



Ставропольский государственный аграрный университет

кафедра технического
сервиса, стандартизации и
метрологии

ЛЕКЦИЯ 1

**Задачи материаловедения. Классификация
материалов.**

1. Введение. Задачи курса. Классификация материалов.

Современное машиностроение является основным потребителем производимых металлов. В станкостроении, судостроении, автомобильной и авиационной промышленности из металлов изготавливают огромное число деталей машин и приборов.

Рациональный выбор материалов и совершенствование технологических процессов их обработки обеспечивают надежность конструкций, снижают себестоимость и повышают производительность труда.

*Прикладную науку о строении и свойствах технических материалов, основной задачей которой является **установление связи между***

- **составом,***
- **структурой***
- **и свойствами,***

*называют **материаловедением.***

- Свойства технических материалов формируются в процессе их изготовления.
- При одинаковом химическом составе, но разной технологии изготовления, образуется разная структура, и вследствие, свойства.
- **Цель настоящей дисциплины** - изучение закономерностей формирования структуры и свойств материалов методами их упрочнения для эффективного использования в технике.
- **Основная задача дисциплины** - установить зависимость между составом, строением и свойствами, изучить термическую, химико-термическую обработку и другие способы упрочнения, сформировать знания о свойствах основных разновидностей материалов.

Назначение материала определяется требованиями конструкции:

- высокая прочность,
- долговечность,
- коррозионные свойства
- возможность переработки в другое изделие: (технологические критерии)
- коэффициент обрабатываемости резанием,
- свариваемость
- обработка давлением и т.п.

В общем случае **классификация материалов** включает в себя три основных разновидности материалов:

- металлические материалы,
- неметаллические материалы,
- композиционные материалы.

Металлические материалы принято

классифицировать по основному компоненту.

Различают **черную и цветную металлургию**.

К материалам **черной металлургии** принадлежат

- **Стали** (сплав железа с углеродом, с содержанием **С - до 2,14 %**),
- **Чугуны** (сплав железа с углеродом, с содержанием **С – от 2,14 % до 6,67%**),
- **Ферросплавы**,
- **Сплавы на основе железа, *легированные* цветными металлами в количестве превосходящим стали.**

Из металлов особое значение имеют железо и его сплавы, являющиеся до настоящего времени основным машиностроительным материалом. В общемировом производстве металлов свыше 90% приходится на железо и его сплавы. Это объясняется ценными физическими и механическими свойствами черных металлов, а также и тем, что

К материалам **цветной металлургии** принадлежат важнейшие цветные металлы (все остальные металлы и их сплавы.)

- алюминий,
- медь,
- цинк,
- свинец,
- никель,
- олово,
- **и сплавы на их основе.**

Они имеют в технике не менее важное значение. Это объясняется рядом важных физико-химических свойств, которыми не обладают черные металлы. Наиболее широко используют в самолетостроении, радиотехнике, электронике и в других отраслях промышленности медь, алюминий, магний, никель, титан, вольфрам, а также бериллий, германий и другие цветные металлы.

К металлическим материалам так же относятся и материалы порошковой металлургии.

Неметаллические материалы различают по основным классам:

- резина,
- керамика,
- стекло,
- **пластические массы,**

Особое развитие за последние 30 лет получило производство синтетических материалов — **пластмасс**.

Пластмассы и другие неметаллические материалы используют в конструкциях машин и механизмов взамен металлов и сплавов. Такие материалы позволяют повысить сроки службы деталей и узлов машин и установок, снизить массу конструкций, сэкономить дефицитные цветные металлы и сплавы, снизить стоимость и трудоемкость обработки.

Композиционными материалами - называются сложные или составные материалы, состоящие из двух *разнородных* материалов (например: стекла и пластмассы - стеклопластики) .

Их принято классифицировать по типу структуры, материалу матрицы, назначению и способу изготовления.

Металлы в чистом виде в машиностроении *не применяются*, так как их физико-механические характеристики не соответствуют требованиям конструкций.

Поэтому применяются сплавы различных компонентов, так как они при сплавлении приобретают новые свойства, отличные от свойств чистых компонентов.

