

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Трубчевский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

Шейнова С.Ф.

Методические рекомендации
по выполнению практических работ
по ОП.03 Материаловедение
для обучающихся II курса специальности
35.02.07 Механизация сельского хозяйства

Брянская область, 2019 г.

Шейнова, С. Ф. Методические рекомендации по выполнению практических работ по ОП.03 Материаловедение для обучающихся II курса специальности 35.02.07 Механизация сельского хозяйства / С. Ф. Шейнова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 26 с.

Методические рекомендации представляют собой разработку практических занятий по ОП.03 Материаловедение и предназначены для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки обучающихся по специальности среднего профессионального образования 35.02.07 Механизация сельского хозяйства

Целью методических рекомендаций по выполнению практических работ является осуществление связи теории с практикой на занятиях.

Методические рекомендации помогут обучающимся систематизировать, углубить и конкретизировать теоретические знания, выработать способность использовать теоретические знания на практике, овладеть умениями решать профессионально значимые задачи. Также данные методические рекомендации направлены на формирование у обучающихся устойчивого интереса к дисциплине, к будущей профессии.

Содержание и объем практических работ соответствует требованиям федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования, реализуемого в пределах ОПОП с учетом профиля получаемого профессионального образования.

Составитель:

Шейнова С.Ф. - преподаватель Трубчевского филиала ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Рецензент:

Саликова Т.С. - преподаватель Трубчевского филиала ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Рекомендации одобрены к печати методическим советом филиала, протокол № 4 от 18.03.19 г.

Практическая работа №

Тема: Определение твердости металлов.

Цель: Приобретение элементарных навыков определения твердости металлов.

Оборудование: образцы, твердомер.

Ход работы:

1. Изучить методы определения твердости металлов.
2. Сделать расчёт твердости образцов по методу Бринелля. (таблица 1)
3. Изучить методы определения твердости по Роквеллу и Виккерсу.
4. Сделать вывод о влиянии примесей на твердость стали.

Краткие теоретические сведения.

Твердостью -называется сопротивление материала проникновению в него другого тела, более твердого, не получающего остаточных деформаций.

Метод Бринелля. В качестве индентора используется стальной закаленный шарик, который вдавливают в испытуемый образец на специальном прессе. В результате на поверхности образца образуется отпечаток в виде сферической лунки. Диаметр отпечатка измеряют в двух взаимно-перпендикулярных направлениях с помощью микроскопа Бринелля — лупы со шкалой.

$$HB = \frac{2P}{\pi \times D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

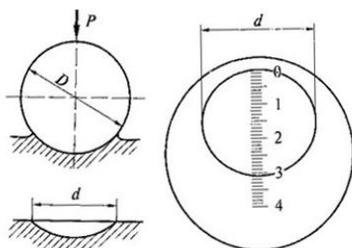


Рис 3.9 Схема определения твердости по Бринеллю: P - нагрузка

Рис 3.10 Измерение диаметра отпечатка лупой Бринелля

Метод Роквелла. Принципиальное отличие этого метода от рассмотренного ранее заключается в том, что твердость определяется не площадью поверхности отпечатка индентора, а глубиной его проникновения в исследуемый образец. В качестве индентора используют алмазный конус при испытаниях твердых материалов и стальной закаленный шарик при испытаниях мягких материалов. Нагрузка при использовании алмазного конуса

устанавливается 60 кгс (500 Н) или 150 кгс (1400 Н) в зависимости от твердости материала — большая для менее твердых материалов (например, закаленных сталей), меньшая для материалов с очень высокой твердостью (твердых сплавов, режущей керамики), с тем, чтобы избежать скола алмаза. Стальной шарик вдавливают с нагрузкой 100 кгс (900 Н).

Метод Виккерса. Метод основан на вдавливании четырехгранной алмазной пирамидки с углом между противоположными гранями, равным 136°. Число твердости обозначается HV (кгс/мм²) и определяется отношением нагрузки к площади поверхности отпечатка. Нагрузка может изменяться в пределах от 1 до 100 кгс (от 10 до 1000 Н).

Таблица 1

№	P, кг	D, мм	d, мм	HB, кгс/мм ²	HB, Н/м ²
1					
2					
3					
4					

Практическая работа №

Тема: Определение ударной вязкости стали.

Цель: приобретение элементарных навыков изучения ударной вязкости.

Оборудование: образцы, маятниковый копер.

Ход работы:

1. Изучить метод определения ударной вязкости.
2. Сделать расчет ударной вязкости испытанных образцов.
3. Сделать вывод о влиянии примесей на ударную вязкость стали.

Краткие теоретические сведения

Вязкость – способность материала поглощать механическую энергию при этом проявлять значительную пластичность вплоть до разрушения.

Ударная вязкость характеризует надежность материала, его способность сопротивляться хрупкому разрушению. Испытание проводят на образцах с надрезами определенной формы и размеров. Образец устанавливают на опорах копра надрезом в сторону, противоположную удару ножа маятника, который поднимают на определенную высоту.

На разрушение образца затрачивается работа:

$$K=P(H-h)$$

$$K= PL(\cos \beta - \cos \alpha)$$

где: P – вес маятника, H – высота подъема маятника до удара, h – высота подъема маятника после удара.

Характеристикой вязкости является удельная работа разрушения:

$$KC=K/S_0$$

где: S_0 - площадь поперечного сечения в месте надреза.

№	P, Н	L, м	$S_0, \text{м}^2$	α	β	K, Дж	KC
1							
2							
3							
4							
5							

Практическая работа №

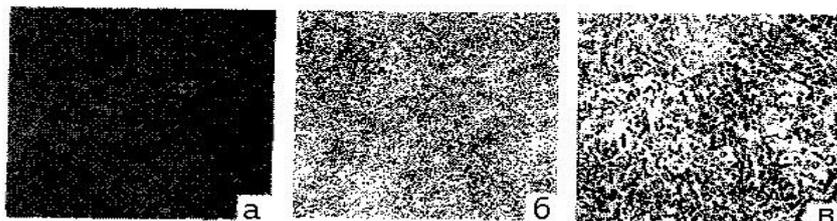
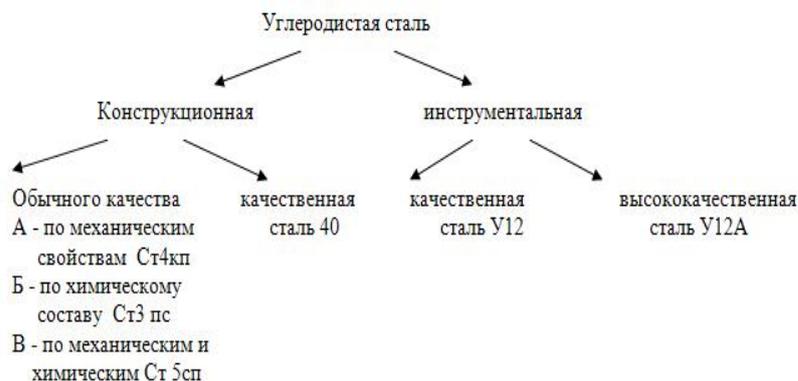
Тема: Изучение микроструктур углеродистой стали.

Цель: приобретение элементарных навыков изучения микроструктур.

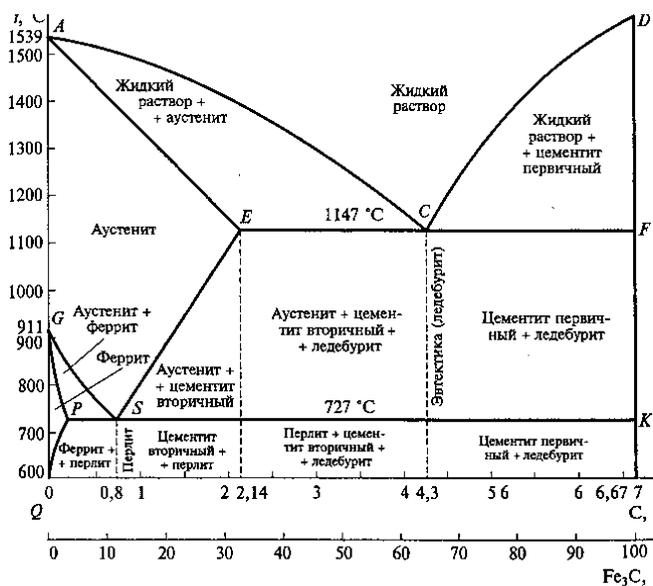
Оборудование: микроскоп, микрошлифы, диаграмма железо-цементит.

