

Строительное материаловедение

Лектор:

доцент, кандидат химических наук

Николаева Елена Валерьевна

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- *Попов К.Н., Каддо М.Б.* **Строительные материалы и изделия**: Учеб.– М.: Высш.шк., 2001. – 367 с.
- *Ржевская С.В.* **Материаловедение**: Учеб. для вузов. – М.: Логос, 2004. – 424 с.
- *Рыбьев И.А.* **Строительное материаловедение** – М.: Высш. школа, 2003. – 701 с.
- **Материаловедение**: Учебник/ *Г.Г.Бондаренко, Т. А.Кабанова, В.В.Рыбалко*; Под ред. Г.Г. Бондаренко. – М.: Высш.шк., 2007. – 360 с.

Тема 1. Классификация строительных материалов

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Вещество \neq Материал

Атом – наименьшая частица химического элемента, обладающая его свойствами.

Молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами.

Вещество – вид материи, совокупность дискретных образований (атомов, молекул), обладающих в данных условиях определенными физическими свойствами.

Материалы – это любые вещества, которые можно использовать для получения продукции, имеющей потребительскую ценность. То, из чего состоят *используемые* человеком предметы.

Вещество \neq Материал

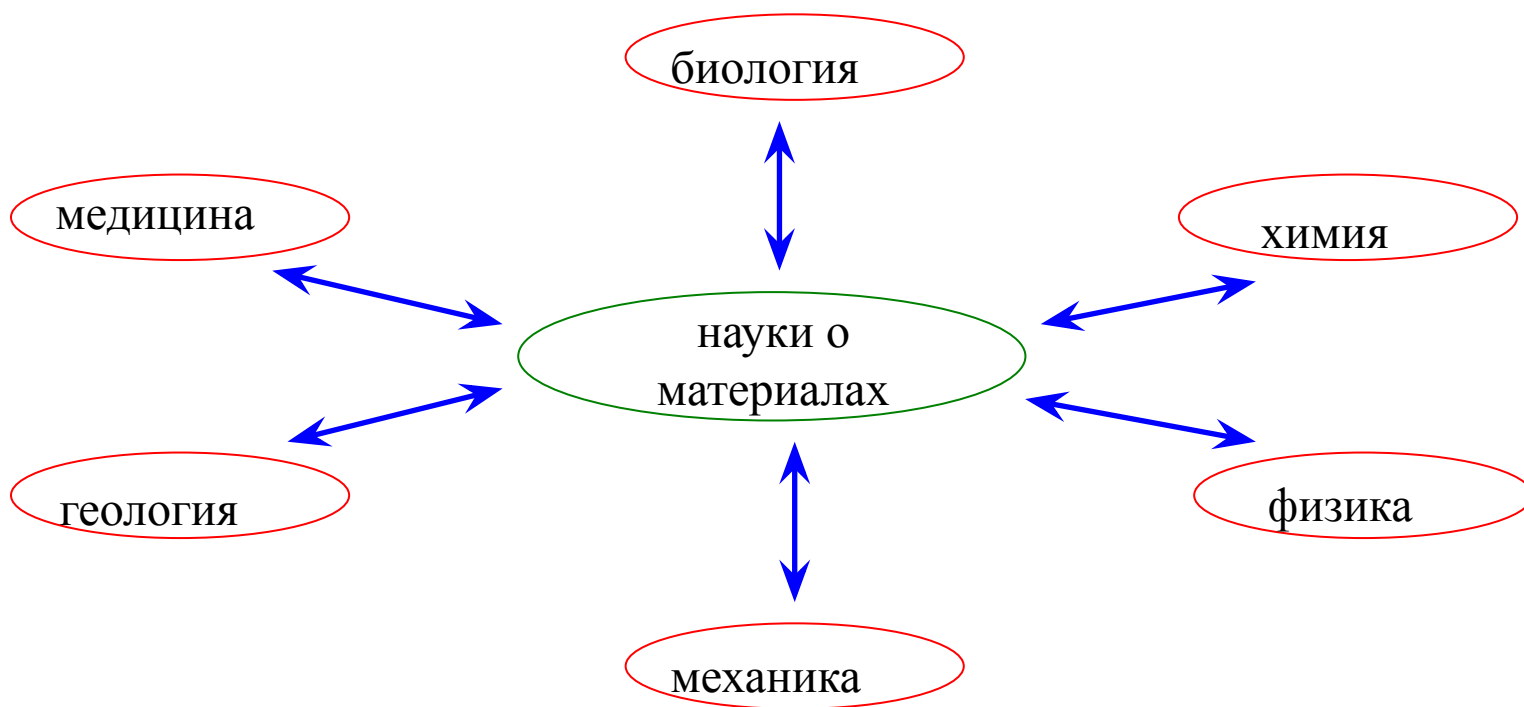
Материаловедение — это наука, изучающая состав, строение и свойства материалов в их **взаимосвязи**

Целью материаловедения является изучение закономерностей формирования структуры и свойств материалов для эффективного использования в технике.

Главное в материаловедении — это научно обоснованное предсказание поведения применяемых в технике материалов.

Теоретическое материаловедение рассматривает общие закономерности строения материалов и процессов, происходящих в них при внешних воздействиях. Оно базируется на достижениях физики, химии, минералогии, биологии и других наук.

***Задача прикладного материаловедения* — изыскание оптимальных структуры и технологии переработки материалов при изготовлении конструкций, деталей машин и других предметов.**



История развития материаловедения

Десятка наиболее значительных событий, открытий и людей, внёсших вклад в историю материаловедения (по версии американского научного журнала по материаловедению "The Minerals, Metals & Materials Society" (TMS))

- Менделеев Д.И. и его периодическая таблица элементов (1864).
- Египтяне, придумавшие плавить железо за 3500 до н.э., тем самым "подарившие" нам секрет обработки главного на сегодня металлургического материала.
- Джон Бардин, Уолтер Браттейн и Уильям Шокли, которые в 1948 году создали транзистор (начало микроэлектроники и компьютерных технологий).
- Жители Северо-Западного Ирана, изготовившие первое стекло - второй после керамики неметаллический материал цивилизованного мира (2200 лет до н.э.).
- Разработка в конце XVII века оптического микроскопа с 200-кратным увеличением Антоном ван Левенгуком: начало исследования микроструктур.
- Изобретение бетона Джоном Смитоном в 1755 году - главного современного строительного материала.
- За 300 лет до н.э. индийские металлурги придумали способ плавления стали в вагранках (врытых в землю керамических сосудах). При этом была получена та самая сталь, которую спустя столетия назовут «дамасской» и секрет получения которой останется загадкой для многих поколений кузнецов и металлургов.
- В Малой Азии за 5000 лет до н.э. было обнаружено, что из малахита и лазурита можно добывать медь, и что расплавленный металл может приобретать самые разнообразные формы (начало металлургии и освоения минералов).
- Макс фон Лауэ в 1912 году открыл дифракцию рентгеновских лучей в кристаллах, что позволило давать характеристику кристаллическим структурам. Впоследствии Ю.В.Вульф и Уильям Генри Брэгг вывели основную формулу рентгеноструктурного анализа кристаллических материалов (правило Вульфа–Брэггов).

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

ПЕРИ ОДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ												
	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б	а VI б	а VII б	а	VIII	б			
1							H водород	He гелий	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> АТОМНЫЙ НОМЕР <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> U 92 УРАН </div> НАЗВАНИЕ </div>				
2	Li 3 ЛИТИЙ	Be 4 БЕРИЛЛИЙ	B 5 БОР	C 6 УГЛЕРОД	N 7 АЗОТ	O 8 КИСЛОРОД	F 9 ФТОР	Ne 10 НЕОН					
3	Na 11 НАТРИЙ	Mg 12 МАГНИЙ	Al 13 АЛЮМИНИЙ	Si 14 КРЕМНИЙ	P 15 ФОСФОР	S 16 СЕРА	Cl 17 ХЛОР	Ar 18 АРГОН					
4	K 19 КАЛИЙ	Ca 20 КАЛЬЦИЙ	21 Sc СКАНДИЙ	22 Ti ТИТАН	23 V ВАНАДИЙ	24 Cr ХРОМ	25 Mn МАРГАНЕЦ	26 Fe ЖЕЛЕЗО	27 Co КОБАЛЬТ	28 Ni НИКЕЛЬ			
	29 Cu МЕДЬ	30 Zn ЦИНК	31 Ga ГАЛЛИЙ	32 Ge ГЕРМАНИЙ	33 As МЫШЬЯК	34 Se СЕЛЕН	35 Br БРОМ	36 Kr КРИПТОН					
5	Rb 37 РУБИДИЙ	Sr 38 СТРОНЦИЙ	39 Y ИТТРИЙ	40 Zr ЦИРКОНИЙ	41 Nb НИОБИЙ	42 Mo МОЛИБДЕН	43 Tc ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru РУТЕНИЙ	45 Rh РОДИЙ	46 Pd ПАЛЛАДИЙ			
	47 Ag СЕРЕБРО	48 Cd КАДМИЙ	49 In ИНДИЙ	50 Sn ОЛОВО	51 Sb СУРЬМА	52 Te ТЕЛЛУР	53 I ЙОД	54 Xe КСЕНОН					
6	Cs 55 ЦЕЗИЙ	Ba 56 БАРИЙ	57 La* ЛАНТАН	72 Hf ГАФНИЙ	73 Ta ТАНТАЛ	74 W ВОЛЬФРАМ	75 Re РЕНИЙ	76 Os ОСМИЙ	77 Ir ИРИДИЙ	78 Pt ПЛАТИНА			
	79 Au ЗОЛОТО	80 Hg РТУТЬ	81 Tl ТАЛЛИЙ	82 Pb СВИНЕЦ	83 Bi ВИСМУТ	84 Po ПОЛОНИЙ	85 At АСТАТ	86 Rn РАДОН					
7	Fr 87 ФРАНЦИЙ	Ra 88 РАДИЙ	89 Ac* АКТИНИЙ	104 Ku КУРЧАТОВИЙ	105 Ns НИЛЬСБОРИЙ	106	107	108	109				
* ЛАНТАНОИДЫ													
Ce 58 ЦЕРИЙ	Pr 59 ПРАЗЕОДИМ	Nd 60 НЕОДИМ	Pm 61 ПРОМЕТИЙ	Sm 62 САМАРИЙ	Eu 63 ЕВРОПИЙ	Gd 64 ГАДОЛИНИЙ	Tb 65 ТЕРБИЙ	Dy 66 ДИСПРОЗИЙ	Ho 67 ГОЛЬМИЙ	Er 68 ЭРБИЙ	Tm 69 ТУЛИЙ	Yb 70 ИТТЕРБИЙ	Lu 71 ЛЮТЕЦИЙ
* АКТИНОИДЫ													
Th 90 ТОРИЙ	Pa 91 ПРОТАКТИНИЙ	U 92 УРАН	Np 93 НЕПУНИЙ	Pu 94 ПЛУТОНИЙ	Am 95 АМЕРИЦИЙ	Cm 96 КЮРИЙ	Bk 97 БЕРКЛИЙ	Cf 98 КАЛИФОРНИЙ	Es 99 ЭЙНШТЕЙНИЙ	Fm 100 ФЕРМИЙ	Md 101 МЕНДЕЛЕВИЙ	No 102 (НОБЕЛИЙ)	Lr 103 (ЛОУРЕНСИЙ)
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="background-color: red; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> - s-элементы <div style="background-color: orange; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; margin-left: 20px;"></div> - p-элементы <div style="background-color: purple; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; margin-left: 20px;"></div> - d-элементы <div style="background-color: black; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; margin-left: 20px;"></div> - f-элементы </div>													

Строительное материаловедение -
наука о строительных материалах и
изделиях, изучающая их свойства и
методики их определения

Строительные материалы и изделия – это
материалы и изделия, используемые при
возведении и реконструкции зданий и
сооружений

Для выполнения:

- проектирования и строительства зданий и сооружений,
- их реконструкции или ремонта,
- а также для выполнения научно-технических разработок в области строительства

НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ:

- какие разновидности строительных материалов существуют,
- способы их производства,
- их качественные показатели - свойства,
- методы правильного хранения и, главное, использования строительных материалов

Строительные материалы - это основа строительства

В общих сметах строительных объектов на стоимость материалов обычно приходится 50-65 %, поэтому экономия при строительстве объекта во многом зависит от **эффективности применения строительных материалов и изделий и правильного их выбора**

Использование строительных материалов должно базироваться на прочных знаниях:

- об особенностях производства,
- показателях качества,
- методах проверки основных свойств материалов в лабораторных и производственных условиях,
- их эффективных областях применения

Характеристики материала



- Материаловедение – вид научного обеспечения качества материалов.

