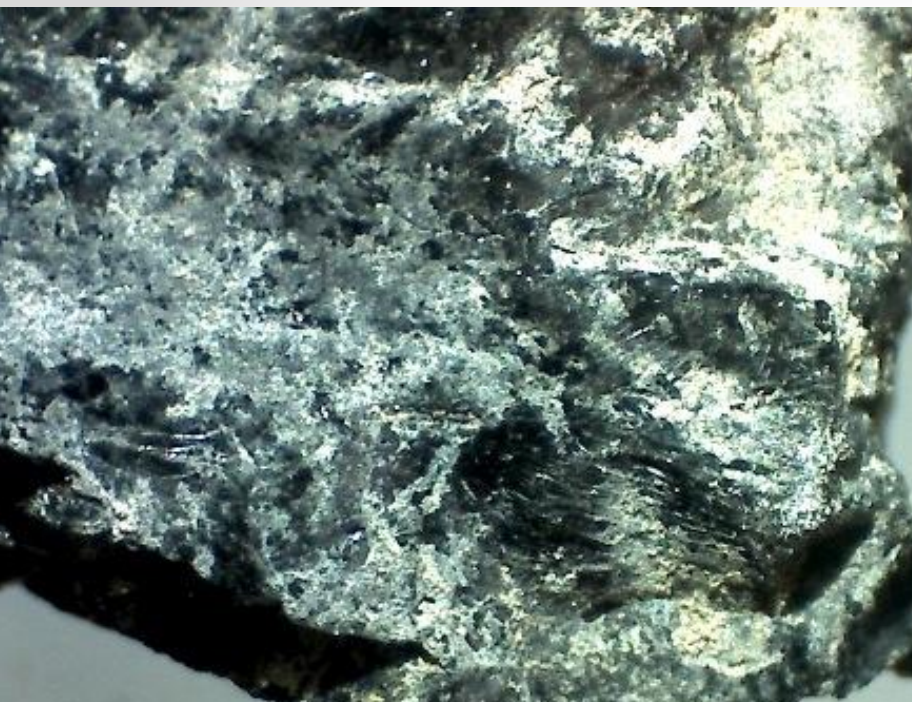
Ромбоэдрическая
 $a=b=c$
 $\alpha=\beta=\gamma \neq 90^\circ$

Осадочные горные породы

- Породы **органического происхождения** (смесь соединений углерода с водородом, азотом, серой, кислородом) – важнейший источник **энергии**
- **Наибольшее значение – ископаемые угли.**
- Органическая масса углей:
- Витрен – черная блестящая и хрупкая разновидность угля
- Кларен – полублестящий уголь
- Дюрэн – вязкий матовый и зернистый уголь
- Фюзен – волокнистый рыхлый серовато-черный уголь.

