

Реализация мероприятий по совершенствованию комплексных региональных программ развития профессионального образования в целях внедрения международных стандартов подготовки высококвалифицированных кадров с учетом передового международного опыта компетенции WSI и WSR, а также с учетом ПС

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

по теме 1.4.

«Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов»

примерной программы учебной дисциплины

ОП.04. Основы материаловедения

по профессии 15.01.05 Сварщик

**(ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Цель преподавания темы 1.4. - дать обучающимся теоретические знания:

- о методах получения и обработки изделий из металлов и сплавов.

Форма проведения занятия: лекция.

Место проведения занятия: учебный кабинет материаловедения.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Обработкой металлов давлением называют технологические операции, в которых под воздействием внешних сил, например, удара молота, давления пресса или давления валков прокатного стана происходит изменение формы и размеров металлических заготовок путем пластической деформации без нарушения их сплошности (т.е. без их разрушения).

Основные виды ОМД – прокатка, волочение, ковка, штамповка, прессование.

Прокатку, прессование и волочение используют, как правило, для получения заготовок постоянного поперечного сечения по длине (прутки, проволока, листы, ленты), **применяемых в строительных конструкциях** или для предварительного пластического формоизменения для получения заготовок для последующего изготовления из них деталей обработкой резанием или с использованием других методов ОМД.

Ковку и штамповку используют для получения заготовок **сложной конфигурации**, имеющих форму, приближенную к форме и размерам готовых деталей, с последующей минимальной обработкой резанием лишь для придания окончательных размеров и получения поверхности заданного качества

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Преимущества ОМД (по сравнению с литьем и резанием):

- ❖ возможность значительного уменьшения отхода металла (до 20-70 %) по сравнению с обработкой резанием;
- ❖ возможность повышения производительности труда, т. к. в результате однократного приложения усилия можно значительно изменить форму и размеры деформируемой заготовки;
- ❖ получение деталей с наилучшими служебными свойствами (прочностью, жесткостью, сопротивлением износу и т. д.) при наименьшей их массе, что обусловлено изменением структуры и физико-механических свойств металла заготовки в процессе пластической деформации.

При обработке давлением многих металлов и сплавов сначала проводят горячую обработку, которая позволяет использовать повышенную пластичность нагретого материала, а затем следует окончательная обработка в холодном состоянии, обеспечивающая высокое качество поверхности и точные размеры.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Прокатка - это процесс пластического деформирования (сдавливания) металла, между вращающимися приводными цилиндрами, которые называются валки. При этом поперечное сечение уменьшается, а длина заготовки увеличивается, т.е. происходит вытягивание металла в продольном направлении. Между прокатываемым металлом и валками возникают силы трения, благодаря которым происходит подача заготовки до тех пор, пока она полностью не пройдет в зазор между валками. **Прокат** - продукция прокатного производства - металлические изделия, получаемые путем горячей и холодной прокатки (листы, полосы, ленты, рельсы, балки, трубы и др.)

При продольной прокатке заготовка деформируется между двумя валками, которые вращаются в разные стороны, а заготовка движется поступательно (прямолинейно) перпендикулярно осям валков. Это основной вид прокатки (им производят более 90% прокатной продукции).

При поперечной прокатке валки вращаются в одном направлении и придают вращение заготовке. Направление вращения заготовки противоположно направлению вращения валков. Ось вращения параллельна оси вращения валков. Заготовка деформируется и перемещается вдоль оси валков. **Поперечную прокатку применяют для производства профилей периодического сечения.**

При поперечно-винтовой (косой) прокатке валки расположены под углом, вращаются в одну сторону и придают заготовке одновременно вращательное и поступательное движение. При этом за счет перекоса валков заготовка получает не только поперечную, но и продольную деформацию. **Поперечно-винтовой прокаткой производят бесшовные трубы, периодические виды проката, шары.**

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Продукцией прокатного производства являются готовые изделия (балки, трубы, рельсы), так и заготовки для последующей обработки ковкой, штамповкой, волочением или резанием.

Сортовой прокат производят на сортовых прокатных станах с калиброванными валками. В свою очередь **сортовой прокат** делят на **простой прокат**: квадрат, круг, шестигранник, прямоугольник и **фасонный прокат**: уголок, двутавр, швеллер, рельс.

Листовой прокат делят на толстолистовой (толщина листа 4-160 мм) и тонколистовой (толщина менее 4 мм). Листы менее 0,2 мм называют фольгой (получают холодной прокаткой на многовалковых прокатных станах).

Прокаткой получают трубы бесшовные и со швом (сварные трубы).



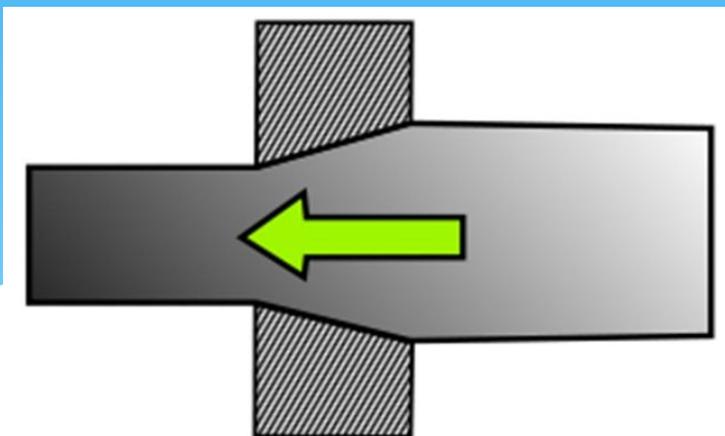
Прокатка тонколистового металла

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Волочение - способ обработки металлов давлением, при котором заготовку круглого или фасонного профиля (поперечного сечения) протягивают через отверстие инструмента, диаметр которого меньше диаметра исходной заготовки. Инструмент называется **волока**, **волочильная доска**, **фильера** или **матрица**.

В результате поперечные размеры изделия уменьшаются, а длина увеличивается. **Волочение широко применяют в производстве пруткового металла, проволоки, труб.** Волочение производится на волочильных станах, основными частями которых являются волока и устройство, тянущее через них металл.



ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Прессование. Сущность процесса заключается в том, что металл выдавливается через отверстие заданной формы. Нагретую заготовку – слиток или прокат - помещают в контейнер. С одной стороны контейнера закреплена матрица, через отверстие которой с помощью пуансона через пресс-шайбу выдавливается металл с помощью гидравлического пресса. Усилие пресса 100 МН. Применяют два метода прессования - прямой и обратный. При обратном прессовании металл течет навстречу движению пуансона. При прямом методе течение металла совпадает с направлением движения пуансона. Прутки сплошного сечения любой формы получают методом обратного прессования, трубы – методом прямого прессования.



Преимущества способа:

- ❖ прессование – единственный способ обработки давлением сплавов с низкой пластичностью;
- ❖ прессованием можно получать изделия сложного профиля, которые не могут быть получены другими способами;
- ❖ точность изделий, полученных прессованием выше, чем полученных прокаткой.

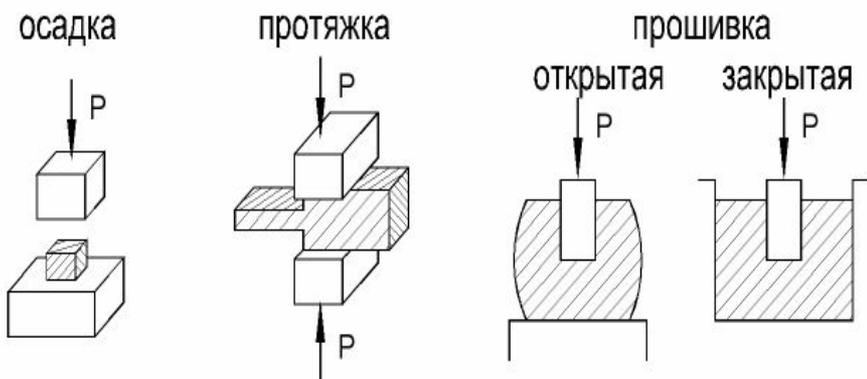
Основной недостаток прессования – значительные потери на отходы металла. Так как весь металл не может быть выдавлен из контейнера, в нем остается так называемый пресс-остаток. Масса пресс-остатка при прямом прессовании может достигать 40%.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Процесс деформирования металла ударами молота или давлением пресса называют ковкой. В качестве инструмента используют молоты и прессы. Молот ударами создает динамическое усилие. Пресс деформирует без удара статической нагрузкой. Ковку всегда осуществляют в горячем состоянии. Полученные ковкой изделия разнообразной формы и массы называют **поковками**. При ковке металл свободно течет в стороны, не ограниченные рабочими поверхностями инструмента. Заготовку помещают между нижним (неподвижным) бойком и верхним (подвижным) бойком молота или пресса. Поверхности бойков, которые контактируют с заготовкой, а также специальные дополнительные (подкладные) инструменты определяют течение металла заготовки.