Качество материала

- **Качество** — совокупность свойств материала, обуславливающих его способность удовлетворять определённым требованиям в соответствии с его назначением.
- **Виды обеспечения качества** – научное, организационное, нормативно-техническое, метрологическое и др.

Организационное обеспечение качества

- *органы Госстандарта, например, Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов.*
- *Реестр МСО (межгосударственных стандартных образцов) (в рамках СНГ)*
- *Кодекс образцовых веществ (COMAR) (на международном уровне)*

Нормативно-техническое и метрологическое обеспечение качества

- Государственная система стандартизации (ГСС)
- Система показателей качества (СПК)
- Государственная система обеспечения точности и единства измерений (ГСИ)
- Государственная система стандартных справочных данных (ГС ССД)
- *На каждый материал имеются ГОСТы или ТУ, в которых даются определение (название) материала, важнейшие свойства и требования, предъявляемые к нему, методы испытаний (установление свойств и их показателей), правила приемки, транспортирования и хранения.*

Стандартизация — процесс установления и применения стандартов с целью улучшения качества готовой продукции, повышения уровня унификации, взаимозаменяемости, а также автоматизации производственных процессов, роста эффективности ремонта изделий.

Стандарт — *нормативно-технический документ, устанавливающий определенный комплекс норм, правил и требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом.*

Стандарт может быть разработан как на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ), так и на методы испытаний, правила приемки, технические требования различного характера.

В нашей стране действует во всех отраслях народного хозяйства **Государственная система стандартизации (ГСС).**

В зависимости от сферы действия и условий утверждения стандарты подразделяют на следующие категории:

государственные (ГОСТ);

отраслевые (ОСТ);

республиканские (РСТ);

стандарты предприятий (СТП).

Существуют стандарты на нормы и правила проектирования — **единая система конструкторской документации**, система стандартов в области управления и организации производства — **единая система технологической документации (ЕСТД)**.

Наряду со стандартами в нашей стране действуют **технические условия (ТУ)**, устанавливающие комплекс требований к конкретным типам, маркам, артикулам продукции. **ГОСТЫ и ТУ** — документы, которые устанавливают, что данный материал или изделие одобрены для производства и применения при определенном его качестве.

- Основные положения строительного проектирования, производства строительных работ и требования к строительным материалам и изделиям регламентируют **Строительные нормы и правила (СНиП)**.
- Соответствие поступающих на стройку материалов и изделий предъявляемым стандартом требованиям проверяют путем испытаний их в строительной лаборатории.

Основу стандартизации размеров в проектировании, изготовлении строительных изделий и при возведении зданий и сооружений составляет **Модульная координация размеров в строительстве (МКРС)** — совокупность правил установления размеров элементов зданий и сооружений, строительных изделий и оборудования на базе основного модуля, равного 100 мм (1М).

Умножением основного модуля на целые коэффициенты образуются укрупненные модули (2М, 3М, 6М, 12М, 15М, 30М, 60М), на коэффициенты менее единицы — дробные модули.

Модулирование позволяет установить размеры изделий, обеспечивающие их увязку в конструкции и взаимозаменяемость.

В части II СНиП «Нормы проектирования» содержатся сведения о том, в каких конструкциях и как следует применять строительные материалы с указанием необходимых требований к свойствам этих материалов.

- В стандартах и СНиПах требования к свойствам материалов выражены в виде марок на эти материалы. *Марка вычисляется как среднее арифметическое результатов испытаний трех или более образцов материала (в ряде случаев метод расчета оговаривается в ГОСТе на материал).*
- **Марка строительных материалов — условный показатель, устанавливаемый по главным эксплуатационным характеристикам или комплексу главных свойств материала.** *Существуют марки по прочности, плотности, морозостойкости, огнеупорности.*

Один и тот же материал может иметь несколько марок по различным свойствам. *Так, кирпич маркируют по прочности и морозостойкости, но основной из них считается марка по прочности — главнейшему эксплуатационному показателю.*

По прочности для всех природных и искусственных каменных материалов СНиПом установлены следующие марки: 4; 7; 10; 15; 25; 35; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 300 и т. д. до 3000. *Цифра показывает минимально допустимый предел прочности материала, выраженный в кгс/см².*

Теплоизоляционные материалы делят на марки по плотности. Это объясняется тем, что теплопроводность находится в прямой зависимости от плотности, но контролировать последнюю значительно проще.

Например, изделия из минеральной ваты выпускают марок 75; 100; 150 и т.д. (в этом случае размерность марки кг/м³).

- В последнее время для характеристики основных качественных показателей материалов, например бетона, используют понятие **класс**.
- **Класс** — численная характеристика какого-либо свойства материала, принимаемая с гарантированной обеспеченностью, т.е. с учетом разброса значений этого свойства.

Международная организация по стандартизации ISO (ИСО)

- функционирует с 1947 г.
- Сфера деятельности ИСО охватывает стандартизацию во всех областях, за исключением электроники и электротехники, которые относятся к компетенции МЭК. В настоящее время в работе ИСО участвуют более 150 стран. СССР был одним из основателей организации.
- **Высший орган ИСО — Генеральная Ассамблея.**
- К началу 2006 г. действовало примерно 14 тысяч международных стандартов ИСО.
- 75% МС ИСО — основополагающие стандарты и стандарты на методы испытаний.

Особенности международных стандартов

- **установление единых методов испытаний продукции, требований к маркировке, терминологии,**
- **устанавливаются требования к продукции в части безопасности ее для жизни и здоровья людей, окружающей среды, взаимозаменяемости и технической совместимости.**
- *Что касается других требований к качеству конкретной продукции, то их нецелесообразно устанавливать в МС, — конкретные нормы качества на конкретную продукцию для разных категорий потребителей регулируются через цену непосредственно в контрактах.*

Некоторые разработки ИСО

- международные системы единиц измерения,
- принятие метрической системы резьбы,
- системы стандартных размеров и конструкции контейнеров для перевозки грузов всеми видами транспорта.
- **Стандарт «Системы обеспечения качества» (1979 г).** В его задачу входят стандартизация и гармонизация основополагающих принципов создания систем обеспечения качества. В 1987 г. была опубликована первая версия четырех **стандартов ИСО серии 9000**, направленных на единообразный подход к решению вопросов качества продукции на предприятиях, в 1994 г. — вторая версия, в 2000 г. — третья версия.
- **Стандарт ИСО 22000** содержит методы обеспечения безопасности, связанные с оценкой опасностей, установлением критических контрольных точек, анализом рисков.
- Стандарт **ISO 14024 «Environmental labels and declarations»** регламентирует подход к добровольной экологической сертификации с учетом требований на всех стадиях жизненного цикла производства продукции.

Применение стандартов ИСО

- *МС ИСО не являются обязательными, т.е. каждая страна вправе применять их целиком, отдельными разделами или вообще не применять.*
- Однако в условиях острой конкуренции на мировом рынке изготовители продукции, стремясь поддержать высокую конкурентоспособность своих изделий, вынуждены пользоваться международными стандартами.
- По оценке зарубежных специалистов, передовые промышленно развитые страны мира применяют до 80% всего фонда стандартов ИСО. Особенно широко используют стандарты ИСО и других международных организаций страны, экономика которых в большой степени зависит от внешней торговли.
- Это Нидерланды, Швеция, Бельгия, Австрия, Дания, у которых доля внешней торговли по отношению к общему объему производства составляет 40—50 %. Эти страны стремятся не создавать национальные стандарты в тех областях, в которых действуют соответствующие международные стандарты.

EN стандарты (Европейские нормы / Евроноормы / Еврокоды)

- **European Committee for Standardization (CEN) Европейский Комитет по Стандартизации** был основан в 1961 г. национальными органами по стандартизации Европейского Экономического Сообщества и странами Европейской ассоциации свободной торговли.

Европейский стандарт EN - стандарт, принятый CEN, CENELEC или ETSI с правом применения в качестве идентичного национального стандарта с отменой противоречащих национальных стандартов (CENELEC — Европейский комитет электротехнической стандартизации; ETSI — Европейский институт стандартизации телекоммуникаций).

Стандарты, издаваемые Европейским комитетом по стандартизации, имеют обозначение **EN**. Часто за основу этих стандартов принимают стандарты IEC (МЭК) или ISO (ИСО) без изменений или с незначительными изменениями. В этом случае используется двойное обозначение, например EN ISO.

Если речь идет о Европейском стандарте, страны - участники должны принять его в качестве национального стандарта, при желании перевести его, но без внесения изменений или отклонений от смысла, и присоединить аббревиатуру EN в национальном обозначении. Таким образом, номер и техническое содержание стандарта остаются неизменными на всей территории Европы.

- В России в 2001г. введен новый ГОСТ 30744-2001 «Методы испытания цементов» унифицированный с европейским стандартом EN 196. По этому стандарту предусмотрено деление цементов на **классы** прочности.
- Прежние стандарты на методы испытания цементов продолжают действовать (в качестве прочностных показателей используются **марки** цемента).
- *Решение об использовании метода испытаний принимает само цементное предприятие в зависимости от заключенных контрактов.*

Технический регламент «О безопасности строительных материалов, изделий и конструкций» (проект)

- Строительные материалы, изделия и конструкции заводского изготовления должны быть безопасными при использовании по своему назначению, сохранять свои свойства в течение установленного срока службы при соблюдении условий применения и эксплуатации, установленных в проектной и эксплуатационной документации и при соблюдении следующих требований национальных стандартов на эти материалы, изделия и конструкции:

- **1) строительные материалы, изделия и конструкции должны выдерживать предусмотренные проектной и эксплуатационной документацией на здание или сооружение, определяющей их функциональное использование, воздействия и нагрузки без разрушений, недопустимых деформаций и нарушений сплошности;**
 - 2) строительные материалы, изделия и конструкции в соответствии с законодательством о пожарной безопасности должны:**
 - а) быть устойчивыми к возгоранию;**
 - б) препятствовать распространению пламени;**
 - в) сохранять несущую способность в течение расчетного времени;**
 - г) соответствовать другим требованиям пожарной безопасности, предусмотренным проектной и эксплуатационной документацией на здание или сооружение, определяющей функциональное использование строительных материалов, изделий и конструкций в соответствии с законодательством о пожарной безопасности;**
 - 3) строительные материалы, изделия и конструкции в части обеспечения безопасности излучений, химической, термической, биологической безопасности должны соответствовать требованиям законодательства области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;**
 - 4) для обеспечения требований энергосбережения и энергоэффективности строительные материалы, изделия и конструкции, выполняющие функции теплоизоляции зданий и сооружений, по теплофизическим характеристикам должны соответствовать законодательству Российской Федерации об энергосбережении.**
- **2. При изготовлении строительных материалов, изделий и конструкций под конкретный проект здания или сооружения любые отклонения от проектной документации должны быть согласованы, утверждены и проведены в проектную документацию в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности.**
- **3. Обеспечение требований безопасности строительных материалов, изделий и конструкций осуществляется на всех этапах их жизненного цикла.**

Статья 8. Обязательное подтверждение соответствия строительных материалов, изделий и конструкций

Обязательное подтверждение соответствия строительных материалов, изделий и конструкций требованиям настоящего Федерального закона на территории Российской Федерации осуществляется в формах:

- 1) принятия изготовителем (лицом, выполняющим функции иностранного изготовителя) **декларации о соответствии** строительных материалов, изделий и конструкций требованиям настоящего технического регламента;
- 2) **обязательной сертификации** строительных материалов, изделий и конструкций.