УГОЛЬ





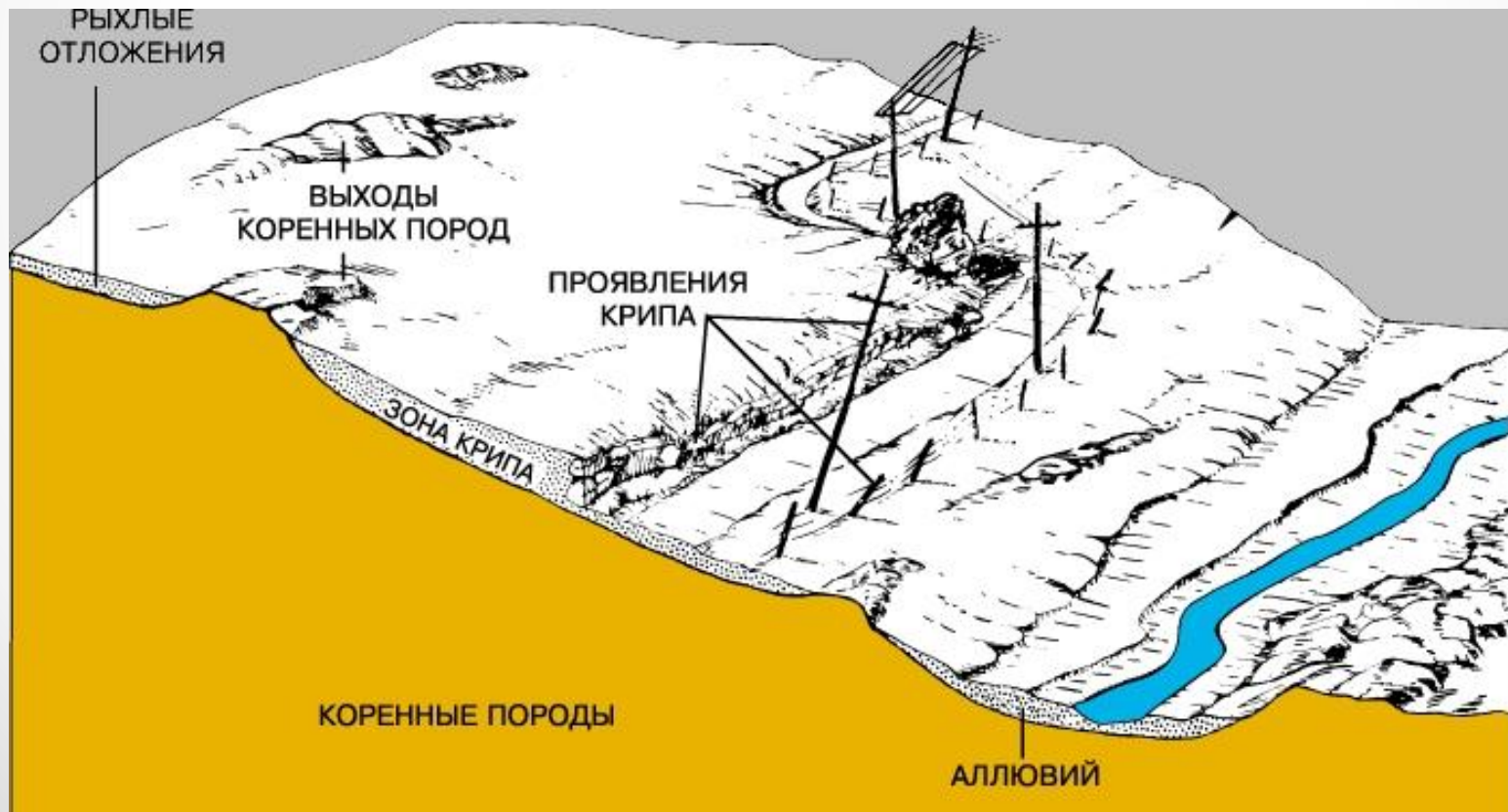


Уголь

- Содержание углерода в угле:
 - длиннопламенные угли – 76-79%
 - Антрациты – 93-95%
- Не углеродные составляющие – кварц, пирит, кальцит, глина – при сгорании угля переходят в золу – **зольность угля (5-10%)**
- Качество углей снижается при наличии в них серы
- Элементы примеси – германий, галлий, уран, медь, бериллий, молибден, ванадий (500-600 г/т)

Горные породы

- Объекты горные разработок:
- Коренные породы (располагаются в земной коре по месту образования)
- Наносы (измельченные, переотложенные или перенесенные)



Разработка горных пород

- Воздействия:
 - - механические (удар, сдвиг, уплотнение, перемещение)
- Состояние горных пород: **естественное** – необходимо знать для ведения работ в забое
- **Искусственно измененное** (взрыв, механическое разрушение, химическое укрепление ...) – необходимо знать для погрузки, транспортировки, хранения, дробления и ...