КОВКА



Осадка – уменьшение высоты и увеличение площади поперечного сечения всей заготовки.

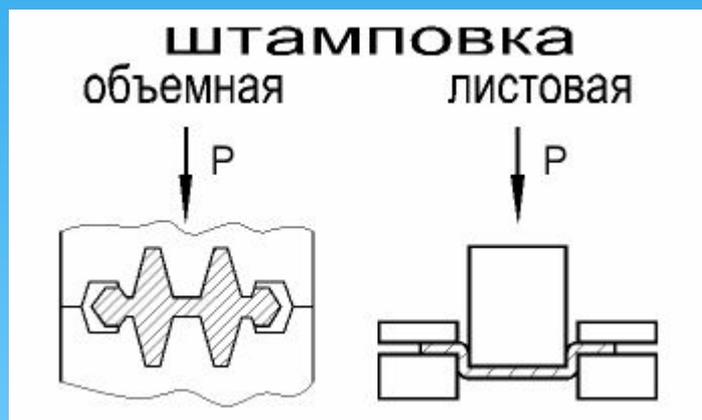
Протяжка – увеличение длины заготовки за счет уменьшения площади ее поперечного сечения. Это наиболее распространенная операция свободнойковки. Она совершается последовательными ударами молота или нажатием пресса на отдельные смежные участки заготовки с перемещением заготовки вдоль оси протяжки и поворотами на 90° вокруг этой оси.

Прошивка – получение сквозных и глухих отверстий.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Штамповка – способ изготовления изделий сложной конфигурации с помощью специального инструмента – штампа. Штамп состоит из двух частей - верхней и нижней. В нижнюю часть штампа помещают нагретую заготовку. Затем опускается с помощью пресса (или падает с помощью молота) верхняя часть.



При листовой штамповке в качестве заготовки используют продукт прокатки – лист, полосу, ленту. С помощью листовой штамповки получают как плоские изделия, так и изделия сложной объемной формы:

- ❖ Панели приборостроения;
- ❖ Кузова легковых автомобилей, капоты грузовых автомобилей, детали мотоциклов, велосипедов часов, резервуары облицовочные детали вагонов, самолетов, автомобилей.
- ❖ Металлическая посуда: ложки, кружки, кастрюли.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Виды обработки резанием:

- ❖ Точение (обтачивание, растачивание, подрезание, разрезание).
- ❖ Сверление (рассверливание, зенкерование, зенкование, развёртывание, цековка).
- ❖ Стругание, долбление.
- ❖ Фрезерование.
- ❖ Протягивание, прошивание.
- ❖ Шлифование.
- ❖ Отделочные методы (полирование, доводка, притирка, хонингование, суперфиниширование, шевингование).
- ❖ Деформирующее резание.



Точение - наиболее распространенный метод изготовления деталей типа тел вращения (валов, дисков, осей, пальцев, цапф, фланцев, колец, втулок, гаек, муфт и др.) на токарных станках.

Разновидности точения:

- ❖ Обтачивание — обработка наружных поверхностей.
- ❖ Растачивание — обработка внутренних поверхностей.
- ❖ Подрезание — обработка плоских торцевых поверхностей.
- ❖ Резка — разделение заготовки на части или отделение готовой детали от заготовки.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Сверление - необходимая операция для получения отверстий в различных материалах при их обработке, целью которой является:

- ❖ Изготовление отверстий под нарезание резьбы, зенкерование, развёртывание или растачивание.
- ❖ Изготовление отверстий (технологических) для размещения в них электрических кабелей, анкерных болтов, крепёжных элементов и др.
- ❖ Отделение (отрезка) заготовок из листов материала.
- ❖ Ослабление разрушаемых конструкций.



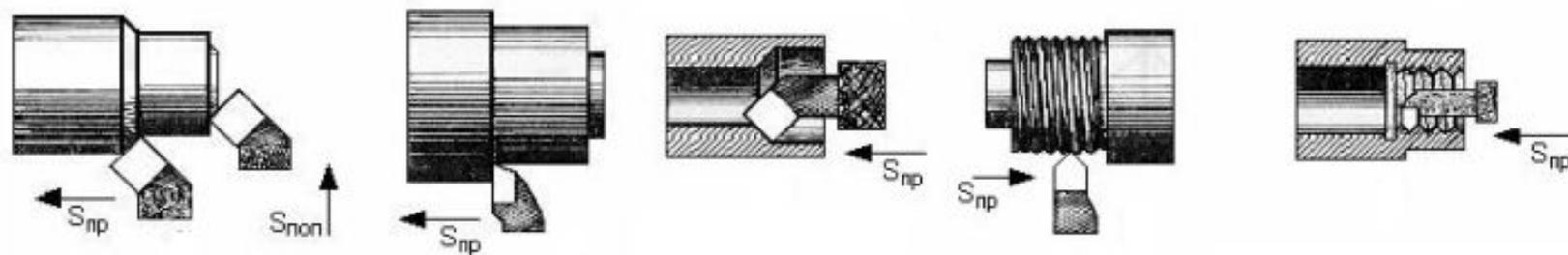
ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Строгание — разновидность обработки металлов резанием, либо неметаллов. Процесс строгания обычно осуществляется механическим или ручным способом. В обоих случаях может иметь вертикальный или горизонтальный способы обработки.

Механический способ строгания на строгальном станке осуществляется путём возвратно-поступательных движений режущего инструмента, закреплённого в резцедержателе, либо самого изделия, закреплённого на рабочем столе строгального станка. В последнем случае резец неподвижен.

Долбление — вид механической обработки металлов и иных материалов долблением, при которой основной инструмент, совершая возвратно-поступательные движения, ведёт обработку заготовки, достигая таким образом требуемого размера, количества шлицов, зубьев или шпоночного паза. Долбление очень близко к другому виду обработки материалов резанием — строганию.



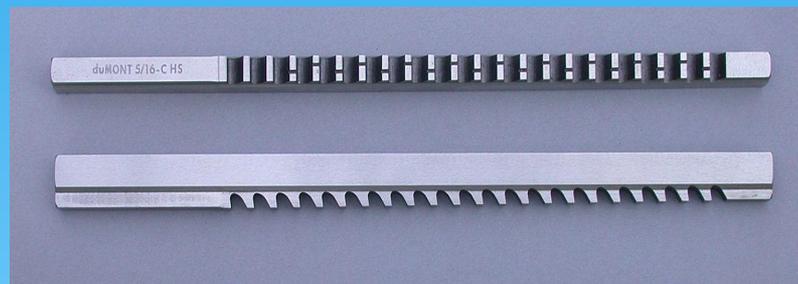
ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ



Фрезерование (*фрезерная обработка*) — это процесс механической обработки, при котором режущий инструмент (фреза) совершает вращательное движение (со скоростью V), а обрабатываемая заготовка — поступательное (со скоростью подачи S).

Протягивание — вид обработки металлов, при котором используется специальный режущий инструмент, так называемые протяжки. Применяется для обработки внутренних, либо наружных поверхностей, металлических и неметаллических материалов.



Шлифование — разновидность абразивной обработки, которая является разновидностью резания. Механическое шлифование обычно используется для обработки твёрдых и хрупких материалов в заданный размер с точностью до микрона, для достижения наименьшей шероховатости поверхности изделия. В качестве охлаждения обычно используют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).



ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ТЕРМООБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Термической обработкой называется совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры. Термическая обработка используется либо в качестве промежуточной операции для улучшения обрабатываемости давлением, резанием, либо как окончательная операция технологического процесса, обеспечивающая заданный уровень свойств детали.