Для улучшения свойств сплавов, в них вводят **легирующие элементы**

свойства стали

Элемент	Обозначение при маркировке	Влияние
Никель	Н	Придаёт коррозионную устойчивость, повышает прочность и пластичность
Хром	Х	Повышает твёрдость, теплостойкость и коррозионную устойчивость
Вольфрам	В	Резко повышает твёрдость и стойкость при высоких температурах
Кобальт	К	Повышает прочность и теплостойкость, улучшает магнитные свойства
Ванадий	Ф	Даёт мелкозернистую структуру, повышает плотность и твёрдость
Молибден	М	Повышает теплостойкость, твёрдость и прочность
Марганец	Г	Повышает твёрдость, износостойкость и ударную вязкость
Кремний	С	Повышает электрическое сопротивление и износостойкость, улучшает магнитные свойства

По геометрическим признакам

материалы принято классифицировать по виду полуфабрикатов:

- листы,
- профили,
- гранулы,
- порошки ,
- волокна и т.п..

Поскольку материал того или иного полуфабриката изготавливается по разной технологии, применяют разделение *по структуре*.

В научном аспекте материалы разделяют по типу структуры: аморфные, кристаллические, гетерофазные.

Технические материалы принято классифицировать по назначению:

- материалы приборостроения,
- машиностроительные материалы,
- и более подробно, например стали для судостроения или мостостроения.

При выборе материала для той или иной детали или конструкции учитывают экономическую целесообразность его применения.

Стоимость технического материала связана с затратами на его производство и уровнем запасов его в промышленном и государственном резервах, с содержанием в Земной коре веществ и элементов, необходимых для его производства. Поэтому так важно знание инженера о содержании элементов и веществ в земной коре. В последние годы в классификации машиностроительных материалов применяют параметры удельной прочности и энергрозатрат производства материалов. Они показывают, что наилучшими сочетаниями свойств для машин обладают титан и алюминий. Классификация известных материалов находит свое отражение в Государственных Стандартах (ГОСТ).

Основные свойства материалов можно подразделить на:

- - физические,
- - механические,
- - химические,
- - технологические,
- - эксплуатационные,
- - специальные.

- К физическим свойствам относятся : цвет, плотность, температура плавления, магнитные, электро- и теплопроводность, тепловое расширение, намагничиваемость.
- К механическим свойствам относятся: прочность, твердость, упругость, пластичность, вязкость, хрупкость, ковкость, свариваемость.
- Химические свойства характеризуют специфику межатомного взаимодействия материала с другими веществами, в том числе с окружающей средой, например коррозию.

От физических, химических и механических свойств зависят технологические и специальные свойства материалов.

- К технологическим свойствам относятся (эксплуатационным): литейные, ковкость, свариваемость, обрабатываемость режущим инструментом.
- К специальным — жаропрочность, жаростойкость, сопротивление коррозии, износостойкость и др.

Твёрдость

Твёрдость - это свойство металла сопротивляться внедрению в него другого, более твёрдого тела.

Прочность

Прочность - это способность металла выдерживать длительные нагрузки, не разрушаясь.

Различают прочность статическую и динамическую.

Вязкость



Способность металлов необратимо поглощать энергию при мгновенном на них воздействии.

Вязкость оценивают обычно при ударных испытаниях (ударная вязкость).

Хрупкость



Способность металлов и сплавов разрушаться под действием ударных нагрузок.

Хрупкость – свойство обратное вязкости.

Упругость

Упругость - это способность металла восстанавливать первоначальную форму после снятия нагрузки.

Пластичность

Пластичность - это способность металла сохранять, после воздействия нагрузки, полученную форму.

Ковкость

Ковкость - это способность металла подвергаться ковке и другим видам обработки давлением.

Ковкость

повышается
отжигом

Жидкотекучесть

Жидкотекучесть - свойство расплавленного металла заполнять литейную форму.



Хорошую жидкотекучесть имеют серый чугун, алюминий и бронзы.

Свариваемость

Свариваемость - характеризует способность металла давать прочные соединения путём местного нагрева деталей до расплавленного или пластического состояния с применением механического давления или без него.

- Свариваемость зависит от химического состава отдельных сплавов.

- Среди механических свойств **прочность** занимает особое место, так как прежде всего от нее зависит не разрушаемость изделий под действием эксплуатационных нагрузок.
- **Учение о прочности и разрушении материалов** является важнейшей частью материаловедения, поэтому оно представляет для специалистов машиностроения большой интерес не только с точки зрения обеспечения прочности, надежности и долговечности изделий. Оно имеет и очень важное технологическое значение. Это объясняется тем, операции обработки деталей, связанные с послойным удалением материала, формообразующие и упрочняющие операции по своей сути представляют собой дозированное, технологически управляемое разрушение материала, осуществляемое по какому-либо определенному режиму. Особенно это касается современных самых перспективных, так называемых высоких технологий, основанных на применении в качестве инструмента концентрированных потоков энергии.