Сертификация строительных материалов

- **Сертификация** *представляет собой процедуру подтверждения качества товара.*
- Ее осуществляет компания, независимая от изготовителя или потребителя. Она документально подтверждает соответствие товаров или услуг установленным нормам.
- Эта процедура может быть *добровольной* или *обязательной* в зависимости от типа товаров или услуг.
- Добровольная сертификация строительных материалов также очень распространена среди производителей, так как при участии в тендерах оно служит существенным конкурентным преимуществом для строительных организаций.

- *Обязательная сертификация строительных материалов проводится с целью определения, соответствует ли продукция стандартам и нормам.*
- По государственным нормам в РФ обязательная сертификация строительных материалов распространяется на:
 - *блоки дверные, оконные, балконные и профили для них;*
 - *герметизирующие составы и продукты, используемые в жилых помещениях для уплотнения стыков;*
 - *пористые заполнители;*
 - *изделия из керамики;*
 - *стенную, облицовочную, перегородочную продукцию и связывающее сырьё;*
 - *изделия для тепловой и звуковой изоляции и др.*

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ:

1. минеральные (неорганические): вяжущие, камни
2. органические: полимеры, пластики, битумы
3. металлы

2. ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ:

1. естественные
2. искусственные

3. ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРИЗНАКУ:

1. естественные каменные
2. керамические
3. вяжущие вещества
4. бетоны
5. металлические изделия

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4. ПО УСЛОВИЯМ РАБОТЫ МАТЕРИАЛОВ В СООРУЖЕНИИ

1. конструкционные материалы универсального типа, их используют при возведении различных элементов зданий (стен, перекрытий, полов, кровли):

А. природные каменные материалы

Б. искусственные каменные материалы:

Б.1 обжиговые (керамика, стекло, ситаллы)

Б.2 безобжиговые; на основе вяжущих веществ (бетон, железобетон, строительные растворы)

В. металлы (сталь, чугун, алюминий, сплавы)

Г. древесные материалы

2. СМ специального назначения

- теплоизоляционные
- акустические
- гидроизоляционные
- отделочные
- антикоррозийные и другие

Классификация материалов по происхождению

• Природные

— материалы, сохранившие первоначальный *химический состав и структуру*

получают непосредственно из природного сырья (возможна механическая обработка, сушка и т.п.)

Примеры:

- Древесные материалы
- Природные полимерные материалы
- Каменные природные материалы

• Искусственные

- получают на основе природного сырья с помощью сложных физико-химических процессов, изменяющих его *исходный состав и строение*

Примеры:

- Металлические сплавы
- Силикатные материалы
- Вяжущие вещества (цемент, гипс, известь)
- Синтетические полимеры

Строение материала зависит:

- для природных материалов - от их происхождения и условий образования

- для искусственных - от технологии производства и обработки материала

- Природные, или естественные, строительные материалы и изделия получают непосредственно из недр земли или путем переработки древесных материалов. Этим материалам при изготовлении изделий из них придают определенную форму и рациональные размеры, не изменяя их внутреннего строения, химического и вещественного состава.

Классификация материалов в зависимости от стадии обработки

Вещество (объект природы)

Сырье

(вещество, предназначенное для дальнейшей переработки)

Полуфабрикат

(продукт переработки материалов, предназначенный для изготовления каких либо изделий)

Изделие

(конечный результат человеческого труда)

Материалы, применяемые для строительства и ремонта зданий, сооружений и изготовления конструкций, называют **строительными материалами**.

По степени готовности различают собственно строительные материалы и **строительные изделия** — готовые детали и элементы, монтируемые и закрепляемые на месте .

Классификация материалов по способу изготовления

Способ изготовления	Примеры материалов
Механическая обработка природного сырья	Природный камень, древесные материалы
Плавление	Стекло, металлы
Спекание	Керамические материалы, цемент
Омоноличивание	Бетон, полимеры

По технологическому признаку строительные материалы подразделяют, учитывая вид сырья, из которого получают материал, и вид изготовления, на следующие группы

Природные каменные материалы и изделия — получают из горных пород путем их механической обработки — *стеновые блоки и камни, облицовочные плиты, детали архитектурного назначения, бутовый камень для фундаментов, щебень, гравий, песок и др.*

Древесные материалы и изделия — получают в результате механической обработки древесины — *круглый лес, пиломатериалы заготовки для различных столярных изделий, паркет, фанера, плинтусы, ручки, дверные и оконные блоки, клееные конструкции*

Керамические материалы и изделия — получают из глины с добавками путем формования, сушки и обжига — *кирпич, керамические блоки и камни, черепица, трубы, изделия из фаянса и фарфора, плитки облицовочные и для настилки полов, керамзит (искусственный гравий для легких бетонов) и др.*

Неорганические вяжущие вещества — минеральные, преимущественно порошкообразные, материалы, образующие при смешивании с водой пластичное тесто, со временем приобретающее камневидное состояние — *цементы различных видов, известь, гипсовые вяжущие и др.*

Бетоны — искусственные каменные материалы, получаемые из смеси вяжущего, воды, мелкого и крупного заполнителей.

Основной вид бетона — цементный, состоящий из цемента, воды, песка и щебня или гравия.

Бетон со стальной арматурой называют железобетоном, он хорошо сопротивляется не только сжатию, но и изгибу и растяжению.

Бетоны используют для изготовления монолитных и сборных конструкций.

Строительные растворы — механические смеси, состоящие из вяжущего, воды и мелкого заполнителя, со временем переходящие из тестообразного в камневидное состояние — *применяют для каменных кладок, настилки плиток, различных штукатурок, формования изделий, заделки стыков в конструкциях.*

Стекло и другие материалы и изделия из минеральных расплавов — *оконное и облицовочное стекло, стеклоблоки, стеклопрофилит (для ограждений), плитки, трубы, изделия из ситаллов и шлакоситаллов, каменное литье.*

Металлические материалы — наиболее широко применяемые в строительстве *черные металлы (сталь и чугун), стальной прокат, сплавы металлов, особенно алюминиевые.*

Стальной прокат применяют для возведения каркасов промышленных и гражданских зданий, мостов, для изготовления арматурной стали для железобетона, кровельной стали, труб, а также различных металлических изделий, гвоздей, болтов, заклепок.

Из *чугуна* отливают колонны, трубы и фасонные детали к ним, отопительные радиаторы, архитектурно-художественные изделия.

Сплавы металлов широко используют в качестве конструкционных и отделочных материалов.

- **Органические вяжущие вещества** и материалы на их основе — битумные и дегтевые вяжущие, кровельные и гидроизоляционные материалы — *рубероид, толь, приклеивающие мастики, асфальтовые бетоны и растворы.*

Полимерные материалы и изделия — группа материалов, получаемых на основе синтетических полимеров (термопластических и терморезистивных смол), — *линолеумы, синтетические ковровые материалы, плитки, древеснослоистые пластики, стеклопластики, декоративно-отделочные пленки, трубы, герметизирующие материалы, пенопласты, поропласты; материалы этой группы отличаются высокими механическими, декоративными, технологическими свойствами, а также водо- и химической стойкостью.*

Классификация материалов по их назначению

Виды материалов	назначение	Примеры материалов
конструкционные	<i>воспринимают и передают нагрузки строительных конструкций</i>	бетон кирпич
электротехнические	<i>для эксплуатации электротехнического оборудования</i>	провода, сердечники трансформаторов
теплоизоляционные	<i>уменьшают перенос теплоты</i>	пенопласт
триботехнические	<i>материалы, используемые в узлах трения</i>	смазки
инструментальные	<i>оснащение рабочей части инструментов</i>	стальные резцы для станков
гидроизоляционные	<i>для создания водонепроницаемых слоев</i>	битумы рубероид
акустические	<i>звукопоглощающие и звукоизоляционные</i>	акустические плиты

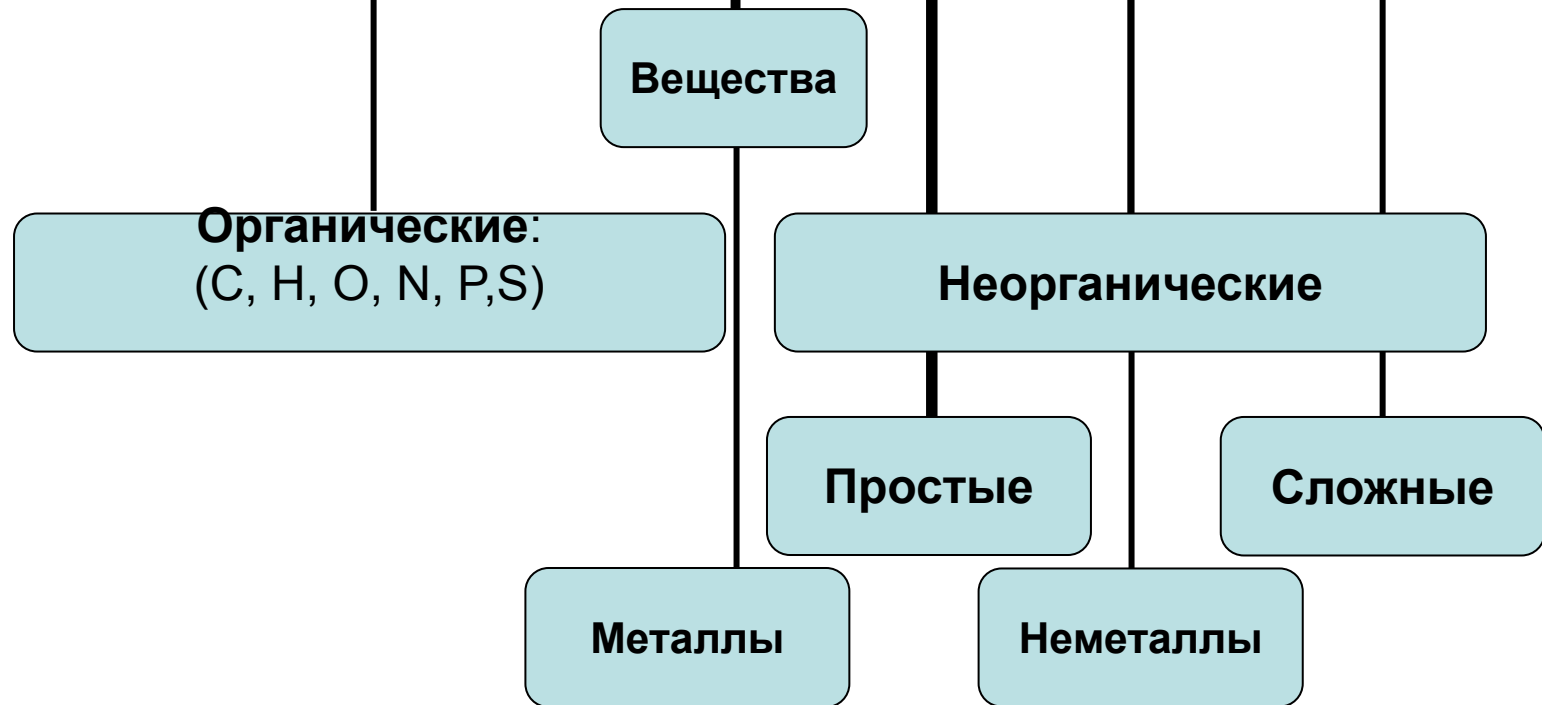
- Различают две категории строительных материалов — общего и специального назначения.

К материалам общего назначения относят древесину, металлы, цемент, бетон, камни, т. е. материалы, применяемые при возведении или изготовлении разнообразных строительных конструкций.