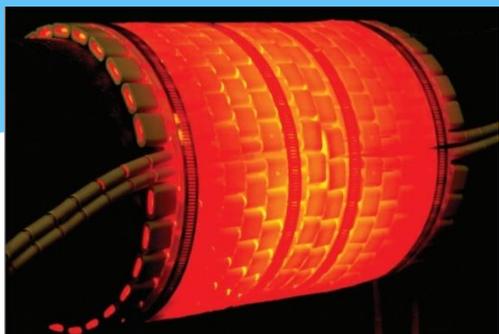
Среди основных видов термической обработки следует отметить:

- ❖ Отжиг 1 рода (гомогенизация, рекристаллизация, снятие напряжений). Целью является получение равновесной структуры. Такой отжиг не связан с превращениями в твердом состоянии (если они и происходят, то это — побочное явление);
- ❖ Отжиг 2 рода связан с превращениями в твердом состоянии. К отжигу 2 рода относятся: полный отжиг, неполный отжиг, нормализация, изотермический отжиг, патентирование, сфероидизирующий отжиг;
- ❖ Закалка проводится с повышенной скоростью охлаждения с целью получения неравновесных структур. Критическая скорость охлаждения, необходимая для закалки, зависит от химического состава сплава. Закалка может сопровождаться полиморфным превращением, при этом из исходной высокотемпературной фазы образуется новая неравновесная фаза (например, превращение аустенита в мартенсит при закалке стали). Существует также закалка без полиморфного превращения, в процессе которой фиксируется высокотемпературная метастабильная фаза (например, при закалке бериллиевой бронзы происходит фиксация альфа фазы, пересыщенной бериллием).

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ТЕРМООБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

- ❖ Отпуск необходим для снятия внутренних напряжений, а также для придания материалу требуемого комплекса механических и эксплуатационных свойств. В большинстве случаев материал становится более пластичным при некотором уменьшении прочности;
- ❖ Нормализация - изделие нагревают до аустенитного состояния (на 30...50 градусов выше АС3) и охлаждают на спокойном воздухе;
- ❖ Дисперсионное твердение (старение). После проведения закалки (без полиморфного превращения) проводится нагрев на более низкую температуру с целью выделения частиц упрочняющей фазы. Иногда проводится ступенчатое старение при нескольких температурах с целью выделения нескольких видов упрочняющих частиц;
- ❖ Криогенная обработка — это упрочняющая термическая обработка металлопродукции при криогенных, сверхнизких температурах (ниже минус 153°С).



ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

СВАРКА МЕТАЛЛОВ

Сварка – технологический процесс соединения металлов при таком нагреве и/или давлении, в результате которого появляется непрерывность структуры соединяемых металлов (ГОСТ Р ИСО 857-1-2009). Все существующие способы сварки могут быть разделены на две основные группы:

- ❖ **сварка плавлением:** газовая, электрическая дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, лазерная и др.;
- ❖ **сварка давлением:** контактная, трением, диффузионная, ультразвуком и др.



Сварка плавлением осуществляется плавлением сопрягаемых поверхностей без приложения внешней силы, обычно, но не обязательно, добавляется расплавленный присадочный металл.

Сварка давлением осуществляется приложением и сопровождаемая пластическим деформированием сопрягаемых поверхностей, обычно без присадочного металла.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НЕМЕТАЛЛАХ

Неметаллические материалы – это органические, и неорганические полимерные материалы: различные виды пластических масс, композиционные материалы на неметаллической основе, каучуки и резины, клеи, герметики, лакокрасочные покрытия, а также графит, стекло, керамика. В качестве конструкционных материалов они служат важным дополнением к металлам, в некоторых случаях с успехом заменяют их, а иногда сами являются незаменимыми. Достоинством неметаллических материалов являются такие их свойства, как достаточная прочность, жесткость и эластичность при малой плотности, светопрозрачность, химическая стойкость, диэлектрические свойства, технологичность и эффективность при использовании.

Полимерами называются высокомолекулярные химические соединения, состоящие из многочисленных элементарных звеньев (мономеров), представляющих собой одинаковую группу атомов и связанных между собой химическими связями.

Классифицируются полимеры по различным признакам: составу, форме макромолекул, фазовому состоянию, полярности, отношению к нагреву и т.д.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НЕМЕТАЛЛАХ

По природе все полимеры можно разделить на две группы – природные и синтетические. Полимеры, встречающиеся в природе – органические вещества растительного (хлопок, шелк, натуральный каучук и др.) и животного (кожа, шерсть и др.) происхождения, а также минеральными веществами (слюда, асбест, естественный графит, природный алмаз и др.). Синтетические полимеры получают из простых веществ путем химического синтеза. Основным преимуществом синтетических полимеров перед природными являются неограниченные запасы исходного сырья и широкие возможности синтеза полимеров с заранее заданными свойствами. Исходным сырьем для получения синтетических полимеров являются продукты химической переработки нефти, природного газа и каменного угля. Получаемые при этом низкомолекулярные вещества называют мономерами. Их перерабатывают в полимеры в процессе дальнейшей химической обработки.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по по теме 1.4. «Методы получения и обработки изделий из металлов и сплавов» примерной программы учебной дисциплины ОП 04.

«Основы материаловедения»

по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Фазы в металлических сплавах

В твердых в агрегатном состоянии сплавах фазами могут быть: зёрна чистого металла, зёрна твёрдого раствора, зёрна химического соединения.

Твердыми растворами называют фазы, в которых один из компонентов сплава сохраняет свою кристаллическую решетку, а атомы другого компонента располагаются в решетке первого компонента, изменяя ее размеры. Все твердые растворы однофазны и имеют металлический тип связи. Различаются твердые растворы внедрения и твердые растворы замещения.

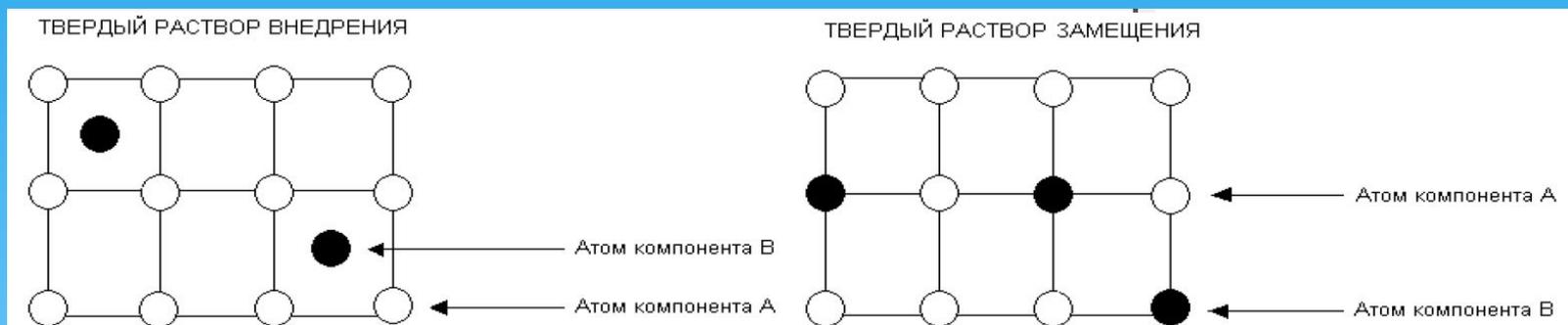


Схема формирования твердых растворов

Твердые растворы внедрения возникают при сплавлении металлов с неметаллами, имеющими малый атомный радиус – С, N, В, Н. Такие твердые растворы всегда имеют ограниченную растворимость второго компонента в первом. Например, с углеродом железо образует твердые растворы: феррит с ОЦК-решеткой и аустенит с ГЦК-решеткой.

Твердые растворы замещения образуются, когда атомные радиусы металлов отличаются менее, чем на 15%. Такие твердые растворы могут быть ограниченными и неограниченными. Чем больше различие в атомных радиусах компонентов, тем меньше растворимость. Неограниченные твердые растворы образуют компоненты, имеющие одинаковый тип кристаллической решетки, например: Cu – Au, Si – Ge, Cu – Ni, Co – Ni, Ti – V

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Химические соединения

Химические соединения образуются при химическом взаимодействии компонентов. В химическом соединении элементы находятся в строгом соотношении друг с другом.

Химические соединения имеют свою кристаллическую решетку, отличную от решеток компонентов, постоянную температуру плавления.

Свойства химического соединения сильно отличаются от свойств исходных элементов. Как правило, оно обладает высокой твердостью и хрупкостью.

Примерами химических соединений являются:

1. соединения металлов с металлами, так называемые интерметаллиды, например, CuAl_2 , Ni_3Al , MoFe_2 , Mg_2Sn .
2. соединения металлов с неметаллами, так называемые металлические соединения, например: карбиды Fe_3C , VC , WC , TiC ; нитриды TiN , Cr_2N , Fe_2N ; бориды CrB , Ni_3B , TiB_2 , а также гидриды элементов. Такие соединения очень тугоплавки и обладают высокой твердостью.

