

**Тема:** Классификация, свойства материалов, используемых в профессиональной деятельности, и методы их определения

**Рассматриваемые вопросы:**

1. Классификация материалов
2. Физические, химические, технологические и эксплуатационные свойства металлов

**1. Классификация материалов**

В машиностроении, строительстве, приборостроении и других отраслях техники применяется большое количество различных технических материалов, отличающихся один от другого строением и свойствами. Все материалы условно делят на металлические и неметаллические. При этом свойства металлов могут существенно отличаться друг от друга.

Одни металлы встречаются в природе очень редко, другие же являются основными составляющими горных пород, земной атмосферы, морей, океанов. Очень сильно отличаются отдельные металлы друг от друга по температурам плавления, по способностям вступать в химические реакции с другими элементами, а так же с водой и кислородом воздуха. Металлы существенно отличаются друг от друга и по механическим свойствам, что обуславливает возможность их использования в качестве конструкционного материала для изготовления различных изделий. Все металлы имеют различные электрические и магнитные свойства, что очень важно для радио- и электротехники.

Тем не менее, по некоторым признакам все металлы, используемые в технике, можно объединить в некоторые группы.

Прежде всего, все металлы и полученные на их основе сплавы условно делят на две большие группы – **черные и цветные**.

**К черным металлам относят железо и его сплавы – стали и чугуны. Все остальные металлы и сплавы составляют группу цветных металлов.**

**Черные металлы** являются основными конструкционными машиностроительными материалами. Из общего числа выплавляемых в мире металлов 94% приходится на черные. Черные металлы имеют относительно высокую механическую прочность, твердость, плотность и сравнительно невысокую стоимость.

**Цветные металлы** чаще всего имеют характерную окраску – красную, желтую, белую. Они обладают большой пластичностью, малой твердостью, относительно низкой либо высокой (например, тантал, вольфрам) температурами плавления. Наиболее типичными металлами этой группы являются медь, алюминий, хром, никель, цинк, марганец, титан и другие элементы.

Цветные металлы принято делить на легкие с плотностью до 3 г/см<sup>3</sup> и тяжелые. К легким металлам относят бериллий, магний и алюминий. Медь, никель, олово, свинец, молибден относят к тяжелым металлам.

Выделяют также **группу благородных и редких металлов**. Благородными считаются золото, серебро, металлы платиновой группы – платина, палладий, иридий, осмий, рутений. Основным признаком редкого элемента в технике считается сравнительная новизна его практического применения. Поэтому техническое определение редкого элемента не всегда совпадает с геохимическим. Сурьму, висмут и ртуть, например, несмотря на их малое содержание в земной коре, не **относят к редким элементам**, так как они уже давно известны и практически

используются человеком. Важнейшими отраслями применения редких элементов являются главным образом ядерная энергетика, ракетная техника, радиоэлектроника.

Из группы цветных металлов выделяют также **легкоплавкие и тугоплавкие металлы**. К **легкоплавким** относят цинк, кадмий, олово, свинец, висмут, сурьму и другие элементы. Некоторые из этих элементов используются для приготовления припоев различных составов и назначения. К **тугоплавким** относятся титан, ванадий, хром, молибден, вольфрам и некоторые другие элементы. Их используют главным образом в качестве добавок к сталям для улучшения некоторых качественных характеристик.

**В технике применяемые материалы принято классифицировать также по их назначению, т.е. по их функциональному применению. По этому признаку различают материалы конструкционные, инструментальные, электротехнические, антифрикционные, рабочие тела и технологические материалы.**

**Конструкционные материалы** должны обладать комплексом свойств, обуславливающих возможность использовать их для изготовления различных изделий, подвергаемых как механическому нагружению, так и иным воздействиям (высоких температур, агрессивных сред и т.п.). Одновременно к этим материалам предъявляют ряд технологических требований, определяющих наименьшую трудоемкость изготовления деталей и конструкций из этих материалов. Кроме того, конструкционные материалы должны иметь желательную невысокую стоимость и быть доступными, поскольку впоследствии это в значительной степени определяет стоимость изготовленного изделия. В качестве конструкционных материалов используются металлы и сплавы, полимеры, резины, древесина, многие композиционные материалы.