Ход работы:

1. Изучить и зарисовать микроструктуры углеродистой стали.
 2. Изучить маркировку, классификацию и применение углеродистой стали.
 3. Рассмотреть превращение стали по диаграмме железо-цементит.
- Относительно диаграммы вычертить кривую нагрева для заданной стали, рассчитать качественный и количественный состав.
4. Сделать вывод о влиянии примесей на свойства стали.



а) доэвтектоидная б) эвтектоидная в) заэвтектоидная



Сталь обыкновенного качества предназначена для изготовления строительных конструкций, арматуры, крепежа, деталей машин, не несущих нагрузок. При этом сталь группы А предназначена для изделий, которые при изготовлении не подвергаются горячей обработке, стали группы Б для изделий с применением горячей обработки, стали группы В широко применяют для изготовления сварных конструкций, при расчете которых важно знать также и механические свойства. Качественная сталь предназначена для изготовления ответственных деталей машин и механизмов, поковки, штамповки, калиброванных прутков. Инструментальную используют для изготовления режущих, измерительных и др. инструментов

механизмов, поковки, штамповки, калиброванных прутков. Инструментальную используют для изготовления режущих, измерительных и др. инструментов

Легирующие элементы и свойства, придаваемые ими сплавам.

Маркировка	Элемент	Свойства и качества, придаваемые элементами
Г	(Mn) Марганец - более 1%	Повышает твёрдость и прочность. Увеличивает ударную вязкость. Расширяет область аустенита. Увеличивает прокаливаемость. Способствует раскислению (удалению кислорода из стали). Образует устойчивые карбиды. Повышает сопротивление коррозии. Улучшает свариваемость.
С	(Si) Кремний - более 0,8%	Входит в твердый раствор с Fe и упрочняет его. Увеличивает ударную вязкость. Сужает область аустенита. Способствует раскислению (удалению кислорода из стали). Повышает упругость и прочность.
Ч	Редкоземельные металлы	Повышают прочность, пластичность. Улучшают качество поверхности. Уменьшают пористость. Измельчают зерно.
П	(P) Фосфор	Уменьшает пластичность. Увеличивает хрупкость. Относится к постоянным примесям.
Ц	(Zr) Цирконий	Оказывает особое влияние на величину и рост зерна в стали. Измельчает зерно и позволяет получать сталь с заранее заданной зернистостью.
Ю	(Al) Алюминий	Повышает жаростойкость и окалинстойкость (при нагревании окалина не образуется).
Т	(Ti) Титан	Повышает прочность и твёрдость. Увеличивает износостойкость. Снижает прокаливаемость стали. Снижает ликвацию (усадку). Улучшает свариваемость.
Р	(B) Бор	Повышает твёрдость сталей
М	(Mo) Молибден	Повышает твёрдость и прочность. Уменьшает вязкость и отпускную хрупкость. Увеличивает жаропрочность и прокаливаемость. Способствует образованию мелкозернистой структуры. Улучшает механические свойства и свариваемость.
Л	(Be) Бериллий	Повышают прочность, пластичность. Улучшают качество поверхности.
К	(Co) Кобальт	Повышает жаропрочность. Увеличивает сопротивление удару. Повышает магнитные свойства.
Е	(Se) Селен	Улучшает обрабатываемость нержавеющей сталей.
В	(W) Вольфрам	Образует устойчивые карбиды. Способствует образованию мелкого зерна. Понижает вязкость. Увеличивает жаропрочность и износостойкость. Повышает твёрдость и уменьшает хрупкость.
Б	(Nb) Ниобий	Улучшает устойчивость к кислотам.

Маркировка	Элемент	Свойства и качества, придаваемые элементами
		Способствует уменьшению коррозии в сварных конструкциях.
Ф	(V) Ванадий	Повышает прочность и твердость. Увеличивает устойчивость против износа и динамических напряжений. Уменьшает отпускную хрупкость. Измельчает структуру. Повышает устойчивость против перегрева при закалке.
А	(N) Азот	Снижает вязкость и пластичность. Дает хрупкие неметаллические включения.
Д	(Cu) Медь(0,3-0,5%)	Входит в твердый раствор с Fe и упрочняет его. Повышает сопротивление коррозии.
Н	(Ni) Никель	Входит в твердый раствор с Fe и упрочняет его. Увеличивает ударную вязкость. Расширяет область аустенита. Увеличивает прокаливаемость. Повышает сопротивление коррозии. Незначительно снижает пластичность. Влияет на коэффициент теплового расширения и электросопротивление стали.
Х	(Cr) Хром	Входит в твердый раствор с Fe и упрочняет его. Сужает область аустенита. Образует устойчивые карбиды. Повышает сопротивление коррозии. Повышает износостойкость, вязкость и пластичность. Понижает теплопроводность.

Влияние легирующих элементов на превращения в стали.

Превращения	Пояснения
На кинетику распада аустенита	Увеличивают прокаливаемость хром, никель, молибден, марганец, поэтому они входят в состав большинства конструкционных легированных сталей. Прокаливаемость стали может быть особенно увеличена при совместном легировании несколькими элементами. Таково, например, совместное действие никеля и хрома. Очень эффективно действует молибден при введении его в хромоникелевую сталь.
На мартенситное превращение	Позволяют снизить температуру превращения аустенита, например 5%Мп снижает мартенситную точку до 0 °С, что позволяет сохранить аустенит в закаленной стали.
На рост зерна аустенита	Хром, молибден, вольфрам, ванадий, титан сильно измельчают зерно; никель, кобальт, кремний, медь - слабо влияют на рост зерна; марганец, бор - способствуют росту зерна.
На превращения при отпуске	Замедляют процесс распада мартенсита. Некоторые элементы, такие как никель или марганец, влияют незначительно, тогда как большинство (хром, молибден, кремний и др.) - весьма заметно. Для получения одинаковых результатов сталь, легированную такими элементами, как хром, молибден, кремний и др., нужно нагревать при отпуске до более высокой температуры или увеличивать продолжительность отпуска, по сравнению с углеродистой сталью.

Инструментальная легированная

Марка стали	Область применения
X12MΦ	Детали для работы под давлением порядка 1400-1600Мпа. Профилировочные ролики сложной формы, эталонные шестерни, накатные плашки, секции кузнечных штампов, сложные дыропрошивные матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов, пуансоны и матрицы холодного выдавливания для больших давлений. Не применяется для сварных конструкций.
4-9ХС, ХВГ	Ответственные детали с повышенной износостойкостью, усталостной прочностью при изгибе, контактном нагружении, а также упругими свойствами. Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, машинные штампели, клейма для холодных работ. Не применяется для сварных конструкций.
4Х5МΦС	Мелкие молотовые штампы, крупные молотовые и прессовые вставки при горячем деформировании конструкционных сталей и цветных сплавов в условиях крупносерийного и массового производства, пресс-формы литья под давлением алюминиевых, цинковых и магниевых сплавов.
3Х3М3Φ	Инструменты для горячего деформирования на кривошипных прессах и горизонтально-ковочных машинах, подвергающихся в процессе работы интенсивному охлаждению (как правило, для мелкого инструмента), пресс-формы литья под давлением медных сплавов, ножи для горячей резки.

Таблица 11 - Быстрорежущие сплавы

Марка стали	Область применения
P6M5, P6M5K5, P6M5Φ3, P6M5K8, P18, P7M2Φ6, P12MΦ5, P9M4K8, P10M4K14, P12M3K5Φ2, P12M3K8Φ2, P12M3K10Φ2, P12M3K10Φ2	Дисковые фрезы, сверла развертки, зенкеры, метчики, протяжки; фрезы червячные, концевые, дисковые; шеверы.