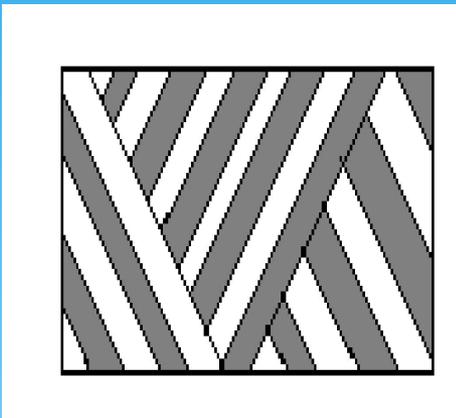
**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Механическая смесь

При образовании сплавов в процессе затвердевания или полиморфного превращения в структуре может формироваться *особая структурная составляющая*, называемая *механической смесью*.

Механическая смесь не является фазой, это смесь двух фаз, сформированная при определенной постоянной температуре и определенном постоянном химическом составе сплава.

Фазами, входящими в механическую смесь, могут быть чистые компоненты, твердые растворы и химические соединения.



Если механическая смесь формируется при одновременной кристаллизации зерен двух фаз из жидкости – она называется *эвтектика*, а такое превращение называется *эвтектическим*.

Если механическая смесь формируется из твердой фазы при ее полиморфном превращении из высокотемпературной модификации в низкотемпературную модификацию с выделением второй фазы – такая механическая смесь называется *эвтектоидом*, а такое превращение называется *эвтектоидным*.

Схема структуры механической смеси

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Диаграммы состояния сплавов

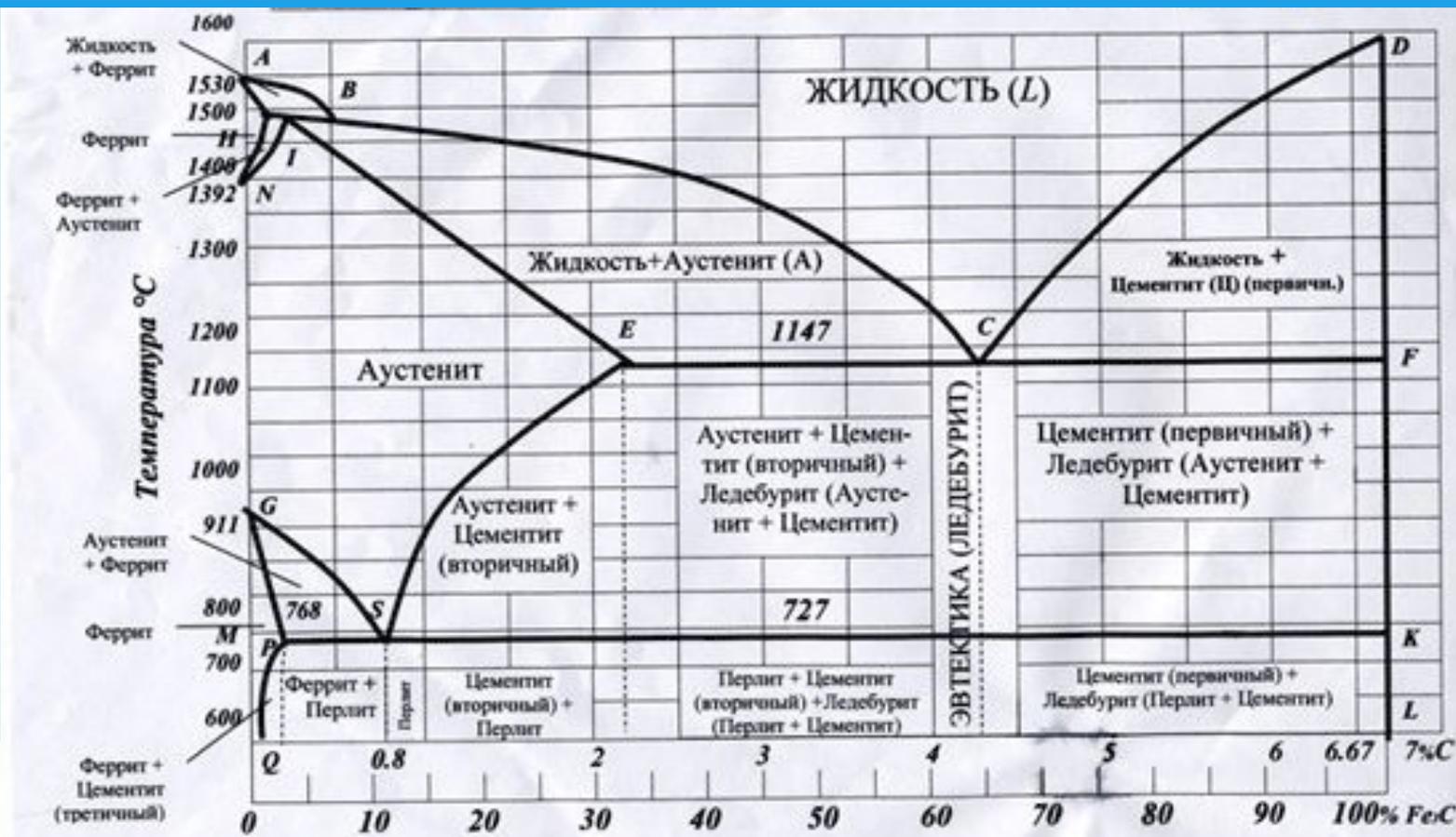
Диаграмма состояния – это графическое изображение состояния сплава в зависимости от температуры и концентрации компонентов. Диаграммы состояния показывают равновесные (устойчивые) состояния, то есть такие, которые обладают минимальной свободой энергий. Диаграмма строится в координатах: температура – концентрация компонентов.

Диаграмма состояния позволяет изучать *фазы* и *структурные составляющие* сплава. Пользуясь диаграммой состояния можно определять при любой температуре нагрева сплава число составляющих фаз, их состав и количественное соотношение, температуры начала и конца плавления. Используя диаграмму состояния сплава, можно установить возможность проведения термической обработки и её режимы, температуру литья и горячей пластической деформации, и т.д.

Равновесное состояние железоуглеродистых сплавов в зависимости от содержания углерода и температуры описывает диаграмма состояния железо - углерод. На диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов на оси ординат отложена температура, на оси абсцисс - содержание в сплавах углерода до 6,67%, то есть до такого количества, при котором образуется цементит Fe_3C . По диаграмме состояния системы железо - углерод судят о структуре медленно охлажденных сплавов, а также о возможности изменения их микроструктуры в результате термической обработки, определяющей эксплуатационные свойства. На диаграмме состояния $Fe - Fe_3C$ приняты международные обозначения. Сплошными линиями показана диаграмма состояния железо - цементит (*метастабильная*, так как возможен распад цементита), а пунктирными - диаграмма состояния железо - графит (*стабильная*).

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))

Диаграмма состояния Fe-C



**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Диаграмма состояния Fe-C

В системе железо-цементит (Fe - Fe₃C) имеются следующие фазы:

- ❖ жидкий раствор;
- ❖ твердые растворы - феррит и аустенит;
- ❖ химическое соединение - цементит.

Феррит может иметь две модификации - высоко- и низкотемпературную. Высокотемпературная модификация δ-Fe и низкотемпературная - α-Fe представляют собой твердые растворы углерода, соответственно, в δ- и α- железе.

Аустенит γ-Fe - твердый раствор углерода в γ-железе. Предельная растворимость углерода в γ-железе 2,14%. Он устойчив только при высоких температурах, а с некоторым примесями (Mn, Cr и др.) при обычных (даже низких) температурах. Аустенит обладает высокой пластичностью, низкими пределами текучести и прочности. Твердость аустенита 160...200 НВ.

Цементит Fe₃C - химическое соединение железа с углеродом, содержащее 6,67% углерода. Температура плавления ~1250°C. Цементит является метастабильной фазой; область его гомогенности очень узкая и на диаграмме состояния он изображается вертикалью. Время его устойчивости уменьшается с повышением температуры: при низких температурах он существует бесконечно долго, а при температурах, превышающих 950°C, за несколько часов распадается на железо и графит. Цементит имеет точку Кюри (210°C) и обладает сравнительно высокими твердостью (800 НВ и выше) и хрупкостью. Прочность его и растяжение очень мала (σ = 40 МПа).

В системе железо - цементит имеются две тонкие механические смеси фаз - эвтектическая (ледебурит) и эвтектоидная (перлит).

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Диаграмма состояния Fe-C

Ледебурит является смесью двух фаз $\gamma\text{-Fe} + \text{Fe}_3\text{C}$, образующихся при 1130°C в сплавах, содержащих от 2,0 до 6,67%С, и наблюдается визуально как структурная составляющая железоуглеродистых сплавов, главным образом, чугунов. Ледебурит обладает достаточно высокими прочностью ($\text{HB} > 600$) и хрупкостью.