**Инструментальные материалы** отличаются высокими показателями твердости, прочности и износоустойчивости не только при нормальных, но и при более высоких температурах и нагрузках. Эти материалы предназначены для изготовления режущего, измерительного, слесарно-монтажного и другого инструмента. К этим материалам относятся инструментальные стали, твердые сплавы, некоторые виды керамических материалов, природные минералы, многие композиционные материалы и некоторые сверхтвердые синтетические материалы.

Свойства и области использования некоторых конструкционных и инструментальных материалов будут рассмотрены в соответствующих разделах настоящего пособия.

**Электротехнические материалы** характеризуются особыми электрическими и магнитными свойствами и предназначены для изготовления изделий, используемых для производства, передачи, преобразования и потребления электроэнергии. К ним относятся проводники, полупроводники, материалы с особыми магнитными свойствами, а также диэлектрики в различных агрегатных состояниях (твердом, жидком и газообразном).

**Антифрикционные материалы** предназначены для применения в подшипниковых узлах с целью обеспечения по возможности наименьшей скорости изнашивания сопряженной детали – стального вала. Этим обеспечивается заданная работоспособность и ресурс машин и механизмов. Основными критериями для оценки подшипниковых материалов служат коэффициент трения и допустимые нагрузочно-скоростные характеристики. К этим материалам относятся некоторые

цветные металлы (баббиты, бронзы), серые чугуны, многие пластмассы и композиционные материалы на их основе, некоторые виды древесины и древесно-слоистых пластиков, а также металлокерамические композиционные материалы (бронзографит, железографит и др.), резины и другие материалы.

**Рабочие тела** представляют собой газообразные или жидкие материалы, с помощью которых происходит передача или преобразование энергии. Например, водяной пар служит рабочим телом в паровых машинах и турбинах; фреон, аммиак, углекислота в холодильных установках; воздух в пневматических двигателях; газообразные продукты сгорания органического топлива (бензина, соляра) в двигателях внутреннего сгорания и т.п. В ракетной технике рабочим телом принято считать ракетное топливо.

**Технологические материалы** – это вспомогательные материалы, которые используются для нормального протекания технологических процессов изготовления деталей машин или же для обеспечения нормальной работы машин и механизмов. К этим материалам можно отнести, например, лаки, краски, эмали; клеи и герметики; флюсы и припои; смазочно-охлаждающие жидкости; жидкие масла и консистентные смазки; закалочные среды; консервационные материалы, обеспечивающие защиту изделий от коррозии при хранении и транспортировке; моющие средства; растворители и т.п.

**В технике часто группируют материалы по наиболее важным для определенных условий эксплуатации свойствам. В частности, по электропроводимости различают проводники, полупроводники и диэлектрики, по магнитным свойствам – пара- и ферромагнетики; по теплопроводимости – теплоизоляционные материалы, имеющие низкую теплопроводимость.** По степени воздействия на материал окружающей среды различают коррозионно-стойкие материалы, не разрушающиеся под действием кислот, щелочей, влаги, атмосферы воздуха; радиационно-стойкие, сохраняющие свою структуру и физико-механические характеристики в результате воздействия ионизирующих излучений.

## **2. Физические и химические, технологические и эксплуатационные свойства металлов**

В изготовлении машин и рабочих установок, наиболее применяемыми стали металлы и их сплавы.

**Металлы** – это вещества, которые обладают высокой электропроводностью и теплопроводностью, блеском, ковкостью и другими свойствами, которые легко и не очень поддаются металлообработке.

**Сплав**– это соединение двух или более веществ, образовавшееся в результате кристаллизации (затвердевания) расплавов.

Для правильного выбора металла для изготовления конструкций механизмов с дальнейшим анализом ее использования, механических и других свойств, которые влияют на надежность и работоспособность машин – нужно знать внутреннее строение, механические, физико-химические и технологические свойства, а также каким методом проводить обработку металла и нуждается ли материал в резке металла (если материал нужно обработать резкой, то лучше это сделать при помощи плазменной резки металла).

**Все твёрдые тела делятся на аморфные и кристаллические.**

**В аморфных телах** атомы расположены хаотично, т. е. в беспорядке, без всякой системы. Примерами аморфных тел могут служить стекло, клей, воск, канифоль.

