# Основные сведения о технологии производства металлов и сплавов. Производство чугуна, стали, алюминия, меди

Теоретическое занятие

Профессия: 35.01.27 Мастер сельскохозяйственного производства

ОП.02 Основы материаловедения и технология общеслесарных работ

Тема 1.1. Чёрные металлы и сплавы

Преподаватель: Муканин А.А.

2023

# Основные сведения о технологии производства металлов и сплавов. Производство чугуна, стали, алюминия, меди

## Чёрные металлы и сплавы

**Металлургия –** это область науки техники производства связанная с промышленным производством металлов из природного сырья. Вся металлургия разделяется на **цветную и черную**. **Черная металлургия** включает добычу и обогащение руд черных металлов, а также производство чугуна, стали и ферросплавов. **К цветной металлургии** относят добычу обогащенных руд цветных металлов, производство цветных металлов и их сплавов. К цветным металлам относят все металлы и сплавы кроме железа и его сплавов. Медь, свинец, никель, алюминий, цинк, олово, титан, магний.

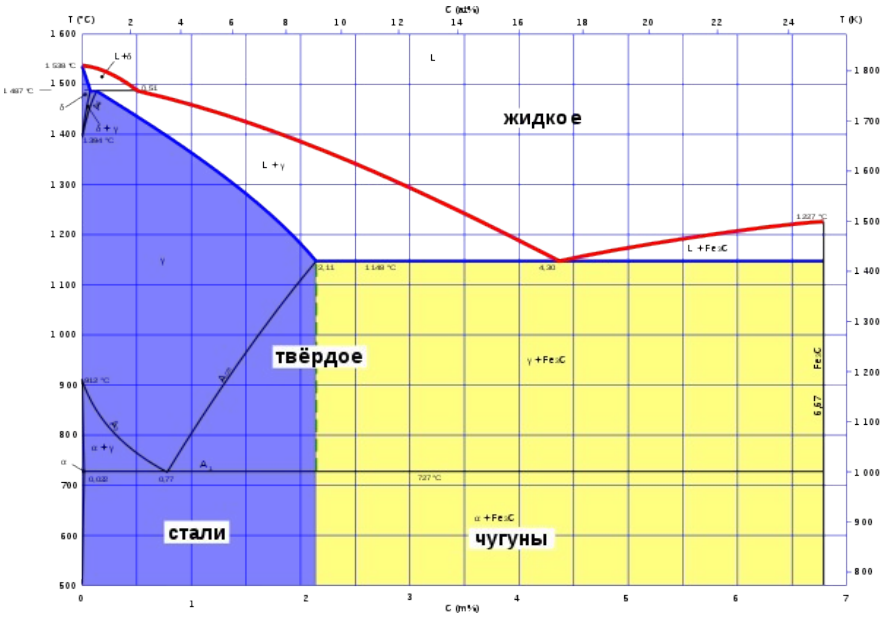
**Металлы**, на сегодняшний день, являются одними из самых широко используемых материалов в мире. Металлами называют соединения с закономерным расположением атомов в узлах пространственной кристаллической решётки, которая обладает характерным блеском, способностью проводить тепло и электрический ток, а также отражать световые лучи. Для металлов характерны такие свойства как плотность, прочность, выносливость, свариваемость, пластичность, электропроводность, возможность создания различных сплавов.

Наличие данных свойств и характеризует, так называемое, металлическое состояние вещества. Такими свойствами обладают 75% всех элементов в периодической системе Менделеева. Неметаллы же не обладают вышеперечисленными свойствами и значительно отличаются по структуре, физическим и химическим свойствам от металлов.

Можно сказать, что металлы являются отличными проводниками электрического тока. Их свойства полностью диктует их кристаллическое строение и атомарный состав. Вследствие воздействия высокой температуры металлы частично снижают показатель своей электропроводности. В условиях же

низкотемпературного режима электропроводность определенных видов металла возрастает, поэтому такие виды считаются сверхпроводниками. Дело в том, что в атомах металлов, прочно связанных в кристаллическую решетку, электроны могут легко передвигаться по всему объему, а не только на внешних слоях атома.