Материалами специального назначения являются огнеупорные, химически стойкие, акустические, тепло и гидроизоляционные.

Классификация материалов по химическому составу

Известно более 100 тыс. неорганических и более 3 млн органических соединений.



Химический состав - содержание в материале химических элементов или их соединений, выраженное в %

Химический состав некоторых материалов (неорганические вяжущие вещества, каменные материалы, стекло) часто выражают количеством содержащихся в них оксидов.

Примеры химического состава

- ***Химический состав целлюлозы:***

C – 49,5%
O – 44,1%
H – 6,3%
N – 0,1%

- ***Химический состав базальта:***

SiO₂ – 49-51%
Al₂O₃ – 10-14%
CaO – 8-10%
Fe₂O₃ – 4-14%

Простые вещества

- **Простые вещества** — состоят из атомов одного химического элемента. Являются формой существования химических элементов в свободном виде. Известно свыше **400 разновидностей** простых веществ.
- В зависимости от типа **химической связи** между атомами простые вещества могут быть металлами (Na, Mg, Al, Вi и другие) и неметаллами (H_2 , N_2 , Br_2 , Si и другие).
- Примеры простых веществ: молекулярные (O_2 , O_3 , H_2 , Cl_2) и атомарные (He, Ar) газы; различные формы углерода, иод (I_2), металлы (не в виде сплавов).
- При нормальных условиях соответствующие простые вещества для 11 элементов являются газами (H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn), для 2 — жидкостями (Br, Hg), для остальных элементов — твёрдыми телами.

- Все *химические элементы* по их свойствам, то есть свойствам свободных атомов и свойствам образуемых элементами простых веществ делят на *металлические* и *неметаллические* элементы.
- К неметаллам относят элементы He К неметаллам относят элементы He, Ne К неметаллам относят элементы He, Ne, Ar К неметаллам относят элементы He, Ne, Ar, Kr К неметаллам относят элементы He, Ne, Ar, Kr, Xe К неметаллам относят элементы He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn К неметаллам относят элементы He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, F К

Свойства металлов и неметаллов

- **Металлы** имеют характерный блеск, они непрозрачны, при деформациях пластичны, характеризуются значительной теплопроводностью и электропроводностью.
- При комнатной температуре (либо близкой к ней) 5 металлов находятся в жидком либо полужидком состоянии, так как их температура плавления близка к комнатной:
 - Ртуть ($-39\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Франций ($27\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Цезий ($28\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Галлий ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Рубидий ($39\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- **Неметаллы**
 1. При обычной температуре неметаллы могут быть в разном агрегатном состоянии – твердые - S –сера, P-фосфор, I –иод, C-алмаз и графит ; жидкие - Br₂-бром ; газообразные- O₂-кислород , H₂ - водород, N₂- азот , Cl₂-хлор, F₂-фтор.
 2. Многие не проводят электрический ток (кроме графита и кремния).
 3. Не проводят тепло.
 4. В твердом состоянии - хрупкие
 5. Не имеют металлического блеска (кроме йода-I₂ , графита-C и кремния Si)
 6. Цвет охватывает все цвета спектра (красный-красный фосфор, желтый –сера, зеленый-хлор, фиолетовый – пары иода).
 7. **T_{пл}** изменяется в огромном интервале $T_{пл}(\text{N}_2) = -2100^{\circ}\text{C}$, а $T_{пл}(\text{Алмаз}) = 3730^{\circ}\text{C}$.

Органические вещества

- **Органические вещества** — класс соединений, в состав которых входит углерод (за исключением карбидов, угольной кислоты, карбонатов, оксидов углерода и цианидов).
- Углерод образует соединения с большинством элементов и обладает наиболее выраженной способностью по сравнению с другими элементами к образованию молекул **цепного и циклического** строения.
- **Органических соединений - 3 000 000**
- Органические материалы способны к сложным и многообразным превращениям, существенно отличным от превращений неорганических веществ, и играют основную роль в построении и жизнедеятельности растительных и животных организмов.



Свойства органических материалов

1. **Состоят, преимущественно, из атомов углерода, водорода, кислорода, а также в небольшом количестве могут содержать, азот, фосфор, серу.**
2. **Низкие температуры кипения и плавления.**
3. **Горючи.**
4. **Легко окисляются кислородом воздуха.**
5. **Низкая биостойкость.**
6. **Долговечность органических материалов невелика.**
7. **Невысокая плотность, относительно высокая прочность, легкость обработки.**

В зависимости от химического состава строительные материалы принято делить на:

- органические (древесина, пластмассы);
- минеральные (природный камень, бетон, керамика и т.п.);
- металлические (сталь, чугун, цветные металлы).

Классификация материалов по агрегатному состоянию

- *Газы* – тела, не имеющие постоянных формы и объёма.
- *Жидкости* – тела, не имеющие постоянной формы, но имеющие постоянный объём.
- *Твёрдые тела* – тела, имеющие постоянные форму и объём.
- Жидкие кристаллы, пленки и покрытия, микро- и наноструктуры – переходные формы обладающие признаками различных агрегатных состояний.

Твердое состояние вещества

- В *твердом состоянии* атомы взаимодействуют друг с другом по определенному закону,
- в зависимости от внутреннего строения твердые вещества разделяют на кристаллические и аморфные.
- Кристаллические вещества могут существовать в виде **кристаллов, поликристаллов, камневидных и разрыхленных агрегатов.**

- ***Кристаллы*** имеют естественную форму правильных многогранников.
- ***Поликристаллы*** – агрегаты из большого числа беспорядочно ориентированных мелких кристаллов.
- ***Камневидные агрегаты*** состоят из большого числа беспорядочно ориентированных мелких кристаллов, связанных вяжущим (цементирующим) веществом.
- ***Разрыхленные (дисперсные) агрегаты*** механическая смесь частиц не связанных между собой.
- **Дисперсность** – характеристика размера частиц в дисперсных агрегатах.
- **Мера дисперсности** – отношение общей поверхности частиц к их суммарному объему.

Жидкое состояние

- В *жидком состоянии* атомы слабо связаны друг с другом, существует ближний порядок, вещество занимает форму сосуда, части легко отделимы друг от друга.
- По химическому составу различают *однокомпонентные жидкости* и многокомпонентные жидкие смеси – *растворы*.
- В зависимости от величины частиц растворенного компонента различают *истинные растворы* и *дисперсные системы*.

- ***Раствор*** – однородная смесь веществ, которые равномерно распределены в растворе в виде отдельных атомов, ионов, молекул.
- ***Дисперсная система*** – смесь, состоящая из множества мелких частиц (***дисперсная фаза***) находящихся в однородной среде другого вещества (***дисперсионная среда***).

Дисперсные системы

<i>Дисперсионная среда</i>	<i>Дисперсная фаза</i>	<i>Название</i>
твердая	твердая	золь
	жидкая	гель
	газообразная	пемза
жидкая	твердая	суспензия
	жидкая	эмульсия
	газообразная	пена
газообразная	твердая	аэрозоль
	жидкая	

- По величине частиц различают *грубодисперсные и коллоидные* системы.
- *Коллоидные* системы – тонкодисперсные смеси молекул растворителя с частицами растворенного вещества размером $10^{-6}-10^{-4}$ мм.

Для коллоидных систем характерно интенсивное броуновское движение частиц дисперсной фазы.

Газообразное состояние

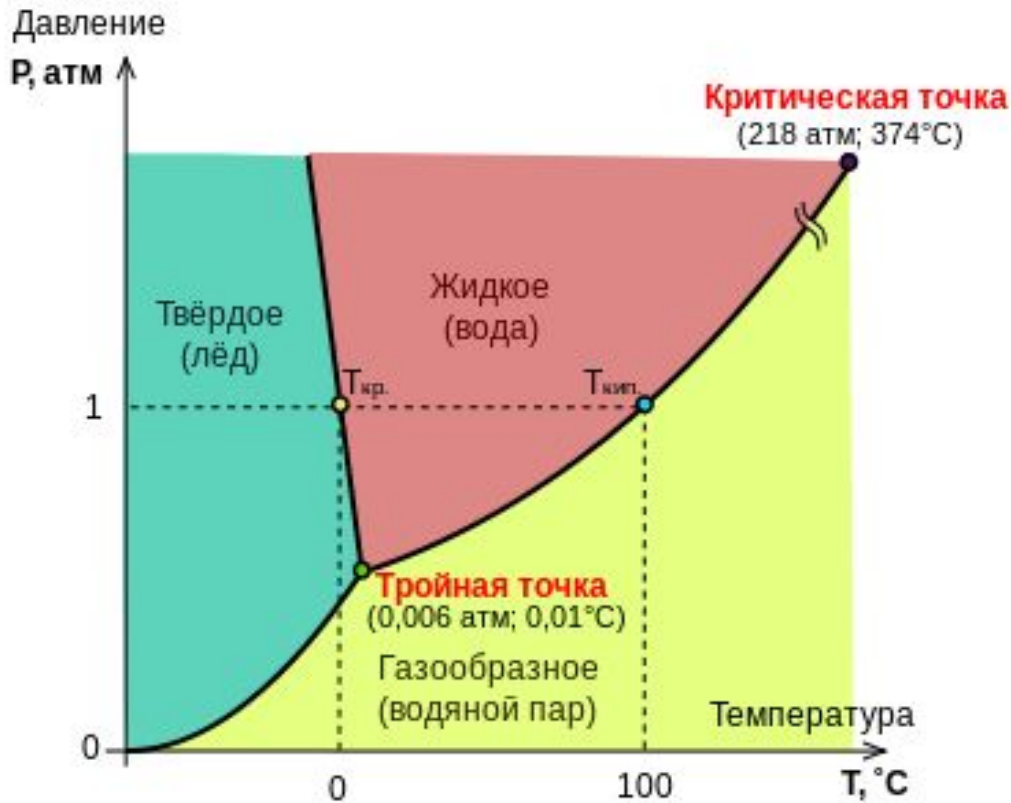
- В *газообразном состоянии* атомы практически не связаны друг с другом и хаотически перемещаются в пространстве.
- В газообразное состояние можно перевести любое вещество при соответствующем давлении и температуре.

Плазма - частично ионизированный, квазинейтральный газ

- Слово «ионизированный» означает, что от электронных оболочек значительной части атомов или молекул отделён по крайней мере один электрон.
- Слово «квазинейтральный» означает, что, несмотря на наличие свободных зарядов (электронов и ионов), суммарный электрический заряд плазмы приблизительно равен нулю.
- Присутствие свободных электрических зарядов делает плазму проводящей средой, что обуславливает её заметно большее (по сравнению с другими агрегатными состояниями вещества) взаимодействие с магнитным и электрическим полями.
- Четвёртое состояние вещества было открыто У. Круксом в 1879 году и названо «плазмой» И. Ленгмюром в 1928 году.

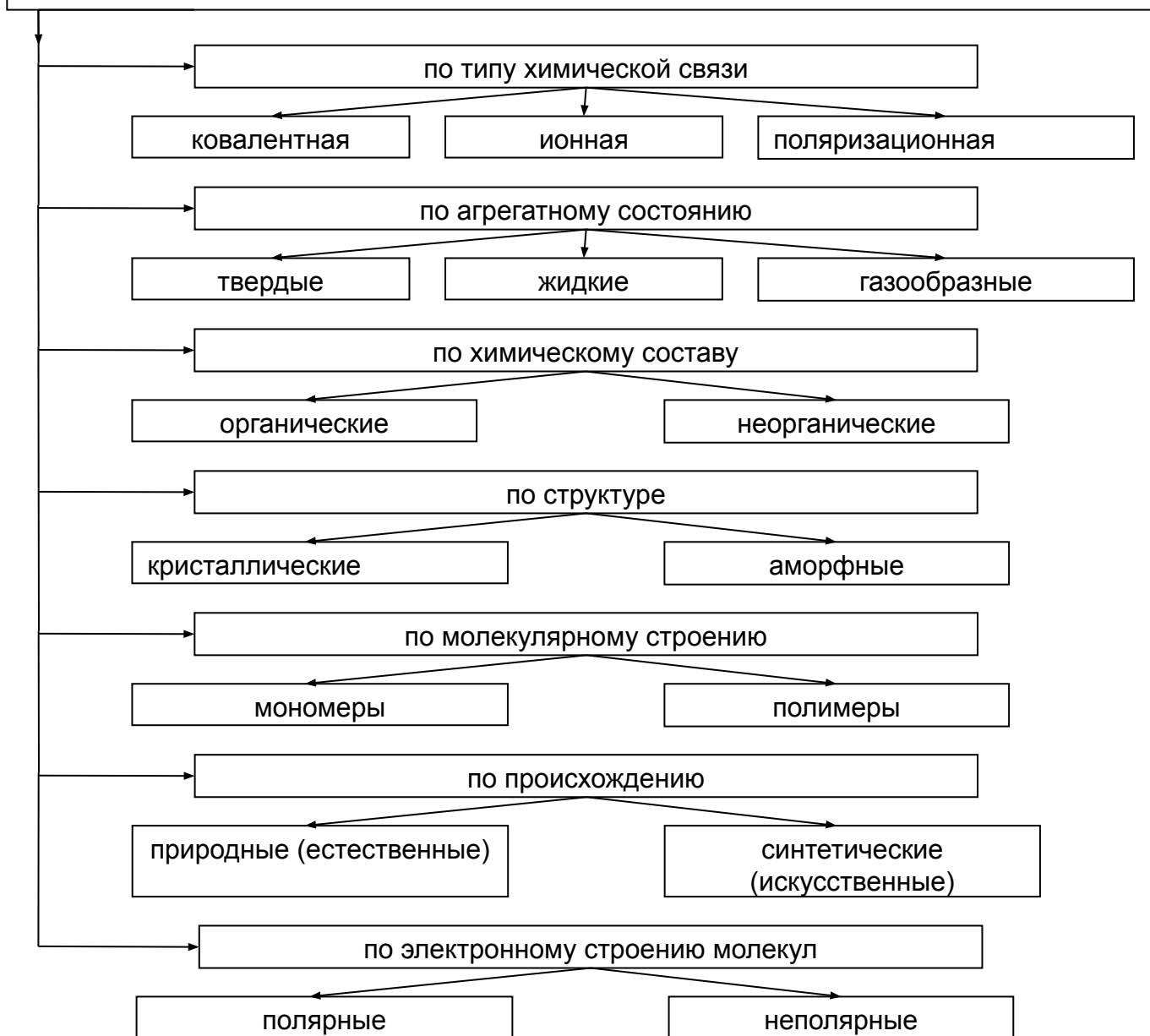
- Переходы между агрегатными состояниями (фазовые переходы) сопровождаются скачкообразным изменением ряда физических свойств (плотности, теплопроводности и др.).
- Агрегатное состояние зависит от физических условий, в которых находится вещество. Существование у вещества нескольких агрегатных состояний обусловлено различиями в тепловом движении его молекул (атомов) и в их взаимодействии при разных условиях.

Агрегатные состояния воды



- Как видно из параметров **тройной точки воды**, при нормальных условиях сосуществование льда, водяного пара и жидкой воды невозможно. **Критическая температура фазового перехода** — значение температуры в критической точке. При температуре выше критической температуры газ невозможно сконденсировать ни при каком давлении.

Классификация материалов



ПОНЯТИЕ О КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Композиционный материал

(композит, КМ)

— искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с четкой границей раздела между ними.

КМ представляют собой гетерофазные системы, получаемые из двух или более компонентов с различными функциями

Композиционные материалы СОСТОЯТ ИЗ:

- матрицы (связующего компонента)
- армирующего элемента
- В композитах конструкционного назначения армирующие элементы обычно обеспечивают необходимые механические характеристики материала (прочность, жесткость и т.д.), а матрица (или связующее) обеспечивает совместную работу армирующих элементов и защиту их от механических повреждений и агрессивной химической среды.

МАТРИЦА непрерывна по
всему объему материала
АРМИРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ –
это прерывный
(дискретный) компонент,
разделенный в объеме
композиции

*Кроме двух основных
компонентов в состав
композиционных
материалов могут
входить элементы,
выполняющие другую
функцию
(изоляционную,
защитную и т.д.)*

**Матричными материалами
могут быть
неорганические и
органические вяжущие,
полимеры, керамика,
металлы и их сплавы**

**В качестве армирующих
(упрочняющих)
компонентов выступают
волокнистые или слоистые
материалы различной
природы, а также
тонкодисперсные
порошкообразные частицы
или более крупные зерна**

В конструкционных композитах главное - это достижение высокой **удельной прочности** (коэффициента конструктивного качества), высокой коррозионной стойкости, эксплуатационной надежности и долговечности

Прочность композита

слагается из:

- **прочности наполнителя,**
- **прочности матрицы и**
- **прочности контактного слоя – самая важная с точки зрения создания КОМПОЗИТОВ**

При изучении контактного слоя учитывается не только прочность в обычном понимании, но и **проницаемость, морозостойкость и ряд других свойств, связанных с долговечностью и надежностью материала**

**Состав и структура тонких
контактных слоев отличаются
от состава и структуры
основного цементирующего
вещества (и заполнителя), хотя
различие в качестве
приповерхностного слоя и
объема цементирующего
вещества является не
скачкообразным, а плавным**

- Большое значение имеет расположение элементов композитного материала, как в направлениях действующих нагрузок, так и по отношению друг к другу, т.е. упорядоченность.
- **Высокопрочные композиты, как правило, имеют высокоупорядоченную структуру.**

В композиционных материалах разнородные компоненты создают *синергетический эффект* - новое качество материала, отличное от свойств исходных компонентов, т.е. когда «целое больше, чем сумма составных частей»

Свойства композиционных материалов

- *Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого существенно отличаются от свойств каждого из его составляющих.*
- **Признаком композиционного материала является заметное взаимное влияние составных элементов композита, т.е. их новое качество, эффект.**
- Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, применяя специальные дополнительные реагенты и т.д., **получают широкий спектр материалов с требуемым набором свойств.**

Виды композиционных материалов



Структура композиционных материалов

- По механической структуре композиты делятся на несколько основных классов:
- **волокнистые,**
- **слоистые,**
- **упрочненные частицами**
- **дисперсноупрочненные,**
- **нанокompозиты.**

- ***Волокнистые композиты*** армируются волокнами или нитевидными кристаллами.
- *Даже небольшое содержание наполнителя в композитах такого типа приводит к существенному улучшению механических свойств материала.*
- **Широко варьировать свойства материала позволяет также изменение ориентации размера и концентрации волокон.**

- В *слоистых композиционных материалах* матрица и наполнитель расположены слоями, как, например, в триплексах, фанере, клееных деревянных конструкциях и слоистых пластиках.

- Микроструктура остальных классов композиционных материалов характеризуется тем, что матрицу наполняют частицами армирующего вещества, а различаются они размерами частиц.
- В композитах, упрочненных частицами, их размер больше 1 мкм, а содержание составляет 20-25% (по объему), тогда как дисперсноупрочненные композиты включают в себя от 1 до 15% (по объему) частиц размером от 0,01 до 0,1 мкм.
- Размеры частиц, входящих в состав нанокompозитов еще меньше и составляют 10-100 нм.

СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Матрица	Армирующий наполнитель	Плотность, г/см ³	$\sigma_{\text{взг.}}$, ГПа	Модуль упругости, ГПа
	Полимерные			
Эпоксидная	Стеклоянное волокно	1,9 2,2	1,2 2,5	50 68
	Органическое (арамидное) волокно	1,3-1,4	1,7 2,5	75 90
	Углеродное волокно	1,4 1,5	0,8 1,5	120 220
	Борное волокно	2,0 2,1	1,0 1,7	220
	Металлические			
Алюминиевая	Борное волокно	2,6	1,0 1,5	220 250
	Углеродное волокно	2,3	0,8-1,0	200-220
Магниева	Борное волокно	2,0	0,7 1,0	200 220
	Углеродное волокно	1,8	0,6 0,8	180 220
Никелевая	Вольфрамовая проволока	12,5	0,8	265
	Молибденовая проволока	9,3	0,7	235
	Углеродные			
Углеродная	Углеродное волокно	1,5 1,8	0,35 1,0*	120 220
	Керамические			
Керамическая	Волокно карбида кремния	3,2	0,48*	

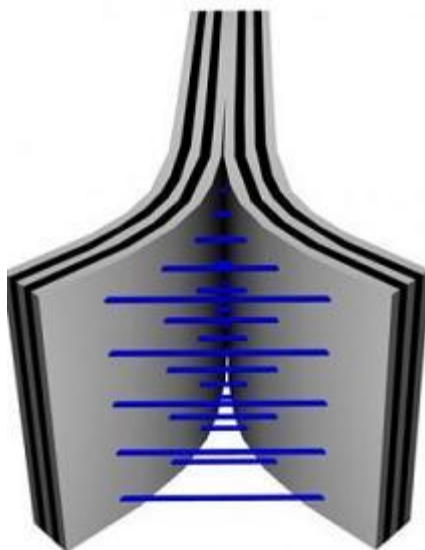
* Прочность при изгибе.

- **Бетоны** — самые распространенные композиционные материалы.
- В настоящее время производится большая номенклатура бетонов, отличающихся по составам и свойствам.
- Современные бетоны производятся как на традиционных цементных матрицах, так и на полимерных (эпоксидных, полиэфирных, фенолоформальдегидных, акриловых и т.д.). Современные высокоэффективные бетоны по прочности приближаются к металлам.

- **Органопластики** — композиты, в которых наполнителями служат органические синтетические, реже — природные и искусственные волокна в виде жгутов, нитей, тканей, бумаги и т.д.
- В терморезистивных органопластике матрицей служат, как правило, эпоксидные, полиэфирные и фенольные смолы.
- Органопластики обладают низкой плотностью, они легче стекло- и углепластиков, обладают относительно высокой прочностью при растяжении; высоким сопротивлением удару и динамическим нагрузкам, но, в то же время, низкой прочностью при сжатии и изгибе.
- *К наиболее распространенным органопластикам относятся древесные композиционные материалы: клееные деревянные конструкции, фанеры, древесные пластики, древесностружечные и древесноволокнистые плиты и балки, древесные прессмассы и пресспорошки, термопластичные древесно-полимерные композиты.*

- **Стеклопластики** - полимерные композиционные материалы, армированные стеклянными волокнами, которые формируют из расплавленного неорганического стекла.
- В качестве матрицы чаще всего применяют как терморезактивные синтетические смолы (фенольные, эпоксидные, полиэфирные и т.д.), так и термопластичные полимеры (полиамиды, полиэтилен, полистирол и т.д.).
- Стеклопластики обладают высокой прочностью, низкой теплопроводностью, высокими электроизоляционными свойствами, кроме того, они прозрачны для радиоволн. Слоистый материал, в котором в качестве наполнителя применяется ткань, плетенная из стеклянных волокон, называется **стеклотекстолитом**.

- Углепластики - наполнителем в этих полимерных композитах служат углеродные волокна. Углеродные волокна получают из синтетических и природных волокон на основе целлюлозы, сополимеров акрилонитрила, нефтяных и каменноугольных пеков и т.д.
- Матрицами в *углепластиках* могут быть как терморезистивные, так и термопластичные полимеры. Основными преимуществами углепластиков по сравнению со стеклопластиковыми является их низкая плотность и более высокий модуль упругости, углепластики — очень легкие и, в то же время, прочные материалы.
- На основе углеродных волокон и углеродной матрицы создают композиционные углеграфитовые материалы — наиболее термостойкие композиционные материалы (*углеуглепластики*), способные долго выдерживать в инертных или восстановительных средах температуры до 3000° С.



- Инженеры Массачусетского технологического института использовали углеродные нанотрубки для соединения отдельных листов материалов обшивки самолета.
- Предполагается, что такая технология может примерно в 10 раз повысить прочность соединения композиционных материалов при чисто символическом увеличении стоимости.



Углепластик или карбон

Это полимерные композиционные материалы из переплетенных нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных (например, эпоксидных) смол. Плотность — от 1450 кг/м^3 . Материалы эти отличаются высокой прочностью, жёсткостью и малым весом. Нередко они бывают прочнее стали, но гораздо легче по весу.

- **Композиционные материалы с металлической матрицей.**
- При создании композитов на основе металлов в качестве матрицы применяют алюминий, магний, никель, медь и т. д. Наполнителем служат высокопрочные волокна, тугоплавкие частицы различной дисперсности, нитевидными монокристаллы оксида алюминия, оксида бериллия, карбидов бора и кремния, нитридов алюминия и кремния и т.д. длиной 0,3-15 мм и диаметром 1-30 мкм.
- *Основными преимуществами композиционных материалов с металлической матрицей по сравнению с обычным (неусиленным) металлом являются: повышенная прочность, повышенная жесткость, повышенное сопротивление износу, повышенное сопротивление ползучести.*

- **Композиционные материалы на основе керамики.**
Армирование керамических материалов волокнами, а также металлическими и керамическими дисперсными частицами позволяет получать высокопрочные композиты, однако, ассортимент волокон, пригодных для армирования керамики, ограничен свойствами исходного материала.
- Часто используют металлические волокна. Сопротивление растяжению растет незначительно, но зато повышается сопротивление тепловым ударам — материал меньше растрескивается при нагревании, но возможны случаи, когда прочность материала падает. Это зависит от соотношения коэффициентов термического расширения матрицы и наполнителя.

Что такое наноматериал?

Самый простой подход связан с геометрическими параметрами, в соответствие с которым материалы с характерным размером структурных элементов в диапазоне от 1 до 100 нм называют наноструктурными.

“Нано” – 10^{-9} (от греч. гном)

Размер структурных элементов должен быть соизмерим с корреляционным радиусом того или иного физического явления:

для прочностных свойств это будет *размер бездефектного кристалла,*

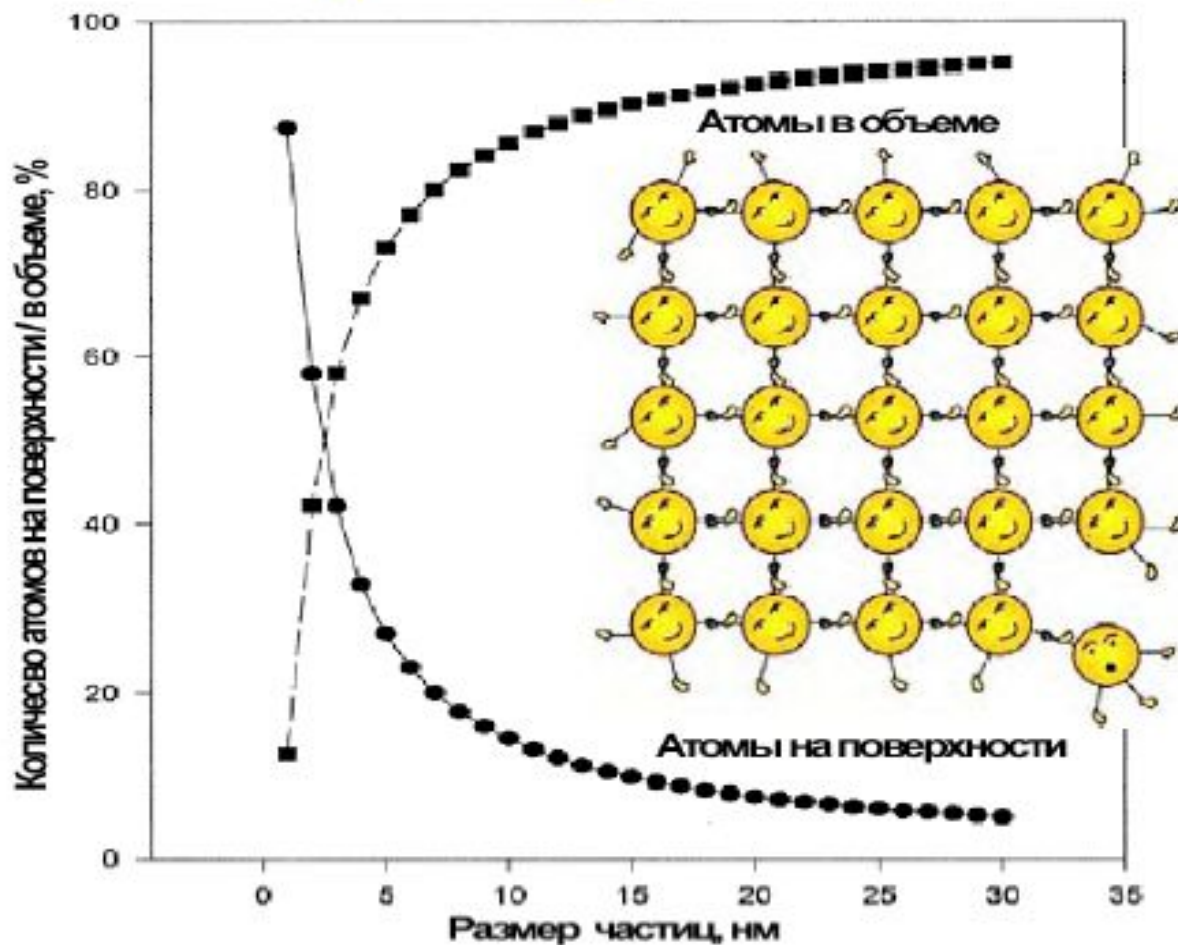
для магнитных свойств – *размер однодоменного кристалла,*

для электропроводности – *длина свободного пробега электронов.*

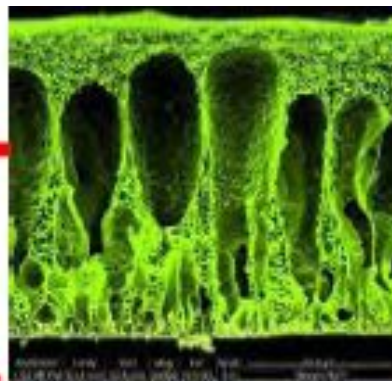
Второй подход связан со значительной ролью в формировании свойств наноматериалов многочисленных поверхностей раздела.

При этом наибольшее изменение свойств происходит в случае, когда объемная доля поверхностей раздела в общем объеме материала составляет более 50%.

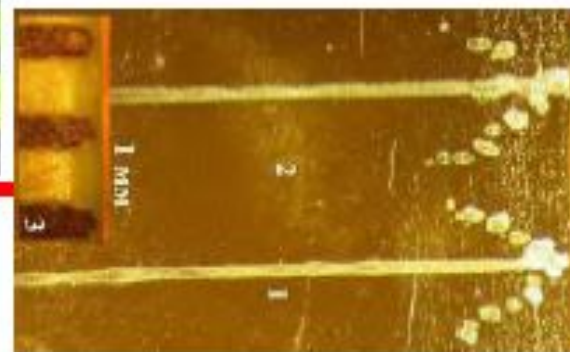
Вклад поверхности



- **Объемные (3D) наноструктурированные материалы:** металлы и сплавы с ультрамикроструктурой, нанокерамика



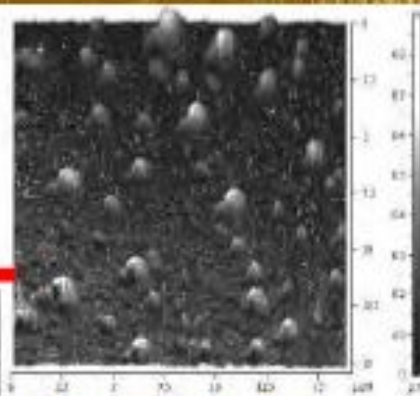
- **Наноструктурированные планарные материалы 2D:** пленки и покрытия, нанопечатная литография, самособирающиеся монослои



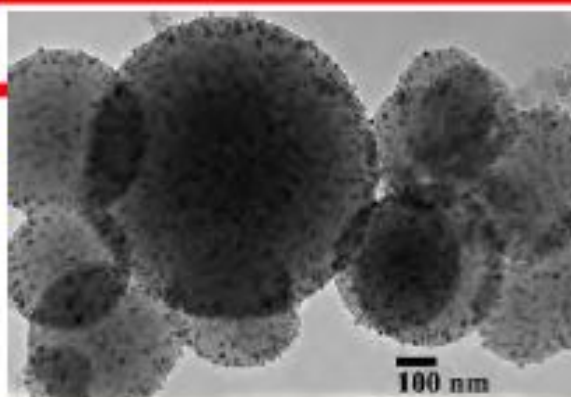
- **Наноструктурированные (1D) материалы:** нанотрубки, нановолокна, наноагрегаты и нанопроволоки



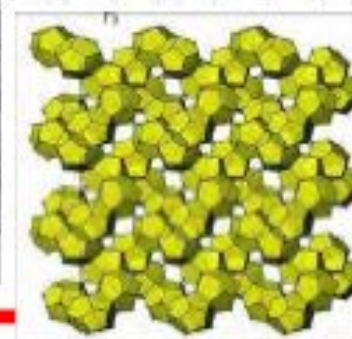
- **Нанодисперсные (0D) материалы:** нанопорошки, нанокристаллы, квантовые точки



- **Нанокompозиты:** наноструктурированные матрицы, наночастицы в керамической, металлической или полимерной матрице



- **Супрамолекулярные материалы**



НАНОМАТЕРИАЛЫ



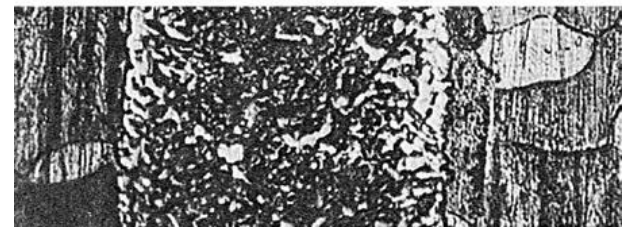
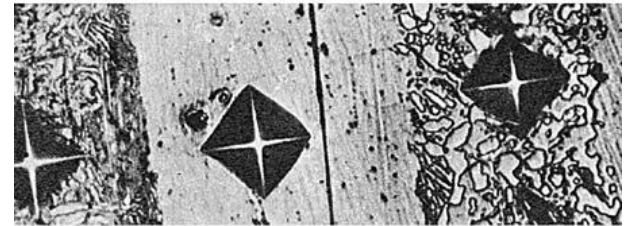
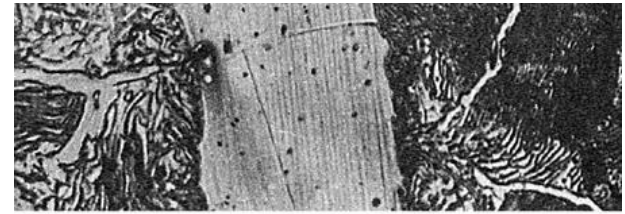
Применение наноматериалов

- Конструкционные наноструктурные твердые и прочные сплавы** для режущих инструментов с повышенной износостойкостью и ударной вязкостью,
- наноструктурные защитные термо- и коррозионностойкие покрытия;**
- полимерные композиты с наполнителями из наночастиц и нанотрубок**, обладающих повышенной прочностью и низкой воспламеняемостью;
- биосовместимые наноматериалы** для создания искусственной кожи, принципиально новых типов перевязочных материалов с антимикробной, противовирусной и противовоспалительной активностью;
- наноразмерные порошки с повышенной поверхностной энергией**, в том числе магнитные, для дисперсионного упрочнения сплавов, создания элементов памяти аудио- и видеосистем, добавок к удобрениям, кормам, магнитным жидкостям и краскам;

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

- **Производство сверхпрочных материалов**
- **Производство сверхтвердых материалов**
- **Уменьшение эффективной массы изделий**
- **Проблема создания материалов выдерживающих механические нагрузки при высоких температурах**
- **Возросли требования к чистоте материалов**
- **Использование композиционных материалов**
- **Защита материалов от химического взаимодействия с окружающей средой**
- **Разработка широкого спектра функциональных наноматериалов**

Кинжал из дамасской стали и ее микроструктура



Новые сверхтвёрдые материалы

- *ВАМ* представляет собой комбинацию металлических сплавов бора, алюминия и магния (AlMgB_{14}) с боридом титана (TiB_2).
- ВАМ уступает по твёрдости лишь алмазу и нитриду бора с кубической решёткой при этом демонстрируя удивительно низкий коэффициент трения — 0,02 (у тефлона он равен 0,05-0,1, а у хорошо смазанной стали — 0,16).

Сверхлегкие материалы



металлическая конструкция, в которой сделан каркас, который затем
пустоты
занимают 99,99% объёма

- Сложная пространственная структура из никеля, которая по плотности (**0,9 мг/см³**) легко соперничает с любым твёрдым материалом.
- Это меньше плотности воздуха при обычных условиях.
- Необычную решётку авторы создали, используя строительные леса из фоточувствительного полимера. Из этого материала был покрыли тонким слоем металла. Далее полимер вытравили.
- Осталась решётка из труб с толщиной стенок в 100 нанометров.

Функциональные материалы

- Учёные из швейцарского технологического института в Цюрихе (ETHZ) разработали *тонкую полимерную плёнку, содержащую благородную плесень*.
- Материал устроен таким образом, что плесень эта не может распространиться за пределы плёнки, но при этом способна устранять ряд органических загрязнителей на поверхности, например остатки еды на столе или пятна от пролитого сока.
- Подобные многослойные плёнки, которые содержат внутри микроорганизмы, находящиеся под полным контролем, могут послужить основой для целого класса **биологически активных материалов**, к примеру, покрытий для медицинских инструментов, упаковки пищевых продуктов, оформления интерьера зданий и так далее.

Плащ-невидимка изготовлен из материала, способного искривлять световые лучи



Основные источники органического и неорганического сырья

Органическое сырье

Нефть

Природные газы

Каменные и бурые угли

*Битуминозные и
горючие сланцы*

Древесина

*Продукты
растениеводства и*

*животноводства и
промышленные отходы*

Неорганическое сырье

Горные породы

- ***Нефть*** - природная горючая маслянистая жидкость, распространенная в осадочных породах земной коры. Нефть используется в качестве сырья для получения многих видов топлива, а также в химической промышленности.
- состоит из смеси различных углеводородов, а также кислородных, сернистых и азотистых соединений. Считается, что нефть образуется вместе с газообразными углеводородами на глубине свыше 1.2-2 км из захороненного органического вещества.

- ***Природный газ*** - газовая смесь образующаяся в слоях земли при анаэробном распаде органических веществ.
- ***Природный газ*** на месте находится в газообразном состоянии - в виде отдельных шапок или залежей, а также растворенный в воде или нефти.
- Состав ***природного газа***:
метан (CH_4) - до 98%,
остальное: этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), водород (H_2), сероводород (H_2S), углекислый газ (CO_2), азот (N_2), гелий (He).

- **Уголь** — вид ископаемого топлива, образовавшийся из частей древних растений под землей без доступа кислорода.
- **Каменный уголь** представляет собой плотную породу чёрного, иногда серо-чёрного цвета с блестящей, полуматовой или матовой поверхностью. Содержит 75—97% и более углерода; 1,5—5,7% водорода; 1,5—15% кислорода; 0,5—4% серы; до 1,5% азота; 45—2% летучих веществ; количество влаги колеблется от 4 до 14%; золы — обычно от 2—4% до 45%.
- **Бурый уголь (лигнит)** — твёрдый ископаемый уголь, образовавшийся из торфа. содержит 65—70 % углерода, имеет бурый цвет, наиболее молодой из ископаемых углей. Используется как местное топливо, а также как химическое сырьё.



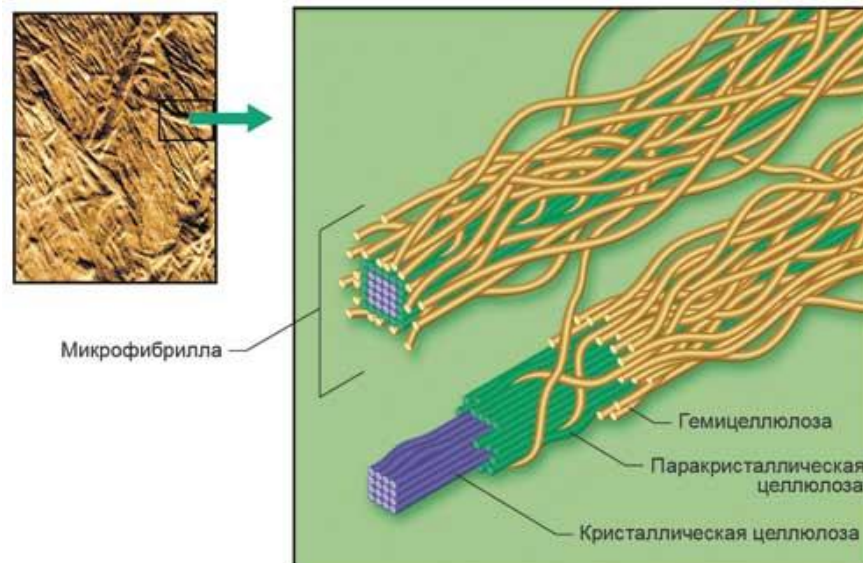
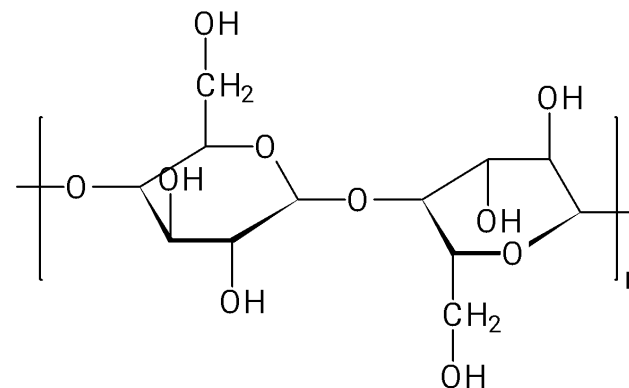
Каменный уголь



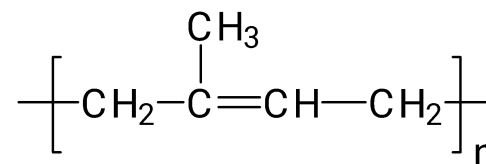
Бурый уголь

- *Горючие сланцы*, полезное ископаемое, дающее при сухой перегонке значительное количество смолы (близкой по составу к нефти).
- состоят из преобладающей минеральной (кальциты, доломит, гидрослюда, монтмориллонит, каолинит, полевые шпаты, кварц, пирит и др.) и органических частей (кероген), последняя составляет 10—30% от массы породы и только в сланцах самого высокого качества достигает 50—70%.

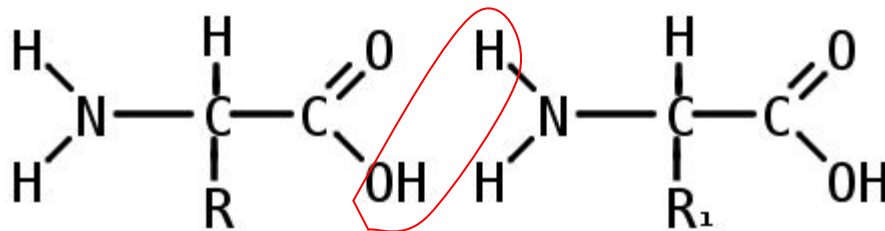
- **Древесина** - ткань высших растений.
- образована из вытянутых веретенообразных клеток, стенки которых состоят в основном из целлюлозы.
- Целлюлоза – полисахарид, природный линейный полимер, нитевидные цепи которого жестко связаны водородными связями.



- **Натуральный каучук** — полимер изопрена, который производится из латекса — сока некоторых тропических деревьев, главным образом гевеи бразильской, произрастающей в Южной Америке, Индии, Африке и на Цейлоне.
- Латекс — это коллоидная система. При добавлении к латексу кислот или при нагревании устойчивость золя нарушается, и каучук выпадает в виде осадка, который высушивают, вальцуют и нарезают листами.
- Очень крупные молекулы каучука длиной около 8 мкм не вытянуты в нитку, а закручены в клубок, поэтому каучук имеет высокую эластичность.



- **Белки** (коллаген костей, казеин молока, альбумин куриных яиц, глобулин крови и др.) состоят из остатков **аминокислот** соединенных между собой амидными группами —NH—CO— в длинные полипептидные молекулярные цепи (белковые молекулы). Концевыми группами этих цепей (молекул) являются, с одной стороны, аминогруппы, а с другой — карбоксильная группа.



Образование пептидной связи

Рудные породы — природное минеральное образование с таким содержанием металлов или полезных минералов, которое обеспечивает экономическую целесообразность их извлечения. Различают **металлические** и **неметаллические** рудные полезные ископаемые.

Минимальное содержание ценных компонентов, которое экономически целесообразно для промышленного извлечения, а также допустимое максимальное содержание вредных примесей, называются **промышленными условиями**. Они зависят от форм нахождения полезных компонентов в руде, технологических способов ее добычи и переработки. При совершенствовании последних изменяется оценка руд конкретного месторождения.

- По хим. составу преобладающих минералов различают **руды(породы)** оксидные, силикатные, сульфидные, самородные, карбонатные, фосфатные и смешанные.

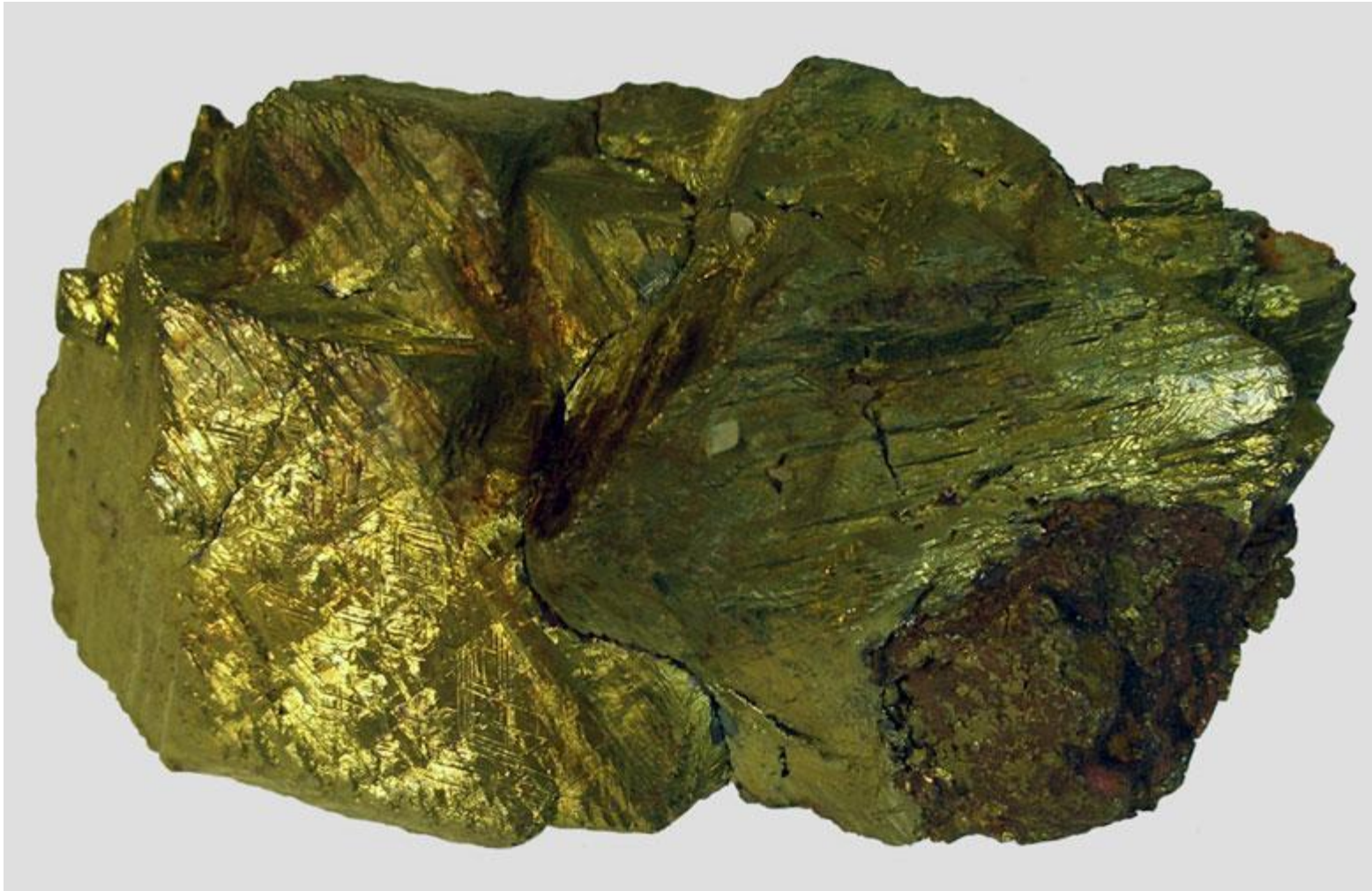
Железная руда

Железные руды — природные минеральные образования, содержащие железо и его соединения в таком объеме, когда промышленное извлечение железа целесообразно.

Гематит — широко распространённый минерал железа Fe_2O_3 одна из главных железных руд.



Халькопирит (мѣдный колчедан) — минерал с формулой CuFeS_2



Аргентит или *серебряный блеск* — очень ценная серебряная руда, состоящая из 87 % серебра и 13 % серы; формула Ag_2S



Флюорит



- минерал, фторид кальция CaF_2 относится к *неметаллическим* рудным породам.
- В химической промышленности из флюорита получают фтор, искусственный криолит для электрохимического производства алюминия и ряд фтористых соединений.

НЕРУДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ — *неметаллические и негорючие твердые горные породы и минералы, могущие быть использованными в производственных целях.*

- Это **строительные** материалы: песок (в том числе стекольный), гравий, глина, мел, известняк, мрамор и другие;
- **горно-химическое сырьё** : апатит, фосфорит, калийные соли; большая часть которого используется для производства минеральных удобрений.
- **металлургическое сырьё**: доломит, флюсовые известняки, магнезит; используемое для производства огнеупоров, флюсов, формовочных материалов.
- **огнеупорное сырьё**: асбест, кварц, огнеупорные глины и другие;
- **драгоценные и поделочные камни**: алмаз, рубин, яшма, малахит, нефрит, хрусталь и т. д.;
- **абразивные материалы** : корунд, наждак и т.п.

- **Песок** – рыхлая смесь зёрен размером от 0,16 до 5 мм бледно-жёлтой окраски, состоящая из обломков различных минералов (кварца, полевых шпатов, с примесью слюды и других), а также обломков горных пород и скелетов организмов.
- Образуется при разрушении горных пород. *Песок используется в промышленности для производства стекла, литейных форм и в строительстве.*

- ***Известняк*** - это осадочная горная порода органического происхождения, используется в основном в качестве строительного материала. Добывается также открытым способом.
- ***Мрамор*** является разновидностью известняка. Используется в качестве отделочного материала. Встречается довольно редко, поэтому является достаточно ценным полезным ископаемым.

ТЕХНОГЕННЫЕ ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ

Основными источниками многотоннажных отходов являются:

- горнообогатительная,
- металлургическая,
- химическая,
- лесная и деревообрабатывающая,
- текстильная
- энергетический комплекс;
- промышленность строительных материалов;
- агропромышленный комплекс;
- бытовая деятельность человека

Из отраслей материального
производства, способных
потреблять промышленные
(техногенные) отходы,
наиболее емкой является
промышленность
строительных материалов

Применение промышленных отходов позволяет:

- на 10-30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья,
- создавать новые строительные материалы с высокими технико-экономическими показателями
- уменьшить загрязнение окружающей среды

Все отходы делят на две группы:

- минеральные**
- органические**

В зависимости от преобладающих химических соединений минеральные отходы делят на:

силикатные, карбонатные, известковые, гипсовые, железистые, цинксодержащие, щелочесодержащие и т.д.

Шлаки черной металлургии

- побочный продукт при выплавке чугуна из железных руд (доменные, мартеновские, ферромарганцевые)
- основные оксиды: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO
- основным потребителем доменных шлаков является **цементная промышленность**

Шлаки (шламы) цветной металлургии

- разнообразны по составу
- используется их комплексная переработка
- основным потребителем шлаков/шламов является производство цемента (бокситовый шлак, белитовый шлак, каолиновый шлак)

Зола и шлаки тепловых электростанций (ТЭС)

- минеральный остаток от сжигания твердого топлива
- основные оксиды: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO + несгоревшее топливо
- размер частиц золы - от нескольких микрон до 50-60 мкм, размер зерен шлака 1-50 мм
- их можно использовать при производстве практически всех строительных материалов и изделий

Отходы горнодобывающей промышленности

- **вскрышные породы** - горнорудные отходы, отходы добычи разнообразных полезных ископаемых
- **пустые породы** измельчаются и направляются в отвалы в виде хвостов обогащения

Гипсовые отходы химической промышленности

- продукты, содержащие сульфат кальция в любой форме:

1. *Фосфогипс*
2. *Фторгипс*
3. *Титаногипс*
4. *Борогипс*
5. *Сульфогипс*

Отходы промышленности строительных материалов

- клинкерная пыль
- кирпичный бой
- старый и бракованный бетон
- бетонный лом
- отходы железобетона

Прочие отходы и вторичные ресурсы

- отходы и бой стекла,
- макулатура,
- резиновая крошка,
- отходы и попутные продукты производства полимерных материалов,
- попутные продукты нефтехимической промышленности и т.д.



Апатит является сырьём для производства фосфорных удобрений, фосфора и фосфорной кислоты, его применяют в черной и цветной металлургии, в производстве керамики и стекла. Апатит используют ювелиры.

- Химический состав — содержание (в %): CaO: 53—56; P₂O₅: 41; F: до 3,8 (фторапатит); Cl: до 6,8 (хлорапатит)
- часто отмечаются примеси марганца, железа, стронция, алюминия, тория, редких земель, карбонатной группы — CO₂ (карбонат-apatит) и др.



Доломит

- *Огнеупорный* материал.
- *Флюс* в металлургии.
- Сырьё в химической промышленности, стекольном производстве.
- Средство борьбы с насекомыми. Обладая абсолютной нетоксичностью по отношению к любым живым существам, тонко молотый доломит вызывает *абразивное* разрушение хитиновых покровов у насекомых. Самое сильное воздействие происходит в местах сочленений.
- Плиты и изделия из доломита для отделки помещений, облицовки как снаружи, так и внутри.
- *Доломитовая мука* используется для раскисления почв.



- **Малахіт** —
минерал, основной
карбонат меди,
состав которого
почти точно
выражен химической
формулой
 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$.





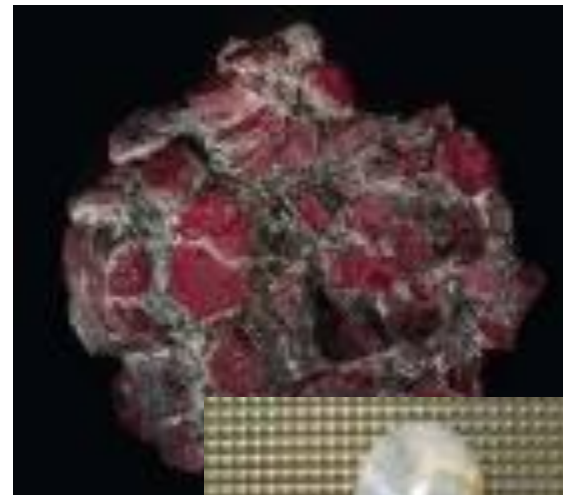
Красивый декоративно-коллекционный камень, используется для украшения интерьеров (кристаллы и друзы).

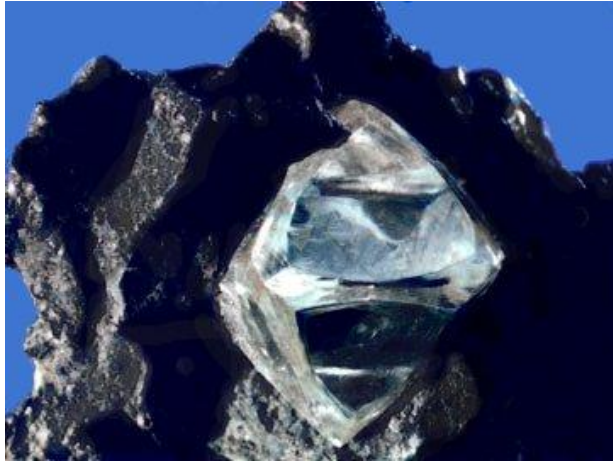
Горный хрусталь применяется в радиотехнике для получения ультразвуковых колебаний.

Изготавливают призмы спектрографов, линзы. Окрашенные кристаллы горного хрусталя применяются как полудрагоценные камни.

- **Горный хрусталь** — минерал, чистая природная двуокись кремния, бесцветная, прозрачная разновидность кварца, одна из кристаллических модификаций *кремнезёма* (SiO_2).
- Чистые бездефектные кристаллы горного хрусталя встречаются относительно редко и высоко ценятся.
- Практическое значение имеют кристаллы размером от 3—5 см. По форме кристаллы призматические, тригонально-трапециевидные.

- **Корунд** — минерал, кристаллический α -оксид алюминия (Al_2O_3)
- Корунд как минеральный вид имеет следующие разновидности:
- *Рубин*, «красный яхонт» — красного цвета; драгоценный камень первой категории, цена прозрачных хорошо окрашенных экземпляров бывает больше, чем у алмазов.
- *Сапфир*.
 - «синий яхонт» — синего цвета разной интенсивности. При умеренно-интенсивной васильково-синей окраске — драгоценный камень первой категории, но ценится значительно ниже рубина. Слишком тёмные или слишком светлые сапфиры довольно дешёвы.
 - зелёный (*восточный изумруд*).
 - фиолетовый (*восточный аметист*).
- *Падпараджа* — жёлтый или оранжево-жёлтый.
- Звёздчатый рубин — экзотический драгоценный камень с эффектом астеризма, обрабатывается в виде кабошона.
- *Лейкосапфир* или «Восточный алмаз» — бесцветный и совершенно прозрачный корунд; недорогой драгоценный камень.
- *Обыкновенный корунд* — непрозрачный, крупно- или мелкозернистый, сероватого цвета. Иногда в крупных непрозрачных кристаллах. Благодаря высокой твердости его используют как абразивный материал, из-за высокой температуры плавления используется как огнеупорный материал, а также при изготовлении *эмалей*.





- Главные отличительные черты **алмаза** — высочайшая среди минералов твёрдость (но в то же время хрупкость), наиболее высокая теплопроводность среди всех твёрдых тел 900—2300 Вт/(м·К), большой показатель преломления. Алмаз является диэлектриком.