Основными материалами, используемыми в машиностроении, **являются**, и еще долго будут оставаться **металлы и их сплавы**.

Поэтому основной частью материаловедения является **металловедение**, в развитии которого, ведущую роль сыграли российские ученые: Аносов П.П., Чернов Д.К., Курнаков Н.С., Гуляев А.П. и другие.

Особенно интенсивно развивается металловедение в последние десятилетия. Это объясняется потребностью в новых материалах для исследования космоса, развития электроники, атомной энергетики.

Основными направлениями в развитии металловедения является:

- разработка способов производства чистых и сверхчистых металлов, свойства которых сильно отличаются от свойств металлов технической чистоты, с которыми преимущественно работают.

Генеральной задачей материаловедения является:

- **создание материалов с заранее рассчитанными свойствами применительно к заданным параметрам и условиям работы.**

Большое внимание уделяется изучению металлов в экстремальных условиях (низкие и высокие температуры и давление).

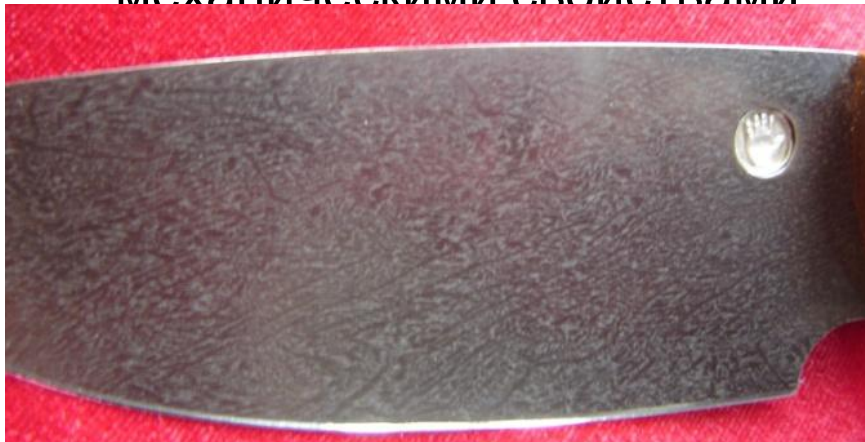
- Первые шаги на пути к реальному пониманию свойств материалов были сделаны с наступлением XIX в.

Начало этому положила химия, затем физика. Теоретическая химия оказалась весьма полезной и при решении практических вопросов, способствовала появлению более эффективных методов обработки материалов.

Так, известный физик **Майкл Фарадей (1791 — 1867)** **использовал химический анализ** при изучении свойств булатной стали.

Затем знаменитый русский металлург **Павел Петрович Аносов (1799—1851)** при исследовании структуры булатной стали одним из первых (в 1831 г.) **использовал микроскоп.**

Он увидел, что булатные узоры связаны со структурой стали и с ее механическими свойствами



Что же такое металл?

- В химии под металлами понимают определенную группу элементов расположенную в левой части Периодической таблицы Д.И.Менделеева
- Все элементы расположенные левее галлия, индия и талия - металлы, а правее мышьяка сурьмы и висмута – неметаллы (см. таблицу след. слайд).

Металлами называют химические элементы, характерными признаками которых являются:

- непрозрачность,
- блеск,
- хорошая электро- и теплопроводность,
- пластичность,
- для многих металлов также способность свариваться.

Не потеряло своего научного значения определение металлов, данное более 200 лет назад великим русским ученым *М. В. Ломоносовым*: "**Металлы суть светлые тела, которые ковать можно**".

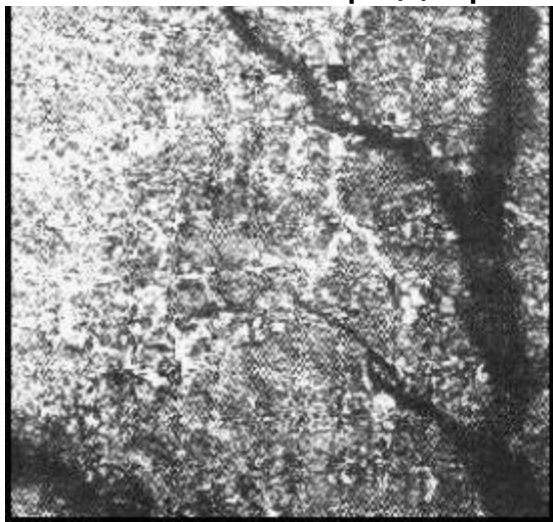
- Чистые химические элементы металлов (например, железо, медь, алюминий и др.) могут образовывать более сложные вещества, в состав которых могут входить несколько элементов-металлов, часто с примесью заметных количеств элементов-неметаллов. Такие вещества называются **металлическими сплавами**.
- Простые вещества, образующие сплав, называют **компонентами сплава**.