Состояние горных пород

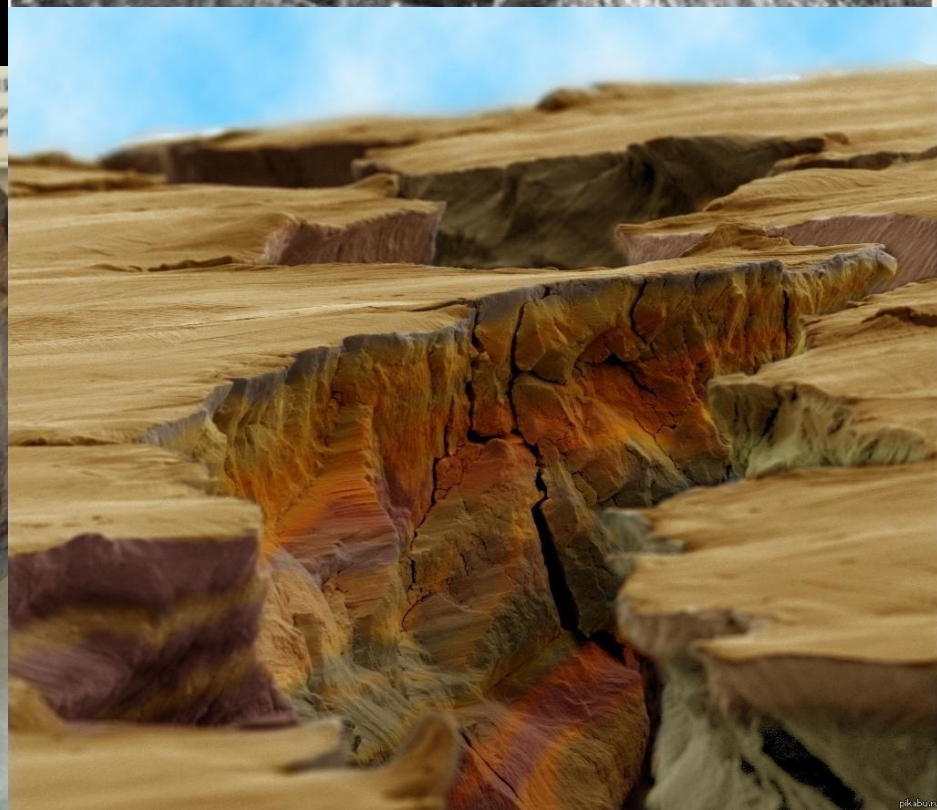
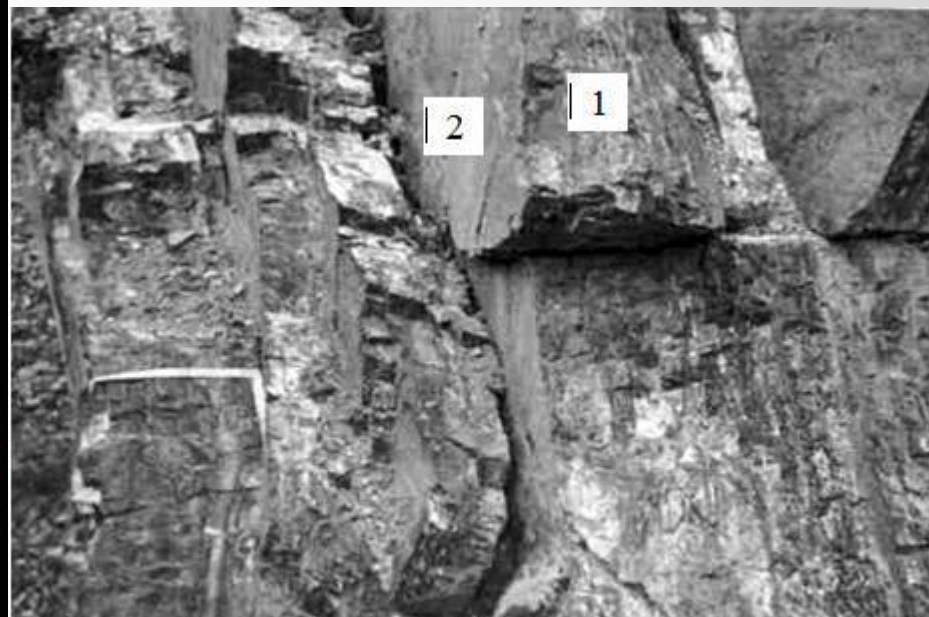