Перлит (до 2,0%С) представляет собой смесь $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_3\text{C}$ (в легированных сталях -карбидов), образующуюся при 723°C и содержании углерода 0,83% в процессе распада аустенита, и наблюдается визуально как структурная составляющая железоуглеродистых сплавов. Механические свойства перлита зависят от формы и дисперсности частичек цементита.

Все линии на диаграмме состояния соответствуют критическим точкам, то есть температурам, при которых происходят фазовые и структурные превращения в железоуглеродистых сплавах.

Линия ABCD - линия начала кристаллизации сплава (ликвидус), линия AHJECF - линия конца кристаллизации сплава (солидус).

В области диаграммы HJCE находится смесь двух фаз: жидкого раствора и аустенита, а в области CFD - жидкого раствора и цементита. В точке С при содержании 4,3%С и температуре 1130°C происходит одновременная кристаллизация аустенита и цементита и образуется их тонкая механическая смесь - ледебурит. Ледебурит присутствует во всех сплавах, содержащих от 2,0 до 6,67%С (чугуны).

Точка E соответствует предельному насыщению железа углеродом (2,0%С).

В области диаграммы AGSF находится аустенит. При охлаждении сплавов аустенит распадается с выделением по линии GS феррита, а по линии SE - вторичного цементита. Линии GS и PS имеют большое практическое значение для установления режимов термической обработки сталей. Линию GS называют линией **верхних критических точек**, а линию PS - **нижних критических точек**.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Диаграмма состояния Fe-C

В области диаграммы GSP находится смесь двух фаз - феррита и распадающегося аустенита, а в области диаграммы SEE' - смесь вторичного цементита и распадающегося аустенита.

В точке S при содержании 0,8%С и при температуре 723°С весь аустенит распадается и одновременно кристаллизуется тонкая механическая смесь феррита и цементита - перлит.

Линия PSK соответствует окончательному распаду аустенита и образованию перлита. В области ниже линии PSK никаких изменений структуры не происходит.

Структурные превращения в сплавах, находящихся в твердом состоянии, вызваны следующими причинами: изменением растворимости углерода в железе в зависимости от температуры сплава (QP и SE), полиморфизмом железа (PSK) и влиянием содержания растворенного углерода на температуру полиморфных превращений (растворение углерода в железе способствует расширению температурной области существования аустенита и сужению области феррита).

Диаграмма стабильного равновесия Fe - Fe₃C, обозначенная пунктиром, отображает возможность образования высокоуглеродистой фазы - графита - на всех этапах структурообразования в сплавах с повышенным содержанием углерода. Диаграмма состояния стабильной системы железо - графит отличается от метастабильной системы железо-цементит только в той части, где в фазовых равновесиях участвует высокоуглеродистая фаза (графит или цементит).

На диаграмме состояния различают две области: стали и чугуны. Условия принятого разграничения - возможность образования ледебурита (предельная растворимость углерода в аустените):

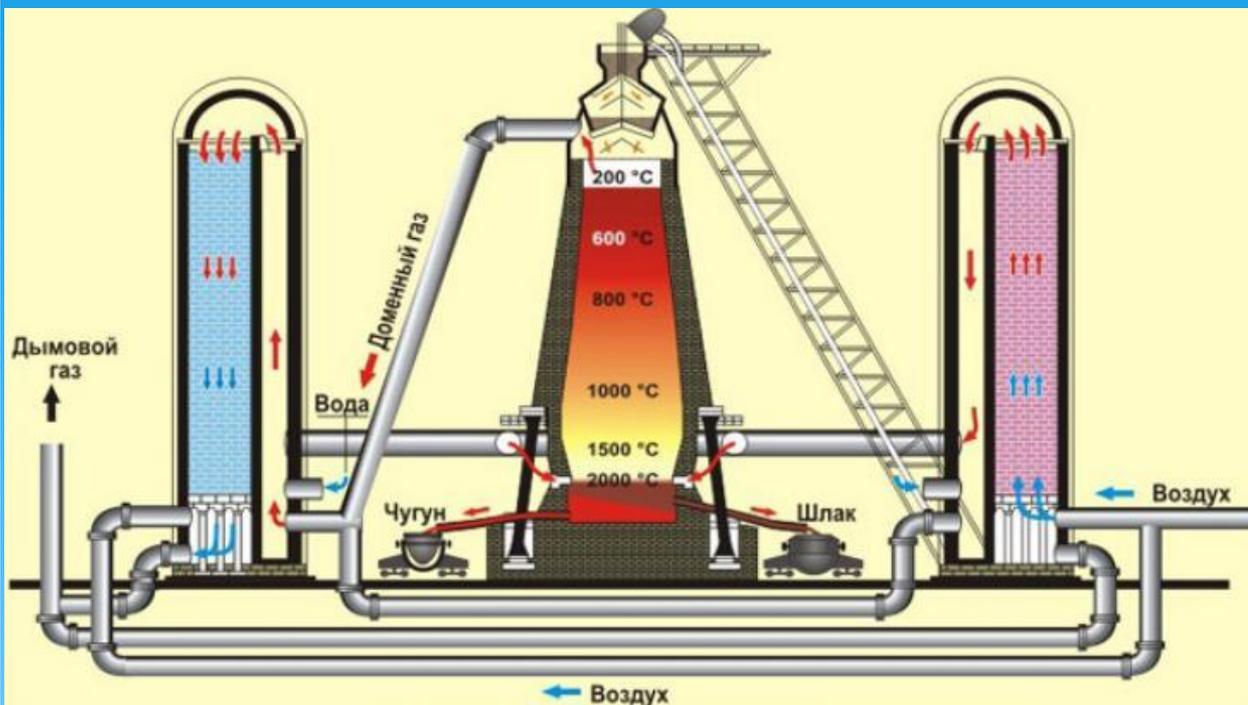
- ❖ *стали* - до 2,14% С, не содержат ледебурита;
- ❖ *чугуны* - более 2,14% С, содержат ледебурит.

В зависимости от содержания углерода (%) железоуглеродистые сплавы получили следующие названия:

- ❖ 0,83...2 - *заэвтектоидные стали*;
- ❖ менее 0,83 - *доэвтектоидные стали*;
- ❖ 2...4,3 - *доэвтектические чугуны*;
- ❖ 0,83 - *эвтектоидные стали*;
- ❖ 4,3...6,67 - *заэвтектические чугуны*.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Производство чугуна.



Чугун выплавляется в доменных. Сверху загружается руда, флюсы и кокс, а снизу подается воздух. Кокс служит для нагревания и расплавления руды, а также участвует в восстановлении железа из оксидов руды. В коксе должно быть минимум серы и фосфора. Флюсы (известняки, кремнеземы) необходимы для получения шлаков. При сгорании топлива образуется окись углерода, которая и является главным восстановителем железа.

Продуктами доменного производства являются:

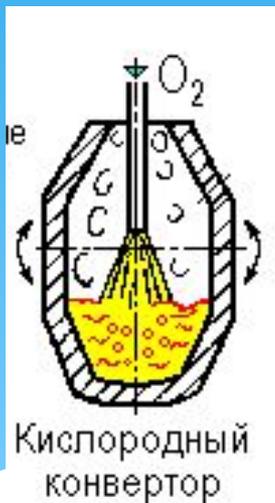
- ❖ чугун перелитейный, содержащий 4...4,5 % С, 0,6...0,8 % Si, 0,25...1,0 % Mn, до 0,3 % S и до 0,05 % P;
- ❖ чугун литейный, содержащий Si около 3 %;
- ❖ ферросплавы: ферросилиций (9 ...13 % Si) и ферромарганец (70 ...75 % Mn), предназначенные для раскисления и легирования сталей;
- ❖ шлаки, используемые для производства шлаковаты, шлакоблоков, цемента.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Производство стали.



Самая крупная сталеплавильная печь – *мартеновская*. Печь представляет собой ванну из огнеупорных материалов. Сверху имеется свод, в передней стенке расположены окна для завалки шихты, в нижней части задней стенки – летка для выпуска стали. В боковых стенах имеются головки для подачи топлива и отвода продуктов сгорания. Источником тепла является факел, в котором сгорает природный газ или мазут.



Кислородный конвертор – представляет собой грушевидный сосуд (реторту) из огнеупорного кирпича, покрытый снаружи стальным кожухом и подвешенный на опорах. Конвертор может поворачиваться на цапфах, наклоняясь для выпуска стали и шлака.

В конверторе окисление имеющихся в чугуна примесей идет за счет продувки жидкого чугуна чистым кислородом (через фурму сверху). Химические реакции окисления протекают с выделением огромного количества теплоты, поэтому ванна очень быстро разогревается. Плавка продолжается всего 40 минут: это самый высокопроизводительный сталеплавильный агрегат. В конверторах выплавляют только углеродистую и низколегированную сталь (содержание легирующих добавок не более 3 %). Слишком высокие температуры способствуют выгоранию ценных легирующих элементов, поэтому иногда легирование производят уже в ковше, после выпуска стали из конвертора. Доля конверторной стали растет; конверторный способ вытесняет мартеновский.