Диаграмма состояния сплавов железо-углерод




**Сплавы –** это вещества, состоящие из двух и более металлов, которые получаются с помощью плавления простых элементов. По числу компонентов сплавы делятся на двухкомпонентные (двойные), трехкомпонентные (тройные) и многокомпонентные. Компонент, который содержится в сплаве больше всего, называется основным, а компонент, вводимый в сплав для наделения ему нужных свойств – легирующим. В целом, совокупность компонентов сплава можно назвать системой. Изменяя компоненты и их пропорции, получают множество всевозможных сплавов с разнообразными физическими, механическими или химическими свойствами. Сплавы тоже располагают всеми характерными свойствами металлов, однако качественные характеристики их обычно заметно отличаются от самородков. Так, например, сплав, содержащий 40% кадмия и 60% висмута, имеет температуру плавления 144ºС, а температура плавления составляющих его компонентов – соответственно 321ºС и 271ºС, т.е. намного

выше. Огромное преимущество сплавов заключается в том, что они превосходят чистые металлы по прочности, твердости, износостойкости и жаропрочности. Поэтому сплавы применяются значительно шире чистых металлов.

## Классификация металлов и сплавов

Отличие металлов от сплавов заключается в различных визуальных признаках, такие как зернистость и гладкость поверхности. Также сплавы обладают теплопроводностью и электропроводностью.

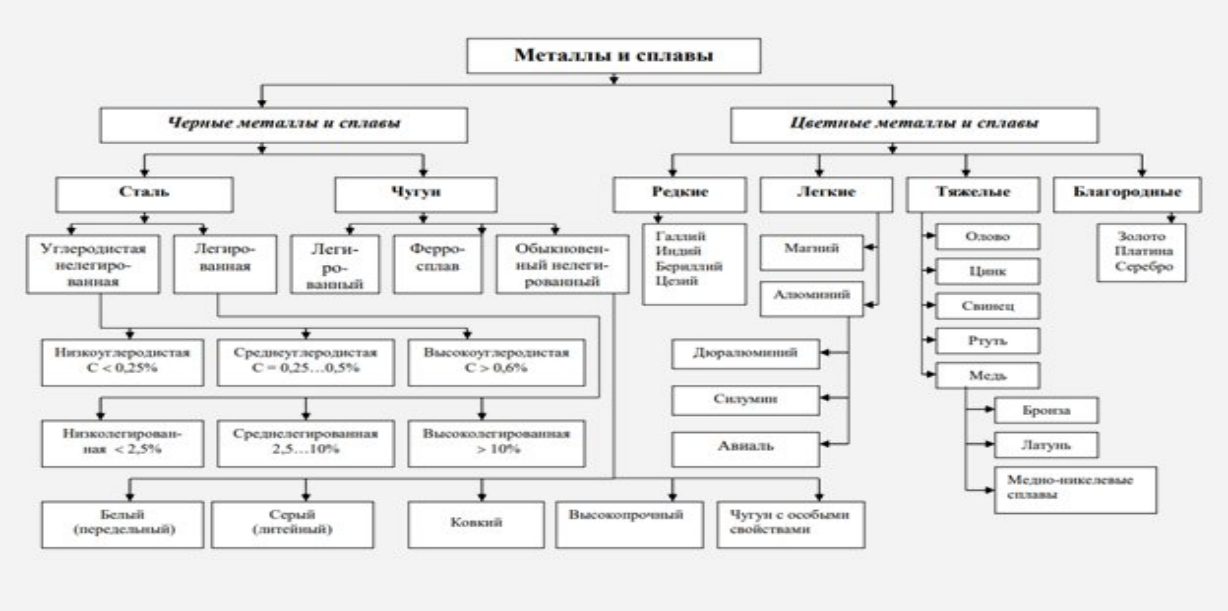
Наиболее широкое распространение в промышленности получили медные, титановые, бронзовые и алюминиевые сплавы. Данные элементы служат сырьем для производства различных деталей и выливания металлоконструкций.

Классифицировать образцы металлов можно и более детально, взяв во внимание их целевое применение, сферы использования и принципы работы.

Существует также классификация металлов в соответствии с ГОСТом.

Каждый из стандартов определяет требования к металлическим материалам, к их индивидуальным характеристикам и сферам использования. Данные критерии становятся основными при выборе материала для определенной цели.

Дерево классификаций металлов



## Группы металлов

Все металлы можно разделить на две группы, которые не только их имеют схожесть по свойствам, но и по промышленному применению. Такими группами являются черные и цветные металлы.