Массив - образец

- Различие в составе (в образце минеральный состав не всегда соответствует составу породы в массиве)
- Различие в строении (расположение основных структурных элементов их формы, ориентировки)
- Различные внешние условия (давление, температура, эл. Поля, газы, жидкости)
- Силы связи (образец чаще всего менее нарушен трещинами и пустотами чем порода в массиве или разрушенная горная порода)

Трещиноватость

- Нарушенность пород проявляется в их трещиноватости.
- Трещиноватость – это совокупность трещин, имеющих в породном массиве.
- Трещина — разрыв межатомных связей, приводящий к нарушению целостности предмета
- **Трещиной** называют разрыв сплошности среды, величина которого на порядок и более превосходит межатомные расстояния кристаллической решетки.

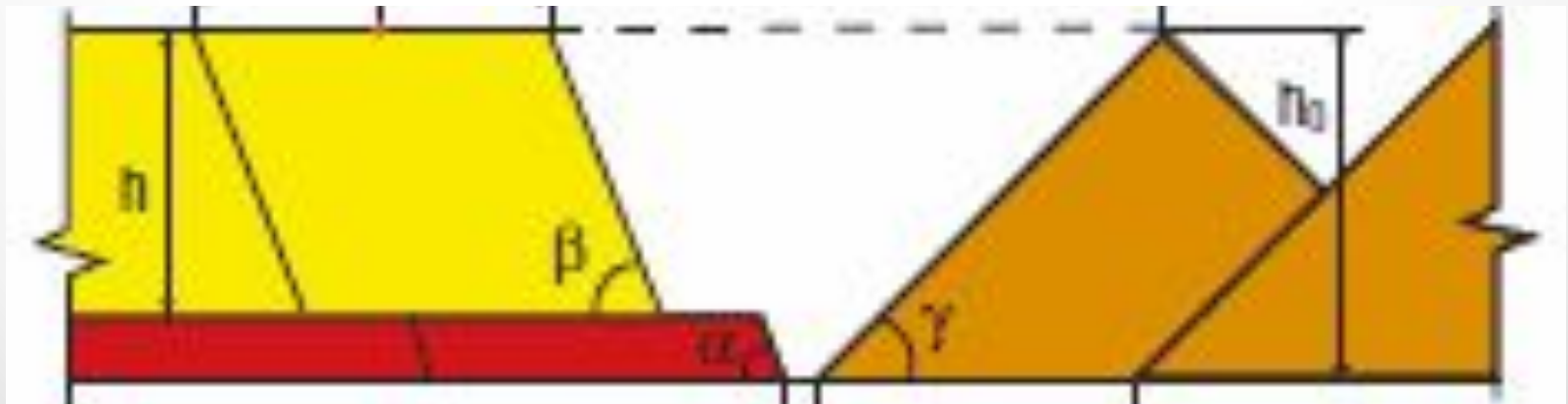


Трещиноватость

- Объем разрыхленной породы всегда больше ее объема в не разрушенном состоянии. Отношение этих объемов называется коэффициентом разрыхления пород:

$$K_P = \frac{V_P}{V}$$

- Он зависит от многих факторов и меняется в пределах от 1,05 до 2,0 и более



Классификация

физических свойств горных пород

- Под тем или иным физическим свойством горной породы понимается ее *специфическое поведение при воздействии каких-либо физических полей*.
- *Физическое свойство* характеризуется некоторым количественным показателем, определяющим это воздействие - *параметром*.
- Горное производство и горная наука используют совокупность свойств горных пород, относящихся к *механике, термодинамике, электродинамике горных пород и технологические свойства*.