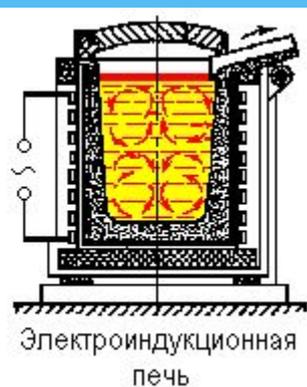
ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Производство стали.

Электродуговая сталеплавильная печь - камера из огнеупорного кирпича со съемным сводом. Для загрузки флюсов и легирующих элементов имеется окно; загрузка шихты производится сверху при снятом своде. Для выпуска стали печь имеет огнеупорный желоб. Она может наклоняться благодаря специальному механизму.

Тепло для химических реакций получается от горения трех электрических дуг между графитовыми электродами и шихтой. Печь питается трехфазным током с напряжением 600 В; сила тока до 10 кА. В электродуговой печи можно создать необходимую атмосферу (нейтральную, восстановительную или вакуум). Электрические параметры легко поддаются регулированию, поэтому в печи можно установить любую температуру. В электропечах выплавляют высококачественные легированные стали.

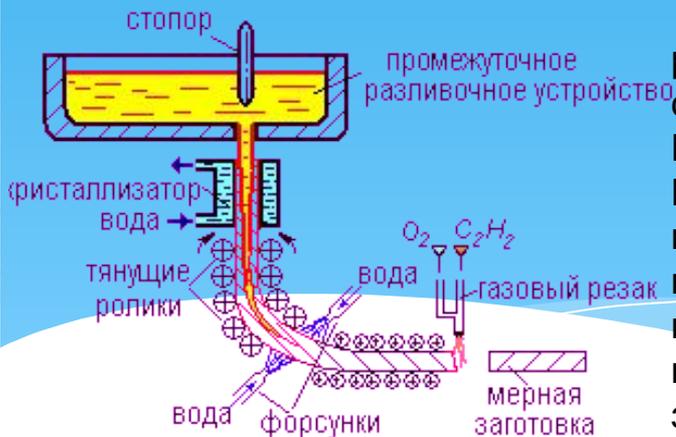
Электроиндукционная печь – это огнеупорный тигель, помещенный в индуктор. Индуктор выполнен в виде витков медной трубки, через которую под давлением прокачивается вода для охлаждения. Индуктор подключен к генератору переменного тока высокой частоты (от 500 до 2000 Гц). Ток создает переменное электромагнитное поле. Под действием этого поля в кусках шихты, находящейся в тигле, наводятся вихревые токи, или токи Фуко. За счет сопротивления металла прохождению тока шихта разогревается и плавится; расплав интенсивно перемешивается. В этой печи также можно создать любую атмосферу. Здесь не слишком высокая температура, поэтому нет угара легирующих элементов. Нет графитовых электродов, как в дуговой печи, поэтому лишний углерод не попадает в расплав. В индукционных печах выплавляют высококачественные легированные стали и сплавы, в том числе безуглеродистые.



**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины
ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Этапы выплавки стали: Производство стали

- ❖ *плавление шихты и нагрев ванны*; в этот период окисляются железо и примеси, и удаляется фосфор;
- ❖ *«кипение» ванны*: лишний углерод удаляется в виде пузырьков CO, и кажется, что сталь кипит; в это же время идет удаление серы;
- ❖ *раскисление* – восстановление железа из оксида FeO₃ помощью более активных элементов (марганца, кремния, алюминия);
- ❖ *легирование*– добавление необходимых элементов для получения легированной стали; производится в конце плавки или прямо в ковше.



Выплавленную сталь выпускают в разливочный ковш и разливают в *изложницы* (чугунные формы) для получения слитков нужного веса и формы. Используется стопорный ковш. Изложницы заполняются *сверху* или *снизу (сифонная разливка)*. При сифонной разливке одновременно заполняются сразу несколько изложниц. Потери металла в этом случае больше, но качество слитка выше, так как заполнение формы расплавом идет спокойно, без брызг. Застывшие брызги образуют на поверхности слитка твердые частицы – «корольки», затрудняющие его дальнейшую обработку. Углеродистые стали обыкновенного качества разливают сверху, а легированные, качественные – сифоном.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Классификация сталей

Классификация сталей производится:

- ❖ по химическому составу;
- ❖ по структурному составу;
- ❖ по качеству (по способу производства и содержанию вредных примесей);
- ❖ по степени раскисления и характеру затвердевания металла в изложнице;
- ❖ по назначению.

В зависимости от химического состава различают стали углеродистые и легированные.

Углеродистые стали в зависимости от содержания углерода делятся на три группы:

- ❖ низкоуглеродистые - менее 0,25% углерода;
- ❖ среднеуглеродистые - 0,25 - 0,6% углерода;
- ❖ высокоуглеродистые - более 0,6 % углерода.

Низкоуглеродистые стали (ВСтЗсп5, ВСтЗГпс и др.) содержат марганец не более 1% и кремний – не более 0,8%. Эти стали пластичны, хорошо штампуются, слабо закаляются, малочувствительны к местному нагреву, хорошо свариваются практически всеми видами и способами сварки плавлением. Из низкоуглеродистых сталей в виде листов и фасонного проката изготавливается большинство сварных конструкций.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Классификация сталей

Среднеуглеродистые стали (ВСт4, ВСт5, 25, 30, 35, 40) отличаются повышенной прочностью, но меньшей вязкостью и пластичностью. При сварке этих сталей из-за повышенного содержания углерода сварной шов и околошовная зона закаляются, увеличивается их твердость, сварные соединения становятся более хрупкими и склонными к образованию трещин. Для преодоления трудностей, возникающих при сварке среднеуглеродистых сталей, выполняют предварительный и сопутствующий подогрев, применяют сварочные материалы с пониженным содержанием углерода, небольшой ток. Среднеуглеродистые стали применяют в основном в виде стальной арматуры при изготовлении железобетонных конструкций и для рельсовых путей.

Высокоуглеродистые стали (ВСт6, 45, 50, 60) с содержанием углерода до 0,7 % отличаются плохой свариваемостью и их не применяют для изготовления сварных конструкций. Эти стали применяют главным образом в литых деталях и при изготовлении инструмента. Сварка их возможна только с предварительным и сопутствующим подогревом до температуры 350-400⁰С и последующей термообработкой.

Легированные стали содержат один или несколько элементов в определенных концентрациях (хром, никель, молибден, вольфрам, ванадий, алюминий, титан, марганец, кремний и др.), вводимых с целью придания им заданных физико-химических и механических свойств.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Классификация сталей

Легированные стали в зависимости от содержания легирующих элементов бывают:

- ❖ низколегированные - менее 2,5% легирующих элементов;
- ❖ среднелегированные - 2,5-10% легирующих элементов;
- ❖ высоколегированные - более 10% легирующих элементов.

Низколегированные стали по сравнению с низкоуглеродистыми имеют более высокую прочность, пластичность и ударную вязкость при положительной и отрицательной температуре, удовлетворительную свариваемость, поэтому их широко применяют для изготовления сварных конструкций различного назначения. Сварка сталей, имеющих предел текучести не более 390 МПа (09Г2С, 14Г2 и др.), не представляет затруднений и почти не отличается от сварки низкоуглеродистой стали.

С увеличением содержания углерода низколегированные стали (15ХСНД, 10Г2ФБЮ и др.) имеют склонность к образованию закалочных структур и перегреву в зоне термического влияния. Поэтому при сварке этих сталей выполняют предварительный и сопутствующий подогрев, применяют способ сварки «каскадом» или «блоками», небольшой ток.

Молибденовые, хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые низколегированные теплоустойчивые стали (15ХМ, 12Х1МФ и др.) применяют для изготовления конструкций, работающих в нагруженном состоянии при температуре до 580⁰С в течение длительного времени (паровых котлов, турбин и трубопроводов пара и горячей воды). Эти стали имеют склонность к образованию трещин в зоне термического влияния, особенно при толщине более 6 - 7 мм или повышенном содержании углерода и хрома. Для сварки этих сталей выполняют предварительный и сопутствующий подогрев, применяют сварочные материалы с пониженным содержанием водорода, регулируют режим сварки, добиваясь замедленной скорости охлаждения.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Классификация сталей

Среднелегированные стали (30ХГСНА, 30ХГСА, 25ХГСА и др.) имеют хорошую пластичность и вязкость. Их широко применяют в энерго – и химическом машиностроении для изготовления конструкций, работающих при низких или высоких температурах, при ударных или знакопеременных нагрузках, а также в агрессивных средах. Сварка среднелегированных сталей затруднена из-за их склонности к образованию закалочных структур. Для обеспечения требуемого качества сварных соединений применяются сборочные приспособления, сварка выполняется с предварительным и сопутствующим подогревом, пониженным тепловложением и последующей термообработкой (высоким отпуском).

