

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени
Жангир хана

Кафедра «Нефтегазовое дело и технология машиностроения»

Методические рекомендации

к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Материаловедение
и технология конструкционных материалов» для специальности
5В072400 «Технологические машины и оборудование»

Уральск 2014

Лытяков А.М., доцент, к.т.н.

Коломоец В.Н., ст. преподаватель

Рецензент: Кухта В.С., доцент, канд.техн.наук

Методические рекомендации

к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» для специальности 5В072400 – «Технологические машины и оборудование»

Обсуждены на заседании кафедры «Нефтегазовое дело и технология машиностроения» 23.12.2014г протокол № 5

Рекомендованы учебно-методическим бюро политехнического факультета 25.12. 2014г протокол № 5

Одобрены УМС университета , протокол №

Методические указания содержат рекомендации и требования по проведению лабораторных работ по предмету «Материаловедение и технология конструкционных материалов» для студентов обучающихся по специальности 5В072400 – «Технологические машины и оборудование».

Методические указания предназначены для студентов специальности 5В072400 – «Технологические машины и оборудование».

Целью методических указаний является ознакомление студентов с методами определения твердости, микроструктуры металлов, построения диаграммы состояния, структуры цветных металлов, порошковых сплавов. Пособие содержит достаточный объем справочных материалов и сведений, необходимых для выполнения лабораторных работ.

© РГП «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 2014

Содержание

1. Введение	4
2. Лабораторная работа №1. Тема: Изучение исходных материалов и продуктов металлургического производства	5
3. Лабораторная работа №2. Тема: Определение твердости	8
4. Лабораторная работа №3. Тема: Микроструктурный анализ металлов	13
5. Лабораторная работа №4. Тема: Определение критических точек и построение диаграммы состояния сплавов олово-цинк	18
6. Лабораторная работа №5. Тема: Изучение микроструктур углеродистых сталей в равновесном состоянии	21
7. Лабораторная работа №6. Тема: Отпуск закаленной стали и его влияние на ударную вязкость стали	24
8. Лабораторная работа №7. Тема: Изучение структуры цветных металлов и сплавов	28
9. Лабораторная работа №8. Тема: Изучение структуры и свойств порошковых сплавов	29
10. Лабораторная работа №9. Тема: Изучение свойств пластмасс	31
11. Лабораторная работа №10. Тема: Проектирование технологического процесса изготовления поковки	34
12. Лабораторная работа №11. Тема: Изучение оборудования для электродуговой сварки	37
13. Лабораторная работа №12. Тема: Определение режимов и технологических коэффициентов дуговой сварки	40
14. Лабораторная работа №13. Тема: Сварка пластмасс	43
15. Лабораторная работа №14. Тема: Токарные резцы	46
16. Лабораторная работа №15. Тема: Сверла, зенкеры, развертки	48
Литература	52

Введение

При изучении курса «Материаловедение и технология конструкционных материалов» выполнение лабораторных работ в значительной степени способствует развитию инженерного мышления у студентов, и приобретению ими необходимых навыков в изучении сталей, чугунов и других материалов. Наибольшие трудности у студентов возникают при выполнении самостоятельных работ. Практика выполнения лабораторных работ указывает на необходимость издания дополнительных рекомендаций, имеющих целью облегчить студентам выполнение лабораторных работ.

В настоящей методической разработке подробно рассмотрены основные разделы лабораторных работ, а также изложены устройства и принципы работы основного оборудования, предусмотренного программой курса «Материаловедение и технология конструкционных материалов» для студентов очного и заочного обучения машиностроительного факультета (специальность 5В072400 «Технологические машины и оборудование»).

Курс «Материаловедение и технология конструкционных материалов» предполагает изучение таких вопросов как закономерности формирования структуры материалов, строение и свойства материалов, режимы термической обработки, конструкционные материалы, материалы с высокими упругими свойствами, малой плотностью, высокой удельной плотностью, устойчивостью, устойчивые к воздействию температуры и рабочей среды, материалы с особыми тепловыми свойствами, электрическими свойствами, инструментальные материалы, порошковые и композиционные материалы, неметаллические материалы.

Лабораторная работа № 1

Тема: Изучение исходных материалов и продуктов металлургического производства

Задачи работы: ознакомиться с основными исходными материалами для производства черных металлов, с продукцией доменного производства, сортаментом проката.

Теоретические сведения:

Основными исходными материалами для производства черных металлов служат железные руды, топливо, флюсы.

Железная руда - горная порода, из которой экономически выгодно извлекать железо в промышленных масштабах. Железные руды состоят из рудной части и пустой породы с вредными примесями.

Промышленное применение имеют магнитные, красные, бурые и шпатовые железняки.

Магнитный железняк содержит 50-69% железа, имеет черный цвет, плотное строение и хорошо восстанавливается. Пустая порода кремнистая и глиноземистая.

Красный железняк содержит 55-65% железа, может иметь красный, серый или темно-синий цвет. Встречается в виде плотных кусков, а также в пылевидном состоянии. Легко восстанавливается. Пустая порода обычно кремнистая.

Бурый железняк содержит 35-40% железа и относится к бедным рудам. Встречается в виде кусков и в пылевидном состоянии. Хорошо восстанавливается.

Шпатовый железняк- сидерит содержит 30-40% железа, имеет светло-серый и желтовато-белый цвет, легко восстанавливается.

Железные руды загружают в доменную печь преимущественно в виде агломерата.

Агломерат- пористые куски руды, более удобные для переработки в чугуны, чем обычные железные руды. Для его получения мелкоизмельченную руду смешивают с 6-12% коксовой мелочи. Смесь поджигают на специальной установке, при этом мелкие куски руды спекаются, образуя агломерат.

Топливо - различные естественные и искусственные продукты, выделяющие при сжигании значительное количество тепла и допускающие рентабельное их использование. Топливо содержит органические соединения углерода, водорода, азота, кислорода, серы, а также влагу и золу. Топливо тем лучше, чем больше в нем углерода и водорода и чем меньше серы, влаги, золы.

В доменной печи в качестве топлива используют кокс (редко-древесный уголь). Получают кокс из коксующихся углей сухой перегонкой без доступа воздуха в специальных коксовальных печах при температуре 1000-1100 °С в течении 15-18 часов.

Кокс представляет собой ноздреватые куски черного цвета, имеющие прочность в два-три раза выше, чем у древесного угля.

В мартеновских печах используют три вида топлива: коксовальный, доменный, генераторный и природный газы, мазут и пылевидное топливо.

Коксовальный газ получают попутно при производстве кокса, доменный- при сжигании топлива в доменных печах, генераторный газ- при сжигании твердого топлива в газогенераторах.

Мазут получают при крекинговании нефти, пылевидное топливо- измельчением в дробилках каменных углей в тонкий порошок.

Флюсы предназначены для сплавления пустой породы и золы в шлак. Окислы, содержащиеся в железной руде, делятся на основные, кислотные и амфотерные. Основные и кислотные окислы при смешении их при высоких температурах образуют легкоплавкие соединения. Поэтому, если пустая порода содержит кремнезем, к ней добавляют обожженный известняк, если пустой породой служит основной окисел - флюсом должен быть кремнезем.

В доменных печах в качестве флюса применяют обожженный известняк.

Огнеупоры- материалы, которые выдерживают без разрушения высокую рабочую температуру печей (от 600 до 2000°С). Огнеупоры применяют в виде кирпичей, фасонных изделий, влажных и сухих порошков, набоек (сбитой массы) для кладки печей и облицовки ковшей.

Основной продукцией доменного производства являются чугун, побочной- шлаки и газы.

Шлаки- сплавы различных окислов, образующиеся в результате физико-химического взаимодействия их с флюсами. Доменные шлаки применяют для изготовления цемента, кирпича, гравия, стеклянной ваты и др.

Доменные газы - используют для отопления воздухонагревателей, котлов, коксовальных печей и других нагревательных установок.

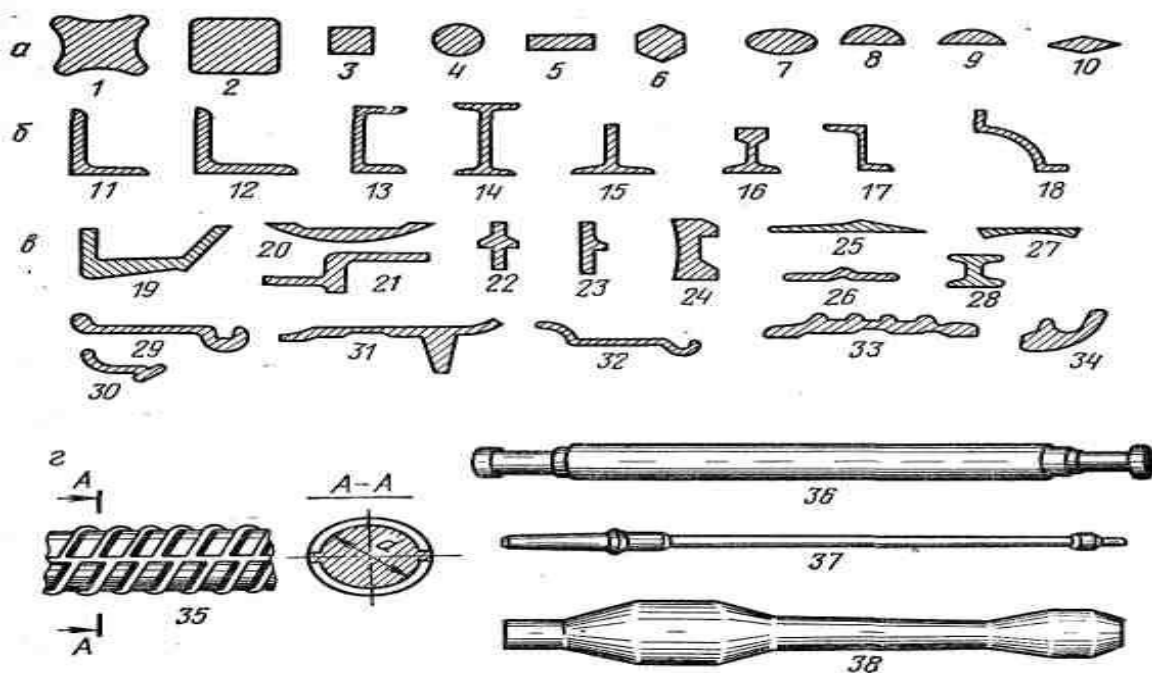


Рисунок 1.Сортамент изделий, полученных прокаткой:

а)прокат простого профиля, б)сложного профиля ,в)профиля специального назначения , г)периодического профиля.

Сортамент проката делят на следующие группы : а) простого профиля: фасонный-1, квадратный-2,3, круглый -4, полосовой-5, шестигранный-6, овальный-7, полуовальный-8, сегментный-9, ромбовидный-10, б)сложного профиля: неравнобокий-11, равнобокий-12, швеллерный-13, двутавровый-14, тавровый-15, рельсовый-16, зетовый-17, квадратный-18, в)профиля специального назначения (19-34) и г)периодического профиля: арматурная сталь-35, заготовка вагонной оси-36, полуось автомобиля-37, заготовка шатуна двигателя автомашины- 38.

Порядок выполнения работы:

1.Изучить исходные материалы и продукцию металлургического производства.

2.Ознакомиться с образцами железных руд, топлива, флюсов, огнеупоров, чугунов, шлаков и профилей проката и описать их особенности.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить описание образцов изучаемых руд (наименование, химическая формула соединения железа, цвет, примерное содержание железа), кокса, огнеупорных материалов (наименование, химическая формула, примерная температура

плавления), перечень и область применения чугунов, основные виды сортамента проката.

Контрольные вопросы:

1. Что такое агломерат?
2. Что такое топливо, что используют топливом при выплавке чугуна?
3. Что такое флюсы, для чего их применяют?
4. Что такое огнеупоры и для чего их применяют?
5. Что является продукцией доменного производства?
6. Какие существуют группы сортамента проката?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов / С. Н. Колесов - М. : Высшая школа, 2007.

Лабораторная работа №2

Тема: Определение твердости металлов

Задачи работы: ознакомиться с устройством приборов Бринелля и Роквелла и овладеть методикой определения твердости металлов, определить влияние содержания углерода на твердость отожженной углеродистой стали.

Теоретические сведения:

Твердостью называют свойство металла оказывать сопротивление проникновению в него другого более твердого тела, не получающего при этом остаточной деформации. Твердость металлов чаще определяют одним из двух методов: Бринелля или Роквелла. Эти методы отличаются простотой, возможностью применять их на готовом изделии без его разрушения.

Метод Бринелля основан на том, что в металл под нагрузкой вдавливают закаленный стальной шарик определенного диаметра D , мм (рисунок 2) и по величине диаметра шарового отпечатка d судят о его твердости. Твердость по Бринеллю (HB) определяется из выражения

$$HB = P/F$$

где Р - нагрузка, кН (кгс),

F-площадь поверхности шарового отпечатка, мм²

Выразив площадь поверхности отпечатка через диаметр шарика и диаметр отпечатка получаем формулу

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

Нагрузка Р, диаметр шарика D и продолжительность выдержки шарика под нагрузкой выбираются по таблице 1.

Таблица 1.Зависимость диаметра шарика и нагрузки от твердости и толщины испытываемого образца.

Материал	Твердость НВ, кгс/мм ²	Толщина образца, мм	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка Р, кгс	Выдержка, с
Черные металлы	140-450	Более 6	10 5	3000 750	10
		6-3 Менее 3	2,5	187,5	
	Менее 140	Более 6	10 5	1000 250	10
		6-3 Менее 3	2,5	62,5	
Цветные металлы	35-130	Более 6	10 5	1000 250	30
		6-3 Менее 3	2,5	62,5	
	8-35	Более 6	10 5	250 62,5	60
		6-3 Менее 3	2,5	15,6	

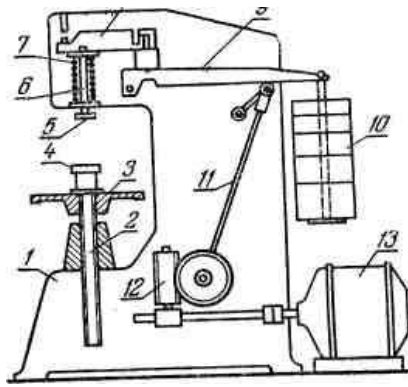


Рисунок 2. Схема прибора Бринелля.

Прибор Бринелля имеет станину 1. Испытуемый образец устанавливают на предметный столик 4. Вращая маховик 3, винтом 2 поднимают образец до соприкосновения его с шариком 5 и далее до полного сжатия пружины 6.

Пружина создает предварительную нагрузку на шарик, равную 1 кН (100 кгс), что обеспечивает устойчивое положение образца во время нагружения. После этого включают электродвигатель 13 и через червячную передачу редуктора, шатун 11 и систему рычагов 8,9 с грузами 10 создают заданную полную нагрузку на шарик. На испытуемом образце получается шаровой отпечаток. После разгрузки прибора образец снимают и определяют диаметр отпечатка специальной лупой. За расчетный диаметр отпечатка принимают среднее арифметическое значение измерений в двух взаимно перпендикулярных направлениях. По диаметру отпечатка в таблице справочника при шарике диаметром 10 мм и нагрузке 30 кН (3000 кгс) находят соответствующее число твердости НВ и записывают, например, НВ 302. Твердость, измеренная по методу Бринелля для ряда металлов, связана эмпирической зависимостью с пределом их прочности при растяжении G_b . Для кованной и катанной углеродистой стали $G_b = 0,36 \text{ НВ}$, для легированных сталей $G_b = (0,33 - 0,35) \text{ НВ}$, для