Черные металлы получили свое название из-за цвета, который меняется от темно-серого практически до белого. Они обладают значительной плотностью, высокой температурой плавления и твердостью. Самым распространенным и наиболее часто применяемым в промышленности представителем черных металлов является железо.

Цветные металлы также названы благодаря цвету простых веществ. Их цвет может быть красным, желтым, белым. Цветным металлам свойственны также уникальные физические и химические свойства. Они пластичны, мягки и легкоплавки по сравнению с черными металлами.

Черные металлы

Класс черных металлов включает два подвида – сталь и чугун. Стали могут быть углеродистыми или легированными.

Различные виды черных сплавов получили значительное распространение в области изготовления металлопроката. Они обладают отличными рабочими свойствами, поэтому на рынке черные металлы всегда востребованы.

Добыча материалов происходит из железной руды, а с помощью доменной печи, где при температуре около 2000 градусов протекает процесс плавка руды, получают железо. По сути, способов выработки железа множество. Также помимо доменного процесса получения железа, существует способ прямого получения железа из предварительно измельченной железной руды с добавлением специальной глины. При этом способе железо получается в твердом виде, которое впоследствии переплавляется в мощных электрических печах.

Кроме видов металлов и их сплавов, существуют также и различные марки, разновидность которых указывается в буквенно-цифровом виде, например **Ст3**. Группировка марок черного металла, используемая в металлопрокате, значительно

облегчает поиск того или иного вида черного металла для различных сфер жизнедеятельности человека.

Любой металлопрокат по форме, размерам и предельным отклонениям должен строго соответствовать требованиям ГОСТ. К черному металлу относятся следующие виды проката: листовой, сортовый, фасонный, трубный. Как уже известно, к черным металлам относится чугун и сталь, которые, по сути, очень схожи за исключением количества содержащегося углерода.

**Чугуны –** сплавы, содержащие углерод более 2,14% (в некоторых чугунах до 6%).

**Стали –** сплавы железа с углеродом при содержании углерода менее 2,14%. Стали также бывают низкоуглеродистые (содержание углерода менее 0,25%), углеродистые (0,25-0,6%), высокоуглеродистые (более 0,6%). Низкоуглеродистые стали легко свариваемы и весьма пластичны, высокоуглеродистые же напротив – очень твердые, благодаря чему применяются в агрегатах режущих инструментов.

Кроме углерода в чугунах и сталях содержатся другие компоненты, такие как кремний, марганец, сера, фосфор.

**Чугун**

Чугун является прочным металлическим материалом, который получил свое широкое распространение практически в любой области. Прежде всего, следует рассмотреть производство чугуна. Получение чугуна заключается в восстановлении железа из оксидов железной руды. Производство чугуна ведется преимущественно в доменных печах. Чугун является первичным продуктом переработки железных руд.

Для производства обычного доменного чугуна используют шихту, которая состоит из железной руды, флюса, окатышей и топлива. В состав железной руды входят железосодержащие минералы и пустая порода. Пригодность железной руды для доменной плавки определяется содержанием железа, составом пустой породы и концентрацией вредных примесей. В зависимости от концентрации железосодержащих минералов железные руды бывают богатыми, которые непосредственно используют, и бедными, которые подвергают обогащению.



Схема работы доменной печи:

1 – кокс; 2 – известняк; 3 – железная руда; 4 – поступление сырья;

5 – предохранительный клапан; 6 – выход отходящих газов;

7 – поддув горячего воздуха; 8 – чугун; 9 – шлак

Для доменного чугуна в качестве железных руд используются магнитные железняки (магнетит), красные железняки (гематит), бурые железняки (гетит) и шпатовые железняки (сидерит), содержащие около 30…70% железа в виде оксидов $Fe_2O_3$ или $Fe_3O_4$. В состав пустой породы входят оксиды кремния $SiO_2$ (кремнезём), алюминия $Al_2O_3$ (глинозём), кальция $CaO$, магния $MgO$ и другие составляющие.

Флюсы предназначены для понижения температуры плавления, обеспечения плавки руды и связывания пустой породы, неизбежно остающейся в руде после процесса рудоподготовки. По химическому составу различают основные флюсы, кислые и нейтральные. К Основным флюсам относится известняк и доломит, к кислым – кремнезём, к нейтральным – глинозём. Они сплавляются с пустой породой и золой топлива, которые вместе образуют легкоплавкий сплав, не смешивающийся с жидким чугуном.