Высоколегированные стали разделяются на три группы:

- ❖ коррозионно-стойкие (нержавеющие) против химической, электрической, межкристаллитной коррозии;
- ❖ жаростойкие (окалиностойкие), устойчивые против химического разрушения поверхности при температуре более 550⁰С в газовых средах, работающие в ненагруженном или слабонагруженном состоянии;
- ❖ жаропрочные, имеющие высокую жаростойкость и способные работать в нагруженном состоянии в течение определенного времени при температуре 1000⁰С и более.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Классификация сталей

Высоколегированные стали подразделяются по структуре на классы: мартенситный, мартенситно-ферритный, ферритный, аустенитно-мартенситный, аустенитно-ферритный и аустенитный.

Стали мартенситного (20X13, 14X17H2 и др.) **и мартенситно-ферритного класса** (12X13, 14X12H2МФ и др.) находят широкое применение для изготовления химических аппаратов и энергетического оборудования. При сварке мартенситных и мартенситно-ферритных сталей могут образовываться закалочные структуры, склонные к появлению холодных трещин.

Стали ферритного класса (12X17, 08X13 и др.) являются кислотостойкими и жаростойкими (окалиностойкими). Они находят широкое применение для изготовления химических аппаратов и энергетического оборудования. Недостаток этих сталей - низкая прочность и возникающая при сварке крупнозернистость, придающая сталям повышенную хрупкость. Сварка ферритных сталей почти не отличается от сварки мартенситных и мартенситно-ферритных сталей.

Стали аустенитно-мартенситного (07X16H6, 08X17H6Т и др.) **и аустенитно-ферритного класса** (08X22H6Т, 20X23H13 и др.) имеют относительно высокую прочность и коррозионную стойкость, применяются для изготовления аппаратуры, работающей в различных агрессивных средах. Одним из недостатков аустенитно-мартенситных и аустенитно-ферритных сталей является склонность к перегреву и охрупчиванию зоны термического влияния при сварке.

Аустенитные стали (08X18H9, 03X16H9M2, 10X17H13M2Т и др.) имеют повышенное содержание хрома и никеля, придающих им жаропрочность, окалиностойкость, коррозионную стойкость, стойкость против воздействия агрессивной среды. Они находят широкое применение для изготовления химической аппаратуры, деталей машин и криогенного оборудования. Сварка аустенитных сталей не вызывает особых затруднений.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Классификация сталей

Качество стали - совокупность свойств стали, определяемых металлургическим процессом ее производства. Основными показателями для разделения сталей по качеству являются нормы содержания вредных примесей (серы, фосфора). По качеству стали делятся на четыре группы.

Группа	Содержание серы, %	Содержание фосфора, %
Обыкновенного качества	менее 0,06%	менее 0,07
Качественные	менее 0,04%	менее 0,035
Высококачественные	менее 0,025%	менее 0,025
Особовысококачественные	менее 0,015%	менее 0,025

Стали обыкновенного качества по химическому составу углеродистые содержат до 0,07% фосфора, 0,06% серы, 0,06...0,49% углерода и в равновесном состоянии имеют ферритно-перлитную структуру. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества предназначены для изготовления горячекатаного и холоднокатаного проката, труб, поковок, метизов и др.

По условиям поставки стали обыкновенного качества классифицируются:

- ❖ А - поставляемые по механическим свойствам (Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6) для изготовления изделий, не подвергающихся горячей обработке;
- ❖ Б - поставляемые по химическому составу (БСт0, БСт1, ..., БСт6) для изготовления изделий, подвергающихся горячей обработке;
- ❖ В - поставляемые по механическим свойствам и химическому составу (ВСт1, ВСт2, ..., ВСт5) для изготовления сварных конструкций.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Классификация сталей

Стали качественные по химическому составу - углеродистые или легированные, выплавляются в конверторных или в мартеновских печах, но с соблюдением более строгих требований к составу шихты, процессам плавки и разлива. Углеродистые качественные стали отличаются от сталей обычного качества меньшим содержанием вредных примесей (серы и фосфора), используются для изготовления деталей разного назначения и поставляются в виде проката, поковок, профилей с гарантированным химическим составом и механическими свойствами.

Стали высококачественные по химическому составу - углеродистые или легированные, выплавляются преимущественно в электропечах, что гарантирует повышенную чистоту по неметаллическим включениям (содержание серы и фосфора менее 0,03%) и содержанию газов, и улучшение механических свойств.

Особовысококачественные стали по химическому составу - только легированные, производятся в электропечах и методами специальной электрометаллургии, обеспечивающими эффективную очистку от сульфидов и оксидов. Содержат не более 0,01% серы и 0,025% фосфора.

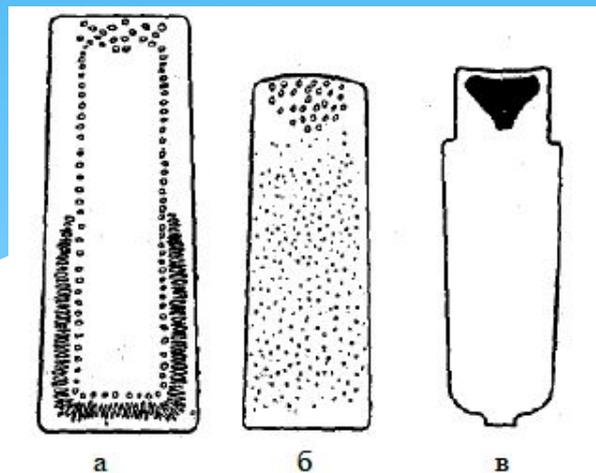
**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Классификация сталей

В зависимости от степени раскисления стали бывают:

- ❖ спокойные, т.е., полностью раскисленные, обозначаются буквами «сп» в конце марки (иногда буквы опускаются);
- ❖ кипящие - слабо раскисленные, маркируются буквами «кп»;
- ❖ полуспокойные стали, занимающие промежуточное положение между двумя предыдущими, обозначаются буквами «пс».

В **кипящей стали** кислород при затвердевании слитка частично реагирует с углеродом и выделяется в виде пузырей окиси углерода - «кипит». Кипящие стали раскисляют только марганцем, у слитков нет усадочной раковины, они имеют заметное различие химического состава по сечению (а). Низкоуглеродистые кипящие стали отличаются малой прочностью и высокой пластичностью в холодном состоянии. Они относительно дешевы, в основном их производят в виде тонкого листа и используют для холодной штамповки с глубокой вытяжкой.



У «полураскисленного» стального слитка отсутствует усадочная раковина, но есть широко рассеянные по толщине пузыри в центральной зоне верхней части слитка, которые завариваются при прокатке (б). Полуспокойные стали имеют среднюю между спокойной и кипящей сталью неоднородность химического состава и содержат углерод от 0,15 до 0,30 %.

Спокойная сталь – это сталь, у которой практически не происходит выделения газов при затвердевании слитка после его разлива (в). Это обеспечивается удалением из стали растворённого кислорода, который ухудшает механические свойства и образованием усадочной раковины в верхней части слитка.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Классификация сталей

Классификация стали по назначению:

- ❖ конструкционные;
- ❖ инструментальные;
- ❖ стали с особыми физическими и химическими свойствами.

Конструкционные стали предназначены для изготовления строительных и машиностроительных изделий, их делят на строительные; для холодной штамповки; цементируемые; улучшаемые; высокопрочные; рессорно-пружинные; шарикоподшипниковые; автоматные; коррозионно-стойкие; жаростойкие; жаропрочные; износостойкие.

Строительные стали - углеродистые стали обыкновенного качества и низколегированные стали с хорошей свариваемостью для изготовления труб, арматуры и других деталей (С255, С355 и др.).

Стали для холодной штамповки - листовой прокат из низкоуглеродистых качественных марок стали (08пс, 08кп и др.).

Цементируемые стали - малоуглеродистые стали, содержащие 0,1-0,3% углерода (15, 20, 25 и др.), некоторые легированные стали (15Х, 15ХФ, 20ХН, 18ХГТ и др.), применяют для изготовления деталей, работающих в условиях поверхностного износа и динамических нагрузок.