Физико-технические свойства

Плотностные

Механические

Тепловые

Электрические

Магнитные

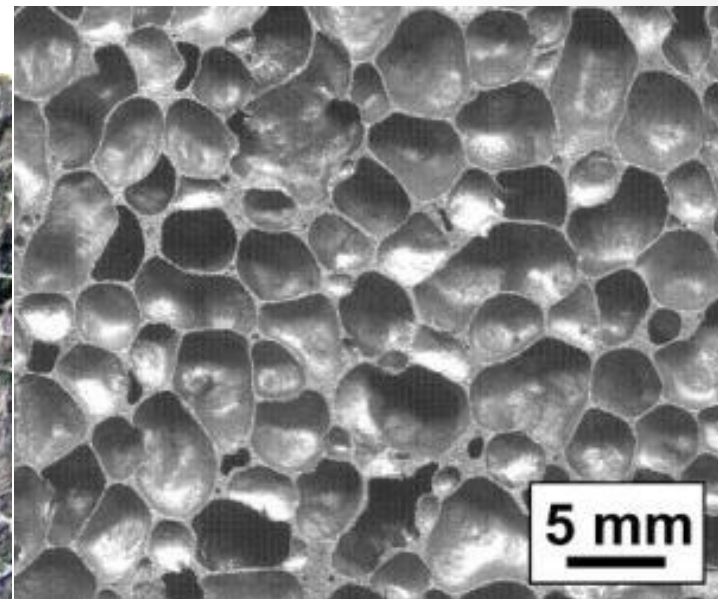
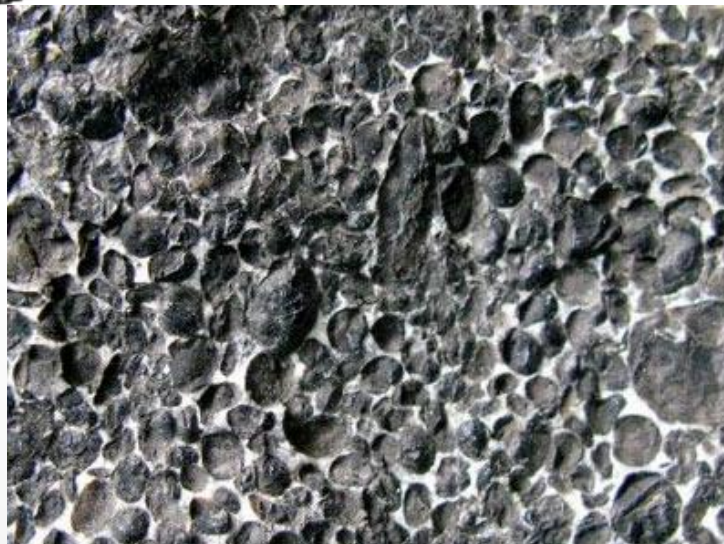
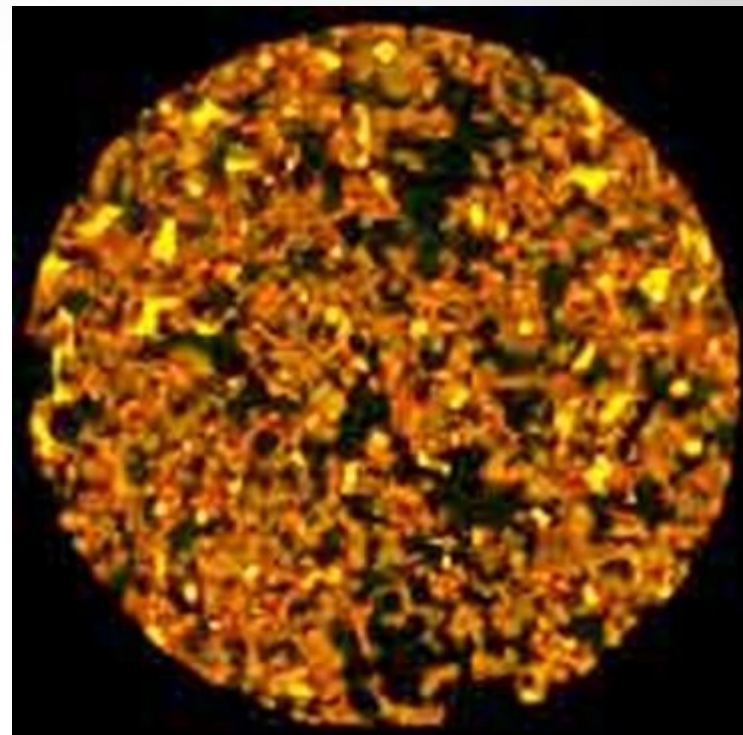
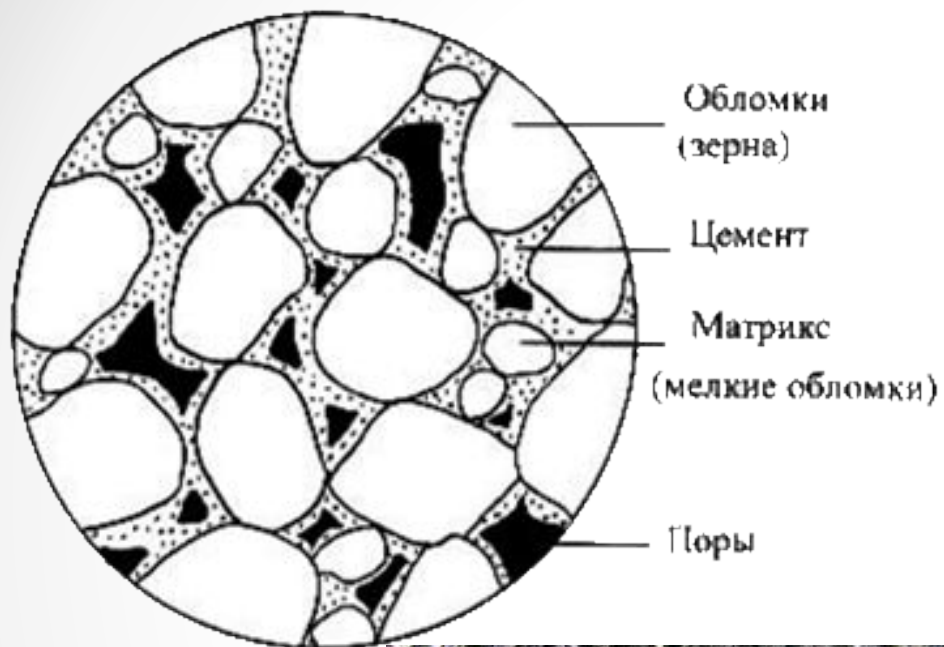
Волновые