Таблица 12 - Низколегированные стали

Марка стали	Область применения
15Г; 20Х; 18хГТ; 20х2Н4А	Высокая пластичность, мелкое зерно и особенно высокая температура его роста способствуют получению качественных сварных соединений листов. Сталь такого типа характеризуется высоким сопротивлением хрупкому разрушению и достаточно низким порогом хладно ломкости.

Среднелегированные стали называют улучшаемыми потому, что их часто подвергают улучшению - термической обработке, заключающейся в закалке и отпуске при высоких температурах, применяются для изготовления ответственных сильно нагруженных деталей – для шестерен, валов и т.п.

Таблица 13 - Улучшаемые среднелегированные стали

Марка стали	Область применения
Хромистые стали (40Х,45Х).	Благодаря высокой прочности и достаточно хорошей прокаливаемости эти стали применяют для изготовления коленчатых валов, зубчатых колес, осей валиков, рычагов, втулок, болтов, гаек.
Хромокремнемарганцевые стали (30ХГСА, 35ХГСА).	Эти стали, называемые хромансиль. Не содержат дефицитных легирующих элементов. Имеют высокие механические свойства. Хорошо свариваются и заменяют хромоникелевые и хромомолибденовые стали.
Хромоникелевые стали (40ХН, 45ХН).	Они имеют после термической обработки высокую прочность и пластичность и хорошо сопротивляются ударным нагрузкам. Прочность стали придает хром, а пластичность – никель. Хромоникелевые стали прокаливаются на очень большую глубину по сравнению не только с углеродистыми, но и другими легированными сталями. Указанные стали применяют для изготовления ответственных сильно нагруженных деталей – для шестерен, валов и т.п.
Хромоникельмбденовая сталь (40ХН2МА).	Эта сталь в улучшенном состоянии имеет высокую прочность при хорошей вязкости, высокую усталостную прочность, глубоко прокаливается; ее применяют для изготовления сильно нагруженных деталей, работающих в условиях больших знакопеременных нагрузок.

Цементуемые легированные стали целесообразно применять для тяжело нагруженных деталей и в том числе для деталей, в которых необходимо иметь высокую твердость и вязкость поверхностного слоя и достаточно прочную сердцевину, см. ниже.

Таблица 14 - Цементуемые стали

Марка стали	Область применения
20Х, 15ХФ, 12ХН2	детали небольших и средних размеров, работающих на износ при повышенных нагрузках (втулки, валики, оси, некоторые зубчатые колёса, кулачковые муфты, поршневые пальцы и др.
12ХН3А, 20Х2Н4А, 18ХГТ, 25ХГТ, 18Х2Н4МА	детали средних и больших размеров, работающих на износ при высоких нагрузках (зубчатые колёса, поршневые пальцы, оси, ролики и др.

Таблица 15 - Пружинно-рессорные стали

Марка стали	Область применения
65Г, 60С2, 50ХГ, 50ХФА, 65С2ВА, 60С2Н2А, 70С2ХА	Пружинно-рессорные стали должны иметь особые свойства в связи с условиями работы пружин (цилиндрических, плоских) и рессор. Пружины и рессоры служат для смягчения толчков и ударов, действующих на конструкции в процессе работы, и поэтому основным требованием, предъявляемым к пружинно-рессорным сталям, является высокий предел упругости и выносливости.

Таблица 16 - Шарикоподшипниковые стали

Марка стали	Область применения
ШХ15	(0,95-1–1,05% С; 1,3–1,65 %Cr). Основная шарикоподшипниковая сталь.
цементуемая сталь 20Х2Н4А.	Для изготовления деталей, крупногабаритных подшипников (диаметром более 400 мм.), работающих в тяжёлых условиях при больших ударных нагрузках.

Практическая работа №

Тема: влияние отжига и нормализации на свойства стали.

Цель: приобретение элементарных навыков изучения термической обработки.

Оборудование: диаграмма железо – цементит.

Ход работы:

1. Изучить структуры переохлажденного аустенита.

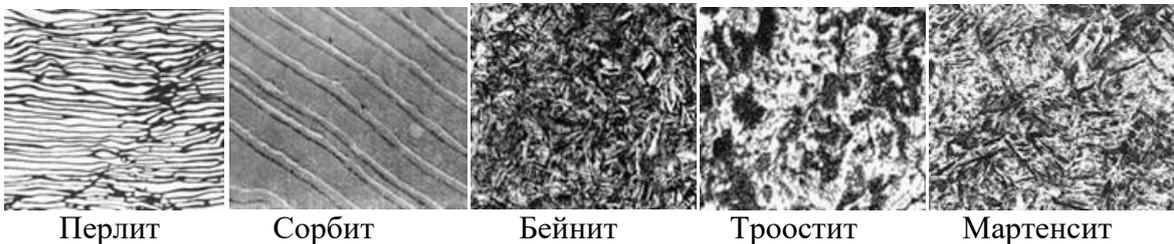
2. Изучить и описать отжиг первого и второго рода.

3. Описать процесс нормализации.

4. Разработать режим термообработки для детали изготовленной из стали 45.

Если она имеет внутрикристаллическую ликвацию и мелкозернистое строение, а должна обладать однородной мелкозернистой структурой. Коротко опишите выбранные виды термообработки, температуру нагрева, структуру до и после охлаждения.

5. Сделать вывод по работе.



Отжигом называют вид термической обработки, состоящий в нагреве стали до определенной температуры, выдержке и медленном охлаждении. Различают несколько видов отжига различающихся по технологии выполнения и цели. Для измельчения зерна перегретой стали, снижения твердости и улучшения обрабатываемости резанием применяют полный, неполный, изотермический отжики и отжиг на зернистый перлит. Для уменьшения внутреннего напряжения, снижения твердости, повышения пластичности и изменения формы зерен холоднодеформированного металла применяют рекристаллизационный отжиг. Для устранения внутрикристаллитной ликвации в легированных сталях - высокотемпературный диффузионный отжиг. Нормализация



состоит в нагреве стали до температуры выше верхней критической точки A_{c3} на $30-50^\circ$, т. е. до температуры, немного превышающей температуру полного отжига, небольшой выдержке при этой температуре и последующем охлаждении на воздухе. Продолжительность выдержки тем больше, чем толще обрабатываемое изделие и чем грубее структура стали.

Практическая работа №

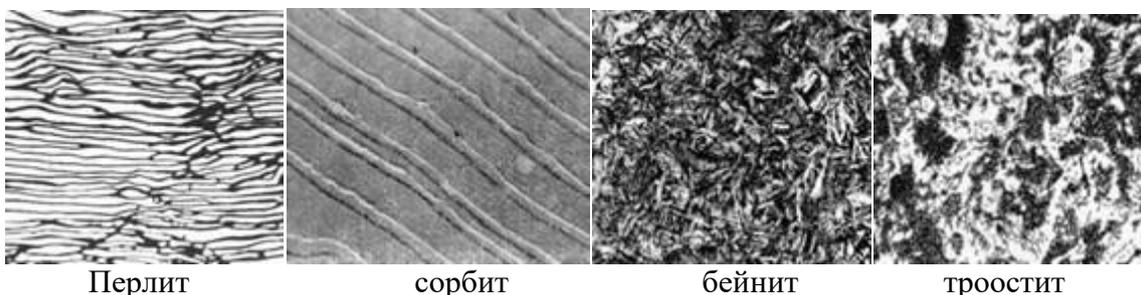
Тема: Закалка и отпуск углеродистой стали.

Цель: Приобретение элементарной практики закалки.

Оборудование: диаграмма железо-цементит.

Ход работы:

1. Изучить и зарисовать микроструктуры термообработанных сталей.
2. Изучить и описать основные виды закалки.
3. Описать выбор температур для закалки доэвтектоидной и заэвтектоидной стали.
4. Разработать режим термообработки для детали работающей в условиях трения на износ изготовленной из стали 40, чтобы она обладала высокой твердостью с поверхности и вязкой сердцевиной. Коротко опишите выбранные виды термообработки, структуру до и после охлаждения, температуру нагрева, скорость охлаждения.
5. Сделать вывод по работе.



Закалкой стали называется операция термической обработки, заключающаяся в нагреве, выдержке и последующем охлаждении в различных средах с целью получения при комнатной температуре неустойчивых продуктов распада аустенита, а, следовательно, повышения твёрдости и прочности.