Основным видом топлива в доменном процессе служит кокс и природный газ или пылевидный каменный уголь. Топливо при выплавке чугуна является не

только источником тепла, но и принимает участие в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в процессе плавки. Оно является также и основным источником углерода.

Разновидности чугуна

В зависимости от химического состава и микроструктуры выпускают передельный, литейный, белый, серый, модифицированный, высокопрочный и ковкий чугуны. Разберем по отдельности каждый вид чугуна и выявим их уникальные особенности.

Передельный чугун. Данный вид чугуна содержит 4…4,5% углерода, 0,6…0,8% кремния, 0,25…1,0% марганца, до 0,07% серы и до 0,3% фосфора. В его структуре преобладает цементит, который является твердым и в то же время хрупким соединением.

Литейный чугун[1]. Литейный чугун отличается от передельного повышенным содержанием кремния (до 3,6%) и в некоторых марках фосфора (до 1,2%). В зависимости от массовой доли кремния и назначения чугуна, изготовляют различные марки от Л1 до Л6. Также возможно изготовление чугуна с применением литейного рафинированного магния марок, благодаря чему получаются марки от ЛР1 до ЛР7. Предназначается литейный чугун для дальнейшей переплавки в чугунолитейных цехах при производстве чугунных отливок. Нормативы литейного чугуна регламентируются межгосударственным стандартом ГОСТ 4832-95[2].

Белый чугун. По сути белый чугун по структуре схож с серым за разницей лишь того, что для каждого вид существуют различные условия охлаждения. Белый чугун получают при быстром охлаждении расплава. По сути, это передельные чугуны, в которых весь углерод находится в связанном состоянии в виде

---

[1]Фетисов Г.П. Материаловедение и технология материалов. В 2 ч**астях**. Часть 1: учебник для СПО. 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2022.

[2] Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 16 ноября 1998г. N 398 межгосударственный стандарт ГОСТ 4832-95 Чугун литейный. Технические условия введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 июля 1999 г.

цементита. В поперечном сечении они имеют матово-белый цвет и характерный металлический блеск. Из-за большого содержания цементита белые чугуны обладают высокой твёрдостью (450…550 НВ), износостойкостью, хрупкостью, но плохо обрабатывается. Поэтому для изготовления изделий они не используется. Применяются как передельный чугун для производства стали или для отливки деталей с последующим отжигом на ковкий чугун.

Серый чугун. Так называются литейные чугуны с пластинчатой формой графита, в изломе имеющие серый цвет. Содержание углерода в связанном состоянии составляет не более 0,5%. Его получают при медленном охлаждении жидкого чугуна. Механические свойства серого чугуна определяются в основном количеством, формой и размерами графитных структур. По сравнению с металлической основой они имеет более низкую прочность, так как графитные соединения нарушают сплошною структуру материала, что ослабевает металлическую основу. Чем меньше графитовых включений и выше их дисперсность, тем больше прочность чугуна. В случае предварительного подогрева может хорошо свариваться, обладает хорошими литейными свойствами. Выпускается марок СЧ-10…СЧ-35.

Высокопрочный чугун. Данный тип чугуна является разновидностью серого, но из-за повышенных механических свойств они состоят в особой группе. Получают при модифицировании жидкого серого чугуна магнием или церием (0,03…0,07% от массы отливки). В результате модифицирования частицы графита находятся в чугуне в виде маленьких сфер, которые исключают образование и распространение трещин. Помимо высокой прочности чугун обладает также высокой пластичностью, что делает его уникальным.

Условное обозначение марки высокопрочного чугуна включает буквы ВЧ, высокопрочный чугун и цифровое обозначение величин предела прочности при растяжении (МПа) и в ряде случаев относительного удлинения (%). Выпускается марок ВЧ-35…ВЧ-100. Например, марка ВЧ 100-2 указывает, что предел прочности при растяжении высокопрочного чугуна составляет 1000 МПа при относительном удлинении 2%.

# Список использованной литературы

1. Солнцев Ю.П., Пряхин П.Е. Материаловедение: учебник для вузов. – СПб.: Химиздат, 2018. – 288 с.

2. Стуканов В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 208 с.

3. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология материалов. В 2 частях. Часть 1: учебник для СПО. 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 386 с.

4. Черепахин А.А. Основы материаловедения (металлообработка): учебник для СПО. – М.: Издательство Академия. 2022. – 208 с.