Структурные методы исследования.

- Материаловедение, как научная дисциплина, численно оперирует показателями свойств материала (временное сопротивление разрушению, прочность на сжатие, твердость и т. п.)
- Кроме того, материаловедение обобщает в себе данные о технических и технологических испытаниях материалов.
- Показатели свойств, химический состав в материаловедении связываются с особенностями строения материала.
- Различают макростроение, микростроение и субмикростроение материалов.

Знания о морфологии и структуры позволяет оптимизировать технологические процессы получения материала, дать объективное представление о рациональности его использования для изделия.

Макроанализ: - изучение структуры материалов визуально или с помощью простейших оптических приборов с увеличением до 50 крат. Наиболее доступным при этом является изучение изломов. Для металлов и сплавов мелкокристаллический излом соответствует лучшему качеству - более высоким механическим свойствам. На изломах, например, в сталях легко наблюдаются дефекты: крупное зерно, шиферность, грубая волокнистость, трещины, раковины, флокены и т.п., и в ряде случаев глубина проведенной поверхностной обработки изделия. Методика исследования закрепляется ГОСТ, там же приведены фотоэталонны изломов и макродефектов.



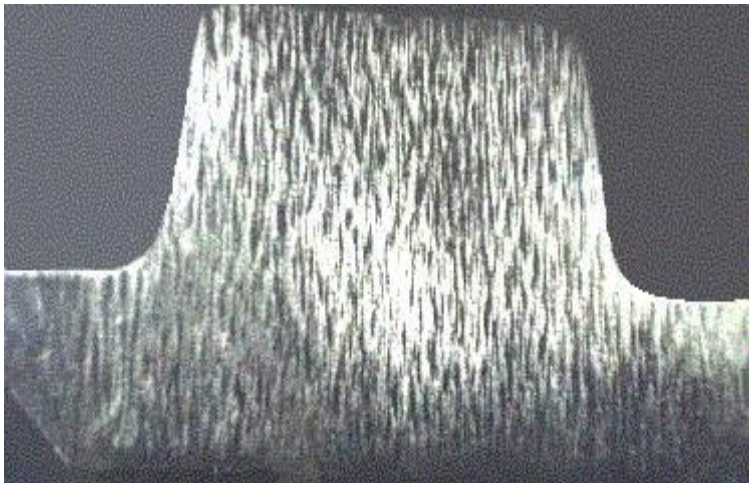
Макроструктура сварного соединения



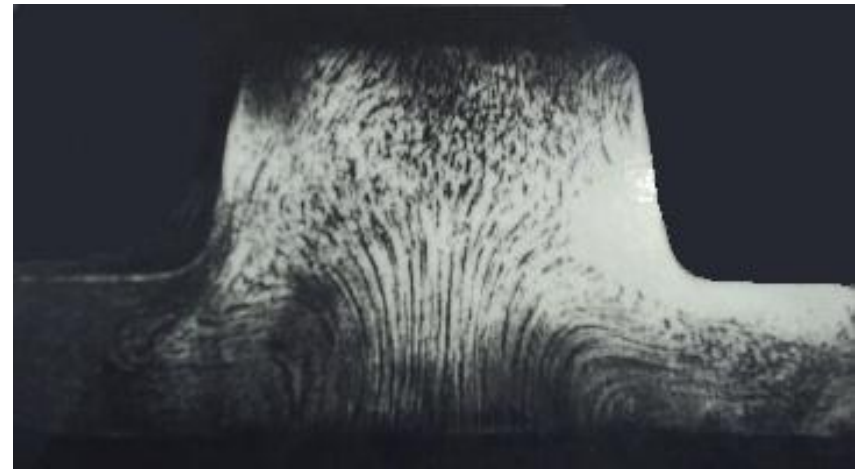
Другим способом *макроисследования* является изучение строения металлических материалов на специальных темплетах (образцах). После травления специальными растворами шлифованной поверхности темплета на ней выявляется кристаллическая структура, волокнистость, дендритное строение, неоднородность металла. Например, травление поперечного среза сварного шва дает возможность выявить места непровара, пузыри, зону термического влияния, трещины и т.п..