Радиационные

Гидрогазодинамические

Горно-технологические

Пористость



Пористость

- Практически любая порода состоит из минерального и порового объема. Поровый объем оценивается относительным объемом всех пор (пустот), заключенных в породах между минеральными частицами или их агрегатами. Относительный объем называется **общей пористостью**:

$$P = \frac{V_{\Pi}}{V_0 + V_{\Pi}} \cdot 100\%$$

- V_{Π} – объем пор, м³
- V_0 – объем минерального скелета

Пористость

- Отношение объема пор к объему минерального скелета породы называется **коэффициентом пористости**:
пористости:

$$k_{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{V_0}$$

- Тогда общая пористость равна:

$$P = \frac{k_{\Pi}}{1 + k_{\Pi}} \cdot 100\%$$

Пористость

- В зависимости от происхождения различают следующие виды пор:
- 1. Поры между зёрнами обломочного материала (межкристаллические). Это **первичные поры**, образовавшиеся одновременно с формированием породы.
- 2. Поры растворения – образовались в результате циркуляции подземных вод.
- 3. Пустоты и трещины, образованные за счёт процессов растворения минеральной составляющей породы активными флюидами и образование карста.
- 4. Поры и трещины, возникшие под влиянием химических процессов, например, превращение известняка (CaCO_3) в доломит (MgCO_3) – при доломитизации идёт сокращение объёмов породы на 12%.
- 5. Пустоты и трещины, образованные за счёт выветривания, эрозионных процессов, закарстовывания.
- Виды пор (2)-(5) – это так называемые **вторичные поры**, возникшие при геолого-химических процессах.