В зависимости от температуры нагрева закалка может быть полной и неполной.

В случае, если, нагрев производится выше линии GSE диаграммы, то полученная при этом однофазная структура аустенита при охлаждении со скоростью больше некоторой критической превращается в чистый мартенсит. Такую закалку называют полной.

При неполной закалке нагрев стали осуществляется выше линии PSK, но ниже линии GSE. При этом в доэвтектоидных сталях образуется структура аустенит + феррит, а в заэвтектоидных - аустенит + цементит. В таком случае даже охлаждение с очень высокой скоростью не может обеспечить чисто мартенситной структуры, так как избыточные фазы (феррит или цементит) сохраняются в структуре без изменений, В результате в доэвтектоидных сталях получается структура мартенсит + феррит, а в заэвтектоидных – мартенсит + цементит.

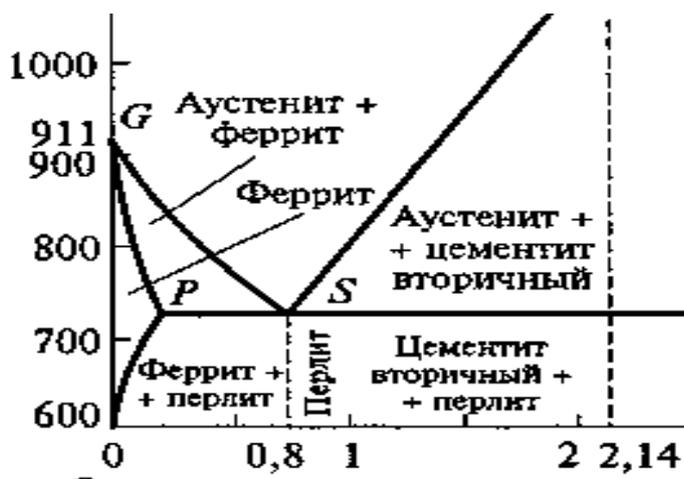
Практическая работа №

Тема: Химико-термическая обработка стали.

Цель: приобретение элементарных навыков изучения химико-термической обработки.

Ход работы:

1. Цементация
2. Азотирование
3. Цианирование



4. Выписать достоинства и недостатки видов химико-термической обработки.

5. Сделать вывод по работе.

Химико-термическая обработка (ХТО) – процесс изменения химического состава, микроструктуры и свойств поверхностного слоя детали.

Основными параметрами химико-термической обработки являются температура нагрева и продолжительность выдержки.

Химико-термическая обработка является основным способом

поверхностного упрочнения деталей.

Цементация – заключается в диффузионном насыщении поверхностного слоя атомами углерода при нагреве до температуры 900...950 °С.

Цементации подвергают стали с низким содержанием углерода (до 0,25 %).

Нагрев изделий осуществляют в среде, легко отдающей углерод. Подобрав режимы обработки, поверхностный слой насыщают углеродом до требуемой глубины.

Глубина цементации ($h = 1...2$ мм). *Степень цементации* – среднее содержание углерода в поверхностном слое (обычно, не более 1,2 %).

На практике применяют цементацию в твердом и газовом карбюризаторе (науглероживающей среде). Участки деталей, которые не подвергаются цементации, предварительно покрываются медью (электролитическим способом) или глиняной смесью.

Цементация в твердом карбюризаторе.

Почти готовые изделия, с припуском под шлифование, укладывают в металлические ящики и пересыпают твердым карбюризатором. Используется древесный уголь с добавками углекислых солей $BaCO_3$, Na_2CO_3 в количестве 10...40 %. Закрытые ящики укладывают в печь и выдерживают при температуре 930...950 °С.

Недостатками данного способа являются:

- значительные затраты времени (для цементации на глубину 0,1 мм затрачивается 1 час);
- низкая производительность процесса;
- громоздкое оборудование;
- сложность автоматизации процесса.

Способ применяется в мелкосерийном производстве.

Газовая цементация.

Процесс осуществляется в печах с герметической камерой, наполненной газовым карбюризатором.

Глубина цементации определяется температурой нагрева и временем выдержки.

Преимущества способа:

- возможность получения заданной концентрации углерода в слое (можно регулировать содержание углерода, изменяя соотношение составляющих атмосферу газов);
- сокращение длительности процесса за счет упрощения последующей термической обработки;
- возможность полной механизации и автоматизации процесса.

Способ применяется в серийном и массовом производстве.

Азотирование – поверхностные слои насыщаются азотом.

При азотировании увеличиваются не только твердость и износостойкость, но также повышается коррозионная стойкость.

Для азотирования используют стали, содержащие алюминий, молибден, хром, титан. Типовые азотируемые стали: 38ХМЮА, 35ХМЮА, 30ХТ2НЗЮ.

Глубина и поверхностная твердость азотированного слоя зависят от ряда факторов, из которых основные: температура азотирования, продолжительность азотирования и состав азотируемой стали.

В зависимости от условий работы деталей различают азотирование:

- для повышения поверхностной твердости и износостойкости;
- для улучшения коррозионной стойкости (антикоррозионное азотирование).

В первом случае процесс проводят при температуре $500...560^{\circ}\text{C}$ в течение $24...90$ часов, так как скорость азотирования составляет $0,01$ мм/ч. Содержание азота в поверхностном слое составляет $10...12$ %, толщина слоя (h) – $0,3...0,6$ мм. На поверхности получают твердость около 1000 HV.

Антикоррозионное азотирование проводят и для легированных, и для углеродистых сталей. Температура проведения азотирования – $650...700^{\circ}\text{C}$, продолжительность процесса – 10 часов. На поверхности образуется слой ϵ — фазы толщиной $0,01...0,03$ мм, который обладает высокой стойкостью против коррозии. (ϵ – фаза – твердый раствор на основе нитрида железа Fe_3N , имеющий гексагональную решетку).

Азотирование проводят на готовых изделиях, прошедших окончательную механическую и термическую обработку (закалка с высоким отпуском).

После азотирования в сердцевине изделия сохраняется структура сорбита, которая обеспечивает повышенную прочность и вязкость.

Цианирование – химико-термическая обработка, при которой поверхность насыщается одновременно углеродом и азотом.

Осуществляется в ваннах с расплавленными цианистыми солями, например, NaCN с добавками солей NaCl , BaCl и др.

Глубина слоя и концентрация в нем углерода и азота зависят от температуры процесса и его продолжительности.

Цианированный слой обладает высокой твердостью $58...62$ HRC и хорошо сопротивляется износу. Повышаются усталостная прочность и коррозионная стойкость.

Продолжительности процесса $0,5...2$ часа.

Высокотемпературное цианирование – проводится при температуре $800...950^{\circ}\text{C}$, сопровождается преимущественным насыщением стали углеродом до $0,6...1,2$ %, (жидкостная цементация). Содержание азота в цианированном слое $0,2...0,6$ %, толщина слоя $0,15...2$ мм.

Низкотемпературное цианирование – проводится при температуре $540...600^{\circ}\text{C}$, сопровождается преимущественным насыщением стали азотом

Проводится для инструментов из быстрорежущих, высокохромистых сталей, является окончательной обработкой.

Основным недостатком цианирования является ядовитость цианистых солей.

Вид термообработки	Достоинства	Недостатки

Практическая работа №

Тема: Изучение микроструктур чугунов.

Цель: Приобретение элементарных навыков изучения микроструктур.

Оборудование: микроскоп, микрошлифы, диаграмма железо-цементит.

Ход работы:

1. Изучить и зарисовать микроструктуры чугунов.
2. Изучить маркировку, свойства, область применения серых, ковких и высокопрочных чугунов.
3. Пользуясь диаграммой железо-цементит описать структурные превращения, происходящие в сплаве, содержащем % углерода при медленном охлаждении. Относительно диаграммы вычертить кривую охлаждения для заданного сплава.
4. Сделать вывод о влиянии формы графита на свойства чугунов.

Краткие теоретические сведения:

Чугун отличается от стали: по составу – более высокое содержание углерода и примесей; по технологическим свойствам – более высокие литейные свойства, малая способность к пластической деформации, почти не используется в сварных конструкциях. В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

белый чугун – углерод в связанном состоянии в виде цементита, в изломе имеет белый цвет и металлический блеск; серый чугун – весь углерод или большая часть находится в свободном состоянии в виде графита, а в связанном состоянии находится не более 0,8 % углерода. Из-за большого количества графита его излом имеет серый цвет;

половинчатый – часть углерода находится в свободном состоянии в форме графита, но не менее 2 % углерода находится в форме цементита. Мало используется в технике

Металлическая основа	Класс чугуна		
	Серый А	Ковкий Б	Высокопрочный В
Феррит			
Феррит + Перлит			
Перлит			

Серый чугун

Механическая прочность в основном определяется количеством, формой и размерами включений графита. Серый чугун широко применяется в машиностроении, так как легко обрабатывается и обладает хорошими свойствами. В зависимости от прочности серый чугун подразделяют на 10 марок (ГОСТ 1412). Серые чугуны при малом

сопротивлении растяжению имеют достаточно высокое сопротивление сжатию. Серые чугуны содержат углерода – 3,2...3,5 %; кремния – 1,9...2,5 %; марганца – 0,5...0,8 %; фосфора – 0,1...0,3 %; серы – < 0,12 %. Лучшими прочностными свойствами и износостойкостью обладают перлитные серые чугуны. Учитывая малое сопротивление отливок из серого чугуна растягивающим и ударным нагрузкам, следует использовать этот материал для деталей, которые подвергаются сжимающим или изгибающим

нагрузкам. Обозначаются индексом СЧ (серый чугун) и числом, которое показывает значение предела прочности (кгс/мм²), СЧ 15.

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом

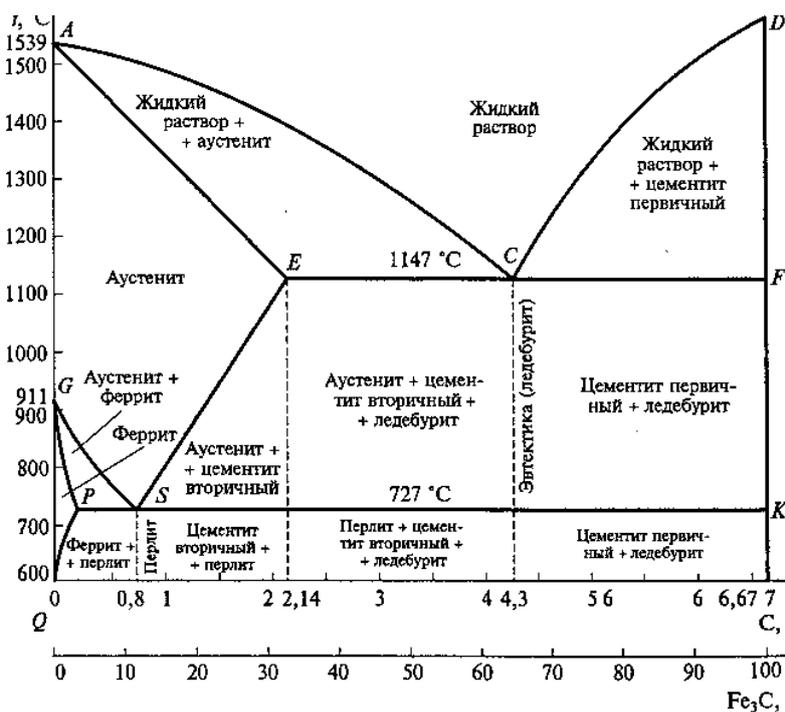
Высокопрочные чугуны (ГОСТ 7293) могут иметь ферритную (ВЧ 35), феррито-перлитную (ВЧ45) и перлитную (ВЧ 80) металлическую основу. Получают эти чугуны из серых, в результате модифицирования магнием или церием (добавляется 0,03...0,07% от массы отливки). По сравнению с серыми чугунами, механические свойства повышаются, это вызвано отсутствием неравномерности в распределении напряжений из-за шаровидной формы графита. Чугуны с перлитной металлической основой имеют высокие показатели прочности при меньшем значении пластичности. Соотношение пластичности и прочности ферритных чугунов - обратное. Высокопрочные чугуны обладают высоким пределом текучести, что выше предела текучести стальных отливок. Также характерна достаточно высокая ударная вязкость и усталостная прочность, при перлитной основе.

Из высокопрочного чугуна изготавливают тонкостенные отливки (поршневые кольца), шаботы ковочных молотов, станины и рамы прессов и прокатных станов, изложницы, резцедержатели, планшайбы. Обозначаются индексом ВЧ (высокопрочный чугун) и числом, которое показывает значение предела прочности (кгс/мм²) ВЧ 100.

Ковкий чугун

Получают отжигом белого доэвтектического чугуна. Ковкие чугуны содержат: углерода – 2,4...3,0 %, кремния – 0,8...1,4 %, марганца – 0,3...1,0 %, фосфора – до 0,2 %, серы – до 0,1 %. Отливки из ковкого чугуна применяют для деталей, работающих при ударных и вибрационных нагрузках. Из ферритных чугунов изготавливают картеры редукторов, ступицы, крюки, скобы, хомутики, муфты, фланцы. Из перлитных чугунов, характеризующихся высокой прочностью, достаточной пластичностью, изготавливают вилки карданных валов, звенья и ролики цепей конвейера, тормозные колодки.

Обозначаются индексом КЧ (высокопрочный чугун) и двумя числами, первое из которых показывает значение предела прочности (кгс/мм²), а второе – относительное удлинение – КЧ 30 - 6.



Практическая работа №

Тема: Изучение жаростойких и жаропрочных сплавов.

Цель: Приобретение элементарных навыков изучения жаропрочных сплавов.

Оборудование: Таблицы.

Ход работы:

1. Жаропрочность.
2. Классификация жаропрочных материалов.
3. Расшифровать маркировки по свойствам и составу.
4. Сделать вывод по работе.

Жаропрочность - способность сталей и сплавов выдерживать механические нагрузки при высоких температурах в течение определенного времени.

Жаропрочность - напряжение, вызывающее заданную деформацию, не приводящую к разрушению, которое способен выдержать металлический материал в конструкции при определенной температуре за заданный отрезок времени. Если учитываются время и напряжение, то характеристика называется пределом длительной прочности; если время, напряжение и деформация - пределом ползучести.

Ползучесть - явление непрерывной деформации под действием постоянного напряжения. Длительная прочность - сопротивление материала разрушению при длительном воздействии температуры.

Жаростойкость характеризует сопротивление металлов и сплавов газовой коррозии при высоких температурах.

Классификация жаропрочных материалов

Стали и сплавы, предназначенные для работы при повышенных и высоких температурах, должны обладать требуемой жаропрочностью и иметь достаточное сопротивление химическому воздействию газовой среды (жаростойкость) в течение заданного ресурса эксплуатации.

По способу производства можно выделить литейные и деформируемые жаропрочные стали и сплавы.

Стали и сплавы, предназначенные для работы при повышенных и высоких температурах, подразделяют на группы:

- теплоустойчивые стали, работающие в нагруженном состоянии при температурах до 600°C в течение длительного времени;
- жаропрочные стали и сплавы, работающие в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной жаростойкостью;
- жаростойкие (окалиностойкие) стали и сплавы, работающие в ненагруженном или слабонагруженном состоянии при температурах выше 550°C и обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах.

К группе теплоустойчивых сталей относят углеродистые, низколегированные и хромистые стали. Их структура зависит от степени легирования и режима термической обработки стали.

К жаропрочным относят стали аустенитного класса на хромоникелевой и хромоникельмарганцевой основах с различным дополнительным легированием..

Жаростойкие стали и сплавы разделены на следующие группы: хромоникелевые аустенитные стали и сплавы на хромоникелевой основе, хромокремнистые стали мартенситного класса, хромистые и хромоалюминиевые стали ферритного класса.

Сплав ХН77ТЮР *Применение* — в турбостроении (рабочие лопатки, турбинные диски, кольца и другие детали газовых турбин) для службы при температурах до 750 °

Сплав ХН70ВМТЮ *Применение* — лопатки газовых турбин с весьма длительным сроком службы при температурах до 850

Сплав ХН70Ю *Применение* — камеры сгорания, узлы деталей печей и другого оборудования, длительно работающего при температурах до 1200 °

Практическая работа №

Тема: Изучение легированных сталей со специальными свойствами.

Цель: Приобретение элементарных навыков изучения сталей со специальными свойствами.

Оборудование: Таблицы.

Ход работы:

1. Изучить свойства, маркировку, применение легированных сталей со специальными свойствами.

2. Расшифровать маркировки в соответствии с требованиями ГОСТ по свойствам и составу.

3. Сделать вывод о влиянии компонентов на свойства стали.

Легированная сталь — сталь, в которую в процессе легирования в определенных количествах вводят специальные элементы, обеспечивающие требуемые свойства. Такие элементы называют легирующими. Они могут повышать прочность и коррозионную стойкость стали и снижать опасность ее хрупкого разрушения. Легированные стали классифицируются по количеству легирующих элементов, по назначению, по способу дальнейшей обработки, по качеству изготовления, по качеству и отделке поверхности, по производителю, по структуре, сохранившейся после охлаждения до нормальных условий. Маркировка.

Обозначение марки инструментальной стали: первые цифры — массовая доля углерода в десятых долях процента, затем буквы — вещество, используемое в качестве легирующего элемента, цифры, стоящие после букв, — средняя массовая доля соответствующего легирующего элемента в целых единицах процентов. Начальную цифру опускают, если содержание углерода не менее 1%. Буква «А», в середине марки стали — содержание азота, в конце — сталь высококачественная. Для некоторых сталей буквой указывается их назначение, например, Р18 — быстрорежущая с 18% W, ЭЗА — электротехническая с 3% Si, ШХ-15 — шарикоподшипниковая с 1,5% Cr и т.д. Некоторые стали обозначаются буквами ЭИ или ЭП с соответствующим номером (например, ЭИ69, ЭП220); в большинстве случаев это новые стали, проходящие испытание и освоение в промышленности.

Стали и сплавы с особыми свойствами.

Быстрорежущая сталь. Высоколегированная инструментальная сталь, обладающая красностойкостью, т.е. не теряющая твердости при нагреве до температуры 600-640°С.

Сталь марок Р18, Р12, Р9 применяют для всех видов режущих инструментов при обработке широкого круга конструкционных материалов.

В настоящее время для изготовления металлорежущих инструментов применяются быстрорежущие стали. В зависимости от назначения их можно разделить на две группы:

1) стали нормальной производительности;

2) стали повышенной производительности.

К сталям первой группы относятся Р18, Р12, Р9, Р6М3, Р6М5, Р9М4; к сталям второй группы — Р9К5, Р9КЮ, Р10К5Ф5, Р18К5Ф2, Р9Ф5, Р14Ф4, Р18Ф2.

В обозначении марок буква Р указывает, что сталь относится к группе быстрорежущих. Цифра, следующая за ней, показывает среднее содержание вольфрама в процентах. Среднее содержание ванадия в стали в процентах обозначается цифрой, поставленной за буквой Ф, кобальта — цифрой, следующей за буквой К.

Цементируемые стали. Применяют для деталей, которые должны обладать высокой твердостью и износоустойчивостью поверхностного слоя при общей вязкости по всему сечению (кулачки, кулачковые муфты, зубчатые колеса, поршневые пальцы, втулки, коленчатые валы и т.д.); марки этих сталей содержат от 0,1 до 0,3 % С (20ХГР, 20ХГНР).

Автоматные стали. Обладают высокой вязкостью и пластичностью, отличаются повышенным содержанием серы и фосфора (А12, А20, А30, А40Г). детали из серофосфорных сталей будут иметь пониженные прочностные характеристики. Эти стали используют для изготовления шпилек, винтов, болтов, гаек, втулок.

Шарикоподшипниковые стали. Хромовая сталь с массовым содержанием 0,95 – 1,15% С и 0,4 – 1,65% Cr (ШХ6, ШХ9, ШХ15, ШХ15СГ) цифра указывает среднее массовое содержание хрома в десятых долях процента. Эти стали используют для деталей насосов высокого давления, храповых механизмов, нагруженных роликов машин, пальцев, копиров и т.д.

Рессорно-пружинные стали. Должны противостоять остаточным деформациям при ударных и статических нагрузках, иметь высокое значение предела выносливости. Этим требованиям удовлетворяют стали, содержащие 0,5-0,7% С после закалки и среднего отпуска. Выпускают кремнистые (50С2, 60С2 и др.), кремнемарганцевая (60СГА), хромокремнистая (50ХСА, 60С2ХА, 70С2ХА), 50ХГ – для автомобильных рессор; 50ХФА, 50ХГФА – для клапанных пружин двигателя внутреннего сгорания (сохраняет упругость при нагреве до 380⁰).

Коррозионные и жаростойкие стали. В промышленности используют хромовую сталь марок 20Х13, 40Х13, а также хромоникелевую. Хромовая сталь устойчива к коррозии не только на воздухе, но и в агрессивных средах. Применяют для изготовления лопаток турбин, цилиндров высокого давления. При массовом содержании Cr 25- 30% и С 0,1 -0,2% сталь является окалиностойкой, способной выдерживать длительные нагревы до температуры 1100⁰С без образования окалины.

В качестве жаростойких применяют стали мартенситного класса под общим наименованием сильхромов (40Х9С2, 40Х10С2М и др.). эти стали используют для изготовления клапанов двигателей внутреннего сгорания.

Расшифровать маркировки указав свойства и состав:

Р9
20ХГР
А12
ШХ9
50С2
60С2ХА
60СГА
40Х10С2М

Практическая работа №

Тема: Изучение микроструктур медных сплавов.

Цель: Приобретение элементарных навыков изучения микроструктур.

Оборудование: микроскоп, микрошлифы.

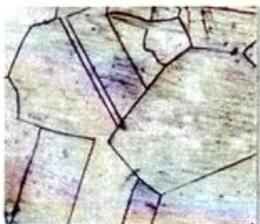
Ход работы:

1. Изучить и зарисовать микроструктуры сплавов на основе меди.
2. Изучить свойства, маркировку, применение латуни и бронзы.

3.Расшифровать маркировки в соответствии с требованиями ГОСТ по свойствам и составу.

4.Сделать вывод о влиянии компонентов на свойства латуни и бронзы.

Деформированная бронза



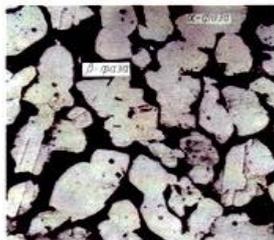
Литая бронза



Однофазная латунь



Двухфазная латунь



Латунями называют сплавы меди с цинком. Кроме двухкомпонентных (простых) латуней, имеются многокомпонентные, которые содержат один или несколько легирующих компонентов (Al, Ni, Fe, Mn и т.д.) практическое значение имеют медно-цинковые сплавы, с содержанием цинка до 45%. Марку латуни обозначают буквой «Л», за которой следует цифра, указывающая среднее содержание (в процентах) меди в сплаве, например Л62, Л68, Л70 и т.д. Для улучшения механических и технологических свойств латуней в них вводят легирующие элементы. Для обозначения легированных или специальных латуней после буквы «Л» ставят начальную букву легирующего элемента, его процентное содержание указывают цифрой, например, ЛС59-1 (1% Pb), ЛАН59-3-2 (3% Al и 2% Ni), ЛМцОС58-2-2-2 (Mn, Sn, Pb, по 2%) и т.д. Обозначение легирующих элементов следующее А – алюминий; Ж – железо; Мц – марганец; Н – никель; О – олово; К – кремний; С – свинец, Ц- цинк.; Ф - фосфор.

По технологическому признаку латуни разделяют на деформируемые и литейные.

Деформируемые латуни

К этим латуням относят медноцинковые сплавы с содержанием 4-10% Zn (томпаки марок Л96 и Л90); 15-20% Zn (полутомпаки марок Л85 и Л80); 30-50% Zn (латуни марок Л70, Л68, Л63 и Л60), а так же специальные или многокомпонентные латуни, легированные алюминием, кремнием, оловом, никелем. Деформируемые латуни обрабатывают прессованием, прокаткой, волочением и штамповкой. Применяют латуни для изготовления труб, листов, лент, полос, прутков и поковок для деталей машин, приборов и агрегатов.

Литейные латуни

К ним относят медноцинковые сплавы с содержанием 14-38% Zn, легированные алюминием, марганцем, кремнием, железом и свинцом. К литейным латуням относят ЛА67-2,5; ЛКС80-3-3; ЛАЖМц66-6-3-2; ЛМцС58-2-2; ЛМцЖ55-3-1 и др. Литейные латуни используют для изготовления фасонных отливок в виде подшипников, втулок и других антифрикционных деталей для арматуры и деталей морского судостроения и т.д.

Бронзами называют сплавы меди с оловом, алюминием, марганцем, кремнием, бериллием и другими элементами, которые являются основными легирующими элементами.

Бронзы делят на две основные группы:

- 1) Оловянистые, в которых основным легирующим элементом является олово;
- 2) Специальные, в которых основными элементами являются алюминий, марганец, кремний, бериллий и т.д.

Бронзы обозначают буквами «Бр» и первыми буквами основных легирующих элементов, за которыми следуют цифры, показывающие их процентное содержание. Например, БрОФ6,5-0,4 означает, что бронза оловянофосфористая с содержанием 6,5% Sn и 0,4% P, остальное медь; БрА7 – содержит 7% Al, остальное медь и т.д.

Литейные оловянистые бронзы

К ним относят бронзы марок БрО10, БрОФ10-1, БрОЦ10-2, Бр ОЦС5-5-5, БрОЦС6-6-3, БрОНС11-4-3 и др.

Деформируемые оловянистые бронзы

Используются для получения лент, полос, прутков, проволоки, пружин, трубок, подшипниковых деталей и т.д., относят бронзы марок БрОФ4-0,25, БрОФ6,5-0,4, БрОЦС4-4-2,5 и др., они обладают удовлетворительной пластичностью.

Расшифровать маркировки в соответствии с требованиями ГОСТ, указав свойства и состав, область применения.

Л68

ЛС59-1

ЛАН59-3-2

ЛМцОС58-2-2-2

ЛАЖМц66-6-3-2

БрО10

Бр ОЦС5-5-5

БрОНС11-4-3

БрОФ6,5-0,4

Практическая работа №

Тема: Легкие сплавы

Цель: Приобретение элементарных навыков изучения легких сплавов.

Ход работы:

1. Сплавы на основе алюминия
2. Сплавы на основе магния
3. Сплавы на основе титана
4. Заполнить таблицу
5. Сделать вывод по работе.

Металлы, обладающие малой плотностью, называют легкими металлами. Из широко используемых к ним относятся алюминий, магний и титан из этих металлов получают легкие сплавы, а также их применяют в качестве легирующих добавок к другим сплавам. Из легких металлов и сплавов делают детали и устройства воздушного и водного транспорта, в которых большая масса является критичной для работы конструкции. Легкие металлы и сплавы характеризуются высокой удельной прочностью, т. е. высоким отношением механических свойств к их плотности. Так, алюминиевые сплавы в литом состоянии по удельной прочности превосходят все другие литейные сплавы, а в деформированном состоянии равноценны конструкционным высокопрочным сталям.

Алюминий — основа многих легких сплавов, в которые легирующие добавки (медь, кремний, магний, цинк, марганец) вводят, главным образом, с целью повышения прочности основы.

Основные сплавы алюминия — дюралюмины и силумины, получившие широкое применение в авиационной, автомобильной, судостроительной, тракторной промышленности и приборостроении. Эти сплавы подразделяют на обрабатываемые давлением (деформируемые) и литейные. Дюралюмины — сплавы алюминия с добавками 3,8...5,2 % меди, 0,4... 1,8 % марганца и 0,4... 1,0 % магния. Силумины — это литейные сплавы алюминия с кремнием.

Алюминиевые сплавы с высоким содержанием кремния (5 % и более) обладают высокой литейной способностью — повышенной жидкотекучестью, малой усадкой, отсутствием трещин в горячем состоянии и т.д. (это сплавы АЛ2, АЛ4, АЛ9 и др.).

Алюминиевые сплавы с высоким содержанием магния (4 % и более) имеют самую малую плотность из всех литейных алюминиевых сплавов, коррозионно-стойкие и сравнительно высокопрочные (это сплавы АМг5, АМг 6).

Алюминиевые сплавы с высоким содержанием меди (4 % и более) особыми свойствами не обладают — значительная плотность, низкие коррозионная стойкость и жидкотекучесть, поэтому пригодны для изготовления изделий неответственного назначения (это сплавы АЛ7, АЛ12, АЛ19).

Алюминиевые сплавы с высоким содержанием цинка (10... 12 %) и кремния (6...8%) характеризуются тем, что хорошо заполняют литейную форму, дают чистую поверхность, не требуют специальной термической обработки (это сплав АЛ11 и др.).

Магниевые сплавы закаливают и подвергают старению, но эффект термической обработки по сравнению с алюминиевыми сплавами меньше. От коррозии магниевые сплавы защищают оксидированием и покрытием лаками. Магниевые сплавы разделяют на литейные и деформируемые. К литейным относятся сплавы МЛ2 (1 ...2 % марганца), МЛ6 (9,0... 10,2 % алюминия, 0,6...] ,2 % цинка, 0,15...0,50% марганца и др.), к деформируемым — сплавы МА1 (1,3...2,5% марганца), МА5 (7,8...9,2% алюминия, 0,15...0,50% марганца, 0,2...0,8% цинка и др.).

Достоинством сплава МЛ2 является хорошая коррозионная стойкость и свариваемость, термической обработке он не подвергается. Литейные свойства этого сплава низкие, поэтому из него отливают бензобаки, бензомасляную арматуру и другие детали простой конфигурации. Сплав МЛ6 имеет хорошие литейные свойства, отливки из него получают литьем в землю, в кокиль и под давлением. Свариваемость сплава МЛ6 удовлетворительная, а коррозионная стойкость ниже по сравнению с другими сплавами. Из этого сплава изготавливают тяжело нагруженные детали двигателей, так как сплав имеет повышенный предел текучести. Магниевые деформируемые сплавы изготавливают в виде листов, прутков, профилей, плит, поковок в термообработанном и необработанном виде. Фасонные отливки, как правило, отжигают, закаливают и старят.

Титан легкий металл легко образует соединения с кислородом, азотом, углеродом — оксиды, нитриды, карбиды, которые довольно твердые и тугоплавкие. Титан имеет высокие прочность и коррозионную стойкость. В виде добавок входит в состав многих металлических материалов, образует жаропрочные сплавы, а его карбиды являются одними из основных составляющих твердых сплавов. Этот металл хорошо обрабатывается резанием, при нагреве до 900°С куется, а при температуре около 1 000 °С прессуется в прутки разных профилей и трубы, прокатывается в холодном состоянии, но быстро упрочняется и требует частых отжигов в вакууме (гелии), после которых становится пластичным. Сваривают титан аргоно-дуговой сваркой.

Промышленные сплавы титана содержат, например, 8 % марганца, или по 4 % марганца и алюминия, или по 2 % железа, хрома и молибдена, или 3 % алюминия и 5 % хрома и др. Главными достоинствами титановых сплавов являются высокая жаростойкость, жаропрочность, коррозионная стойкость, значительное электрическое

сопротивление и благоприятная удельная прочность. С учетом этого титановые сплавы используют в авиационной промышленности. Из титановых сплавов делают детали обивки фюзеляжа, крыльев, хвостового оперения и др. В турбореактивных двигателях из них изготавливают моторные рамы, диски и лопатки компрессоров, распорные кольца и другие детали. Поплавки гидросамолетов производят из титанового сплава, обладающего стойкостью в морской воде.

Название сплава	Достоинства	Недостатки

Практическая работа №

Тема: Изучение износостойких сплавов.

Цель: Приобретение элементарных навыков изучения износостойких сплавов.

Оборудование: микроскоп, микрошлифы.

1. Изучить износостойкость, признаки износостойкости.
2. Расшифровать маркировки.
3. Сделать вывод о назначении износостойких сплавов.

Износостойкость – это свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определённых условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания. Износостойкость зависит от состава и структуры обрабатываемого материала, исходной твёрдости, шероховатости и технологии обработки детали, состояния ответной детали. Также существуют методы повышения износостойкости деталей благодаря нанесению специального износостойкого покрытия на поверхность детали. При этом износостойкость детали без покрытия может быть намного ниже, чем у детали с износостойким покрытием.

Признаки износостойкости

1. Работоспособность. Материал должен обладать способностью выдерживать высокие нагрузки при всех температурах и экономной смазке, т. е. и при граничном трении, при скоростях, колеблющихся от нуля до максимальных значений и меняющихся направлениях движений.

2. Склонность к заеданию, т. е. склонность к свариванию поверхностных частиц с сопрягаемым материалом, должна быть при совместной работе с материалом вкладыша возможно меньшей, даже тогда, когда вследствие точечного сопряжения и высокой нагрузки от попадания между поверхностями скольжения посторонних частиц или частиц от истирания возникнут временно значительные местные повышения температуры.

3. Хорошая прирабатываемость. При заданных условиях напряжения, движения и смазки должна быстро образовываться сплошная зеркальная рабочая поверхность с хорошей адгезией масла. Материал должен поддаваться полировке.

4. Хорошая резервная работоспособность. При временно недостаточной смазке или её временном отсутствии материал должен иметь способность в течение некоторого времени выдерживать заданную рабочую нагрузку без чрезмерного износа.

5. Изнашивание должно происходить так, чтобы от поверхности отделялись только мельчайшие частицы, которые, попадая между шейкой вала и вкладышем не нарушали работу; при изнашивании никогда не должны выкрашиваться частички В качестве износостойких сплавов применяют бронзы (БрОЦС5-5-5; БрОЦС4-4-17), оловянные баббиты марки Б83(пластичной основой является твердый раствор сурьмы в меди и олове), свинцовые баббиты с сурьмой Б16.

БрОЦС 5-5-5

БрОЦС 4-4-17

БрС30

ЛАЖ56-1-1

ЛМцОС 58-2-2

СЧ 40

КЧ 80-1,5

Практическая работа №

Тема: Изучение металлокерамических твердых сплавов.

Цель: Приобретение элементарных навыков изучения металлокерамических сплавов.

Оборудование: Таблицы.

1. Основные свойства и применение металлокерамических твердых сплавов.

2. Группы металлокерамики, маркировка, свойства, применение.

3. Расшифровать маркировки.

4. Сделать вывод по работе.

1. Металлокерамические твердые сплавы применяют в виде пластинок к режущему инструменту и инструменту для буров при бурении горных пород, а также в виде фильер для волочения. Некоторые мелкие режущие инструменты (сверла, развёртки, фрезы) изготовляют целиком из твердых сплавов. Металлокерамические твердые сплавы очень тверды (82...92 HRA) и способны сохранять режущую способность до температур 1000...1100°C. Эти сплавы представляют собой композиции, состоящие из особо твердых тугоплавких соединений в сочетании с вязким связующим металлом. Наибольшее практическое применение для производства металлокерамических твердых сплавов имеют карбиды WC, TiC и TaC. Связующим металлом в спеченных твердых сплавах является кобальт, а иногда никель и железо. В зависимости от состава карбидной фазы твердые сплавы разделяют на три основные группы: вольфрамовую (однокарбидные сплавы WC – Co (типа ВК)), титано-вольфрамовую (двухкарбидные сплавы WC – TiC – Co (типа ТК)), титано-тантало-вольфрамовую (трехкарбидные сплавы WC – TiC – TaC – Co (типа ТТК)).

2. Сплавы первой группы различаются по содержанию кобальта (2 ... 30%) и по зернистости карбидной фазы. С увеличением содержания кобальта растет вязкость сплава, но снижается твердость и износостойкость. Укрупнение зерен карбида вольфрама повышает вязкость сплава, но снижает твердость.

Однокарбидные сплавы применяют для изготовления режущих инструментов, предназначенных для обработки хрупких материалов: чугуна, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов (резины, фибры, пластмасс), а также нержавеющей и жаропрочных сталей, титана и его сплавов. Сплавы с низким содержанием кобальта ВК3, ВК3М, ВК4 применяют для чистовой и получистовой обработки, а сплавы ВК6, ВК6М, ВК8 – для черновой обработки. Вязкие сплавы с большим содержанием кобальта (более 20%) используют для оснащения штампового инструмента, работающего при

значительных ударных нагрузках. Мелкозернистые твердые сплавы (ВКЗМ, ВК6М) применяют при обработке твердых чугунов по литейной корке. Сплав ВК15 применяют для режущих инструментов по дереву. Для армирования горного инструмента используют сплавы марок ВК6, ВК6В, ВК4В, ВК8, ВК11В, ВК15. Из сплавов марок ВК6, ВК8, ВК15 изготавливают также фильеры и матрицы для волочения и прессования (выдавливания); сплавы ВК6 и ВК8 используют и при изготовлении деталей измерительных инструментов, работающих на износ. Для изготовления штампов используют сплавы марок ВК15, ВК20, ВК10КС, ВК20К, ВК20КС.

Сплавы второй группы благодаря высокой твердости и износостойкости применяют преимущественно при высокоскоростной обработке сталей резанием. Свойства сплавов определяются содержанием карбида титана и кобальта. С увеличением содержания TiC повышается износостойкость сплава и уменьшается его прочность, а увеличение содержания кобальта повышает вязкость и снижает твердость. Наивысшей для двухкарбидных сплавов износостойкостью и допустимой скоростью резания при чистовой обработке обладает сплав Т30К4. Сплавы Т15К6, Т5К10 предназначены для получистовой и черновой обработки углеродистых и легированных сталей (поковок, штамповок, отливок). Сплав Т5К12В применяют для тяжелой черновой обработки поковок, штамповок и отливок, а также для строгания углеродистых и легированных сталей.

Сплавы третьей группы применяют для черновой и чистовой обработки труднообрабатываемых материалов, в том числе жаропрочных сплавов и сталей. Добавка карбида тантала или ниобия оказывает положительное влияние на прочность и режущие свойства сплавов. К этой группе относятся следующие марки: ТТ7К12, ТТ7К15, ТТ8К6, ТТ20К9 и др.

Примеры расшифровки марок металлокерамических твердых сплавов:

ВК6 – содержит 6 % кобальта, остальное карбид вольфрама (94 %).

Т15К6 - содержит 6 % кобальта, 15 % карбида титана, остальное карбид вольфрама (79 %).

ТТ7К12 – содержит 12 % кобальта, 7 % карбида титана и карбида тантала, остальное карбид вольфрама (81 %).

Буква М обозначает мелкозернистую структуру и поэтому более высокую износостойчивость в сравнении с теми же марками нормальной зернистости; буквы В или КС в конце маркировки определяют более высокие эксплуатационную прочность и сопротивление ударам и выкрашиванию за счет крупнозернистой структуры; буква О указывает на содержание 2 % карбида тантала, что несколько увеличивает твердость и износостойкость сплава.

3. Для *изготовления* металлокерамических твердых сплавов порошкообразные составляющие тщательно перемешивают и смесь прессуют под давлением от 100 до 420 МПа. Полученные прессовки спекают в электропечах при температуре 1500 °С в атмосфере водорода или в вакууме. При спекании связующий металл (кобальт) расплавляется и, обволакивая зерна карбидов, связывает их. Твердые сплавы чаще изготавливают в виде стандартных пластин различной формы для оснащения ими резцов, фрез, сверл и других режущих инструментов. Пластины в режущем инструменте крепят либо медным припоем, либо механическим способом.

4.ВК3

ВКЗМ

ВК6

ВК10М

ВК10КС

ТТ7К12

ТТ10К9О

ВК11В

Учебное издание

Шейнова С.Ф.

**Методические рекомендации
по выполнению практических работ
по ОП.03 Материаловедение
для обучающихся II курса специальности
35.02.07 Механизация сельского хозяйства**

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 17.09.2019 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п.л. 1,50. Тираж 100 экз. Изд. №6479.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