**В кристаллических телах** атомы расположены в строго определённой последовательности. К телам с кристаллическим строением относят поваренную соль, кварц, сахарный песок, металлы и сплавы.

Все свойства металлов и сплавов можно разделить на четыре группы: физические, химические, технологические и механические.

### 1. **Физические свойства**

К ним относятся: **температура плавления, цвет, плотность, коэффициенты линейного и объемного расширения, электропроводность, теплопроводность, склонность к намагничиванию**. Физические свойства сплавов обуславливаются их составом и структурой.

Состав металлов и сплавов определяется химическим, спектральным и фазовыми анализами: структуру металла и сплава - рентгеноструктурным и магнитоструктурным анализами, металлографией и магнитной металлографией, электрические свойства сплавов - их электросопротивлением.

**Теплопроводность**— способность тел проводить тепло при нагреве и охлаждении. Металлы имеют сравнительно высокую теплопроводность, чем она выше, тем равномернее распределяется температура по объему металла и тем быстрее он прогревается.

**Электропроводность**— свойство металла проводить электрический ток.

**Магнитные свойства**— способность металла намагничиваться (ферромагниты, парамагниты, диамагниты).

### 2. **Химические свойства**

**Химические свойства** — это способность металла к взаимодействию с другими веществами: воздухом, водой, кислотами, щелочами и др. К химическим свойствам металлов и сплавов относятся их **окисляемость, растворимость, коррозионная стойкость**. Для определения химических свойств металлы и сплавы испытывают на общую коррозию в различных средах, межкристаллитную коррозию и на коррозионное растрескивание.

**Окисляемость** — способность металла вступать в реакцию в кислороде под воздействием окислителей.

**Растворимость**—способность вещества растворяться в том или ином растворителе. Металлы растворяются в сильных кислотах и едких щелочах.

**Коррозионная стойкость**—способность металла сопротивляться коррозии.

### 3. **Технологические и эксплуатационные свойства**

о **Технологические свойства** характеризуют способность материала подвергаться различным способам холодной и горячей обработки.

1. **Литейные свойства** характеризуют способность материала к получению из него качественных отливок:

- **Жидкотекучесть**— характеризует способность расплавленного металла заполнять литейную форму.

- **Усадка (линейная и объемная)** — характеризует способность материала изменять свои линейные размеры и объем в процессе затвердевания и охлаждения. Для предупреждения линейной усадки при создании моделей используют нестандартные метры.

- **Ликвация**— неоднородность химического состава по объему.

2. **Способность материала к обработке давлением** — это способность материала изменять размеры и форму под влиянием внешних нагрузок не

разрушаясь. Она контролируется в результате технологических испытаний, проводимых в условиях, максимально приближенных к производственным.

Листовой материал испытывают на перегиб и вытяжку сферической лунки. Проволоку испытывают на перегиб, скручивание, на навивание. Трубы испытывают на раздачу, сплющивание до определенной высоты и изгиб. Критерием годности материала является отсутствие дефектов после испытания.

3. **Свариваемость** – это способность материала образовывать неразъемные соединения требуемого качества. Оценивается по качеству сварного шва.

4. **Способность к обработке резанием** характеризует способность материала поддаваться обработке различным режущим инструментом. Оценивается по стойкости инструмента и по качеству поверхностного слоя.

о **Эксплуатационные свойства** характеризуют способность материала работать в конкретных условиях.

**Износостойкость** – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

**Коррозионная стойкость** – способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.

**Жаростойкость** – это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

**Жаропрочность** – это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.

**Хладостойкость** – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.

**Антифрикционность** – способность материала прирабатываться к другому материалу.

Эти свойства определяются специальными испытаниями в зависимости от условий работы изделий. При выборе материала для создания конструкции необходимо полностью учитывать механические, технологические и эксплуатационные свойства.

Вопросы для контроля:

1. На какие группы можно разделить все металлы? В чём их различия?
2. Какие ещё группы металлов можно выделить?
3. Как принято классифицировать материалы в технике? Какие виды выделяют?
4. Какие свойства металлов существуют?
5. Что относится к физическим свойствам?
6. Что относится к химическим свойствам?
7. В чём разница между технологическими и эксплуатационными свойствами?