Пористость

- Поровые каналы условно подразделяются на три группы:
- - **субкапиллярные** (размер пор $< 0,0002$ мм) – практически непроницаемые: глины, глинистые сланцы, эвапориты (соль, гипс, ангидрит);
- - **капиллярные** (размер пор от $0,0002$ до $0,5$ мм);
- - **сверхкапиллярные** $> 0,5$ мм.

Плотность породы

- Плотность породы это масса единицы объема абсолютно сухой породы без учета пор и трещин:

$$\rho_0 = \frac{m}{V}$$

- ρ_0 - плотность породы, кг/м³
- m – масса породы, кг
- V – объем породы, м³
- Плотность горных пород зависит от их минерального состава, структурно-текстурных особенностей, пористости, вида вещества, заполняющего поры и пустоты (газ, нефть, вода), а также от условий образования и залегания горных пород

Объемная масса

- Важным структурным фактором является объемная масса горной породы.
- Это масса единицы объема породы в ее естественном состоянии, то есть с минеральным скелетом, порами и трещинами.

$$\rho = \frac{m}{V_T + V_{Ж} + V_G}$$

ρ – объемная масса породы, кг/м³

m – масса породы, кг

V_T – объем твердой фазы в единице объема породы, м³

$V_{Ж}$ – объем жидкости в единице объема породы, м³

V_G – объем газа в единице объема породы, м³

Объемная масса

- Объемная масса зависит от минерального состава, строения породы и заполнителя порового пространства.
- **Плотность породы всегда больше ее объемной массы.**
- *Объемная масса полезных ископаемых* – один из основных параметров подсчёта запасов.
- Объемную массу используют в расчетах: горного давления, расхода ВВ, производительности оборудования, выборе крепи, обогащении и т.д.

Удельный и объемный вес

- Удельным весом называется вес единицы объема абсолютно сухой породы без учета пор и трещин.
- **УДЕЛЬНЫЙ ВЕС** – отношение веса тела к занимаемому им объему. Он равен отношению массы твердой фазы к ее объему.

$$\gamma_0 = \rho_0 \cdot g$$

- **ОБЪЕМНЫЙ ВЕС** - отношение веса руды или породы (твердой, жидкой и газообразной фаз) к ее объему – вес единицы объема сухой породы в естественном пористом состоянии.

Механические свойства

- К механическим свойствам горных пород относятся все свойства, которые проявляются при **статическом и динамическом воздействии** твердых тел на породу. В зависимости от величины и длительности воздействия могут проявиться:
 - прочностные;
 - упругие;
 - реологические свойства горных пород.

Механические свойства

- Механические свойства горных пород характеризуются следующими параметрами.
- Предел прочности горных пород на сжатие $\sigma_{сж}$
- Он характеризуется максимальным значением напряжения, выдерживаемого породой.
- Другие показатели прочности намного ниже этой величины, а минимальное значение имеет предел прочности на растяжение σ_p .

Упругие свойства

- Частые знакопеременные нагрузки на горную породу вызывают появление в ней упругих колебаний. К основным упругим характеристикам породы относятся:
 - модуль упругости - E , Па;
 - коэффициент Пуассона - ν ;
 - модуль сдвига G , Па.

Пластические свойства

- Коэффициент пластичности
- Модуль деформации

Реологические свойства

- Параметры ползучести
- Период релаксации
- Длительная прочность
- Предел длительной прочности