Улучшаемые стали - среднеуглеродистые (35, 40, 45, 50и др.), хромистые (40Х, 45Х, 50Х и др.), хромоникелевые, хромокремниемарганцевые, хромоникельмолибденовые стали, подвергаемые улучшению – термообработке (закалке и высокому отпуску). Они имеют высокую прочность, вязкость и применяются при изготовлении деталей механизмов, используемых при повышенных нагрузках и требующих сопротивления (ударам, трению).

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Классификация сталей

Высокопрочные стали (30ХГСН2А, 38ХН3МА и др.) - это стали, у которых подбором химического состава и термической обработкой достигается предел прочности примерно вдвое больший, чем у обычных конструкционных сталей. Эти стали используются для изготовления строительной и дорожной техники, при производстве оборудования для горнодобывающей промышленности.

Пружинные (рессорно-пружинные) стали - углеродистые (65, 70, 75и др.) и легированные стали (60Г, 50ХГС, 50ХГФА) с 0,6-0,8% С, имеют высокий предел упругости, высокое сопротивление разрушению и усталости и предназначены для изготовления рессор, пружин и других упругих элементов.

Подшипниковые (шарикоподшипниковые) стали (ШХ9, ШХ15и др.) имеют высокую прочность, износостойчивость, выносливость, характеризуются высоким содержанием углерода и хрома, предназначены для изготовления деталей подшипников качения.

Автоматные стали (А12, А20, А30, А40Г и др.) имеют пониженную динамическую прочность и повышенную склонность к коррозии, их используют для изготовления неотчетственных деталей массового производства (винты, болты, гайки и др.).

Износостойкие стали (110Г13Л и др.) применяют для деталей, работающих в условиях абразивного трения, высокого давления и ударов - корпусов шаровых мельниц, крестовин рельсов, гусеничных траков и т.д.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Классификация сталей

Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали - высоколегированные стали с большим содержанием хрома (не менее 12%) и никеля. Коррозионная стойкость хромистых нержавеющей сталей объясняется образованием на поверхности защитной плотной пассивной пленки оксида Cr_2O_3 . Их используют для изготовления измерительных и медицинских инструментов, аппаратуры, работающей в агрессивных средах.

Жаропрочные стали (12Х1МФ, ХН78Т, ХН60ВТ и др.) способны работать под напряжением в нагруженном состоянии при температуре $1000^{\circ}C$ и более, применяются для изготовления паровых котлов, термических печей, теплообменников, пароперегревательных устройств, лопаток паровых турбин, трубопроводов высокого давления.

Жаростойкие стали (15Х5, 20Х13, 15Х28, 20Х23Н18и др.) обладают стойкостью против химического разрушения поверхности при температуре более $550^{\circ}C$ в газовых средах (окалиностойкостью), работают в ненагруженном или слабонагруженном состоянии, и применяются для изготовления паровых котлов, лопаток паровых турбин, трубопроводов высокого давления.

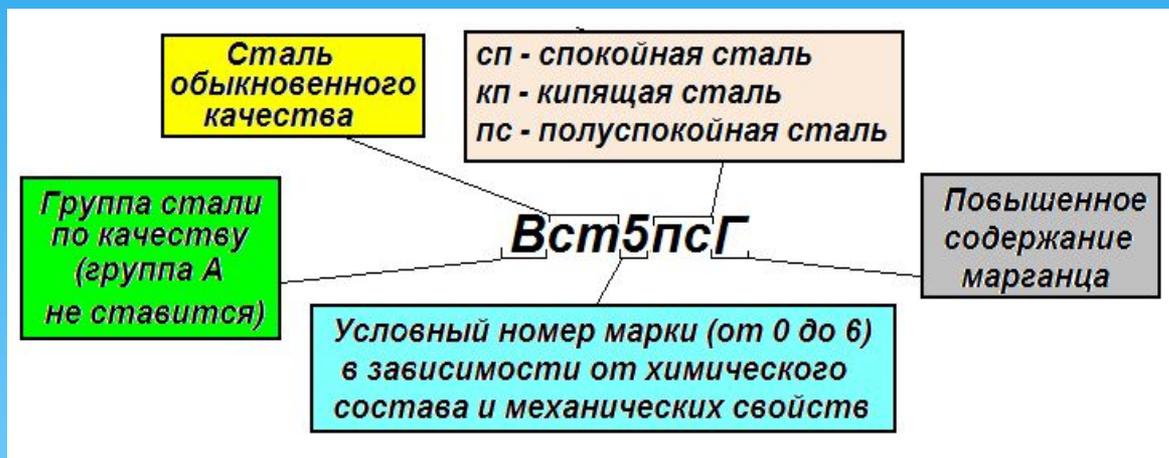
Углеродистые инструментальные стали (У7, У10, У9А и др.) - стали с содержанием углерода от 0,7% и выше, подразделяются на стали для изготовления режущего, измерительного инструмента и штампов холодного и горячего деформирования. Стали отличаются высокой твёрдостью и прочностью, но малой износостойкостью, применяются для изготовления инструмента.

Стали с особыми физическими свойствами (прецезионные стали) – стали, работоспособность которых оценивается не только по механическим, но и по ряду других (теплофизических, магнитных, электрических и др.) свойств требуемого уровня. Наибольшее распространение получили стали с заданным температурным коэффициентом линейного расширения, высоким электросопротивлением (при повышенной жаростойкости), магнитные и немагнитные.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Маркировка сталей

Стали обыкновенного качества обозначают буквами Ст и условным номером марки (от 0 до 6) в зависимости от химического состава и механических свойств. Чем выше содержание углерода и прочностные свойства стали, тем больше её номер. Буква Г после номера марки указывает на повышенное содержание марганца в стали. Перед маркой указывают группу стали, причем группа А в обозначении марки стали не ставится. Для указания категории стали к обозначению марки добавляют номер в конце соответствующий категории, первую категорию обычно не указывают.



Пример обозначения стали обыкновенного качества

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы» примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения» по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Маркировка сталей

Легированные стали обозначают буквами и цифрами: содержание легирующего элемента, если оно превышает 1...1,5%, указывается цифрой (массовая доля в целых процентах), стоящей после соответствующей буквы. Если за буквой отсутствует цифра, то содержание данного элемента около 1%. Исключение сделано для некоторых элементов (V, Ti, Mo, Nb, Zr, B, N и др.), присутствие которых в сталях даже в тысячных долях процента оказывает существенное влияние на свойства стали (микролегирование).

Высококачественные и особовысококачественные стали маркируют, так же как и качественные, но в конце марки высококачественной стали ставят букву, (эта буква в середине марочного обозначения указывает на наличие азота, специально введённого в сталь), а после марки особовысококачественной - через тире букву **Ш**.

Химические элементы, входящие в состав стали, обозначают русскими буквами (рис.3).

Примеры обозначения:

3X16H15M3B - высоколегированная качественная сталь, содержит 0,03% углерода, 16,0% хрома, 15,0% никеля, до 3,0% молибдена, до 1,0% ниобия;

У8А - углеродистая инструментальная высококачественная сталь, содержащая 0,8% углерода;

30ХГС-Ш – особовысококачественная среднелегированная сталь, содержащая 0,30% углерода и от 0,8% до 1,5% хрома, марганца и кремния каждого.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА по теме 1.3. «Железо и его сплавы»
примерной программы учебной дисциплины ОП 04. «Основы материаловедения»
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки))**

Маркировка сталей

N Азот А	Nb Ниобий Б	W Вольфрам В	Mn Марганец Г	Cu Медь Д	Se Селен Е
Co Кобальт К	Mo Молибден М	Ni Никель Н	P Фосфор П	B Бор Р	Si Кремний С
Ti Титан Т	C Углерод У	V Ванадий Ф	Cr Хром Х	Zr Цирконий Ц	Al Алюминий Ю

**Обозначение легирующих
элементов, входящих в
состав стали**

Шарикоподшипниковые стали маркируют буквами **ШХ**, после которых указывают содержание хрома в десятых долях процента.

Быстрорежущие стали (сложнолегированные) обозначают буквой **Р**, следующая за ней цифра указывает на процентное содержание в ней вольфрама.

Автоматные стали обозначают буквой **А** и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Примеры обозначения:

ШХ15ГС - шарикоподшипниковая сталь, содержащая 1,5% хрома и от 0,8 до 1,5% марганца и кремния;

Р18 - быстрорежущая сталь, содержащая 18,0% вольфрама;

Р6М5К5 - быстрорежущая сталь, содержащая 6,0% вольфрама, 5,0% молибдена, 5,0% кобальта;

А40Г - автоматная сталь с 0,40% углерода и повышенным до 1,5% содержанием марганца.