Волокнистое строение металла

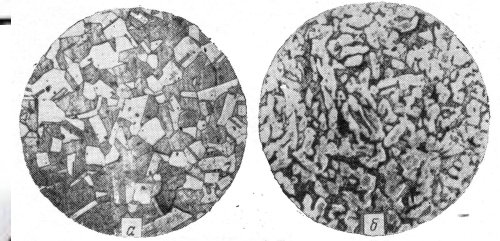
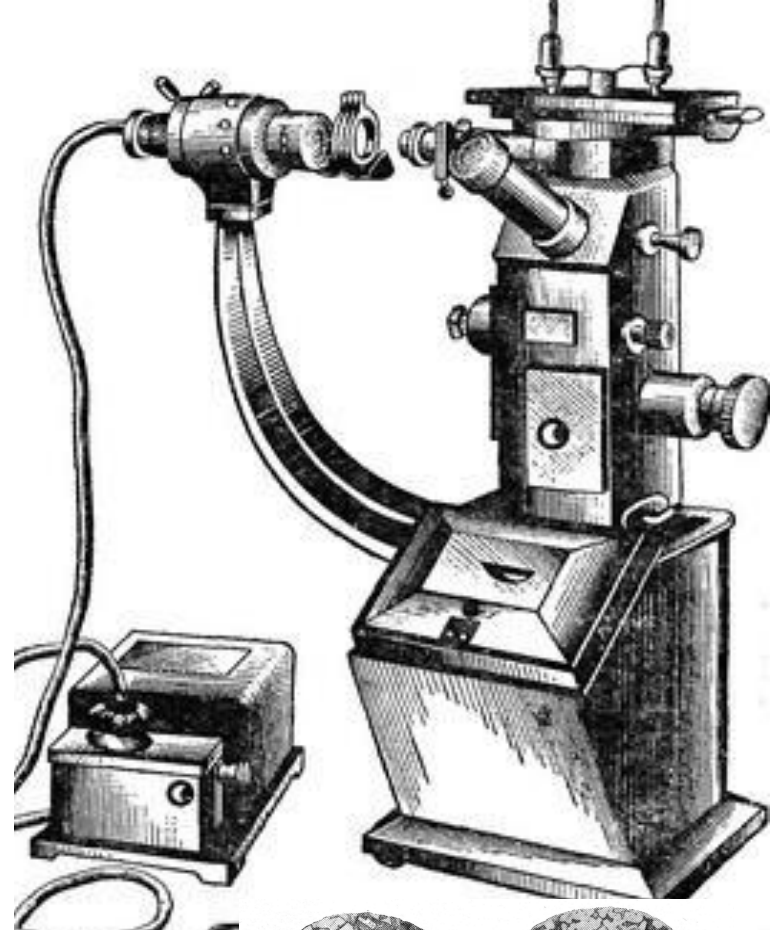
(горячий прокат + обработка резанием)



(горячий прокат + горячая штамповка)



Микроскопический анализ: производится с помощью оптических микроскопов (полезное увеличение до 950 крат), электронных микроскопов (увеличение до мл. раз), электронных проекторов (увеличение - несколько мл. раз). Исследование производится на зеркальной поверхности шлифа (*после соответствующей полировки*) или слепка с нее - на электронном микроскопе. Шлифы исследуют до и после травления. Травление металлической поверхности растворами кислот выявляет рельеф границ кристаллов, контуры отдельных элементов структуры. Данные исследований - размер и форма зерен получают количественную и качественную оценку. В настоящее время металлографические комплексы снабжаются компьютерными системами для хранения информации.



Субмикростроение материалов.

Это, так называемые, физические методы исследования структуры. Среди них особое место занимают методы радиографии и рентгеновского анализа. Путем просвечивания осуществляется дефектоскопия и контроль ориентации арматуры в композитах.

Рентгеновский анализ определяет качественный и количественный состав сплавов, физическую плотность кристаллов, особенности субструктуры, плотность линейных дефектов в реальном кристалле, позволяет проследить полиморфные превращения в сталях и сплавах и обнаружить глубокие физико-химические процессы в металлах.



Портативный РФА анализатор



спектрометр для оперативного анализа химического состава металлов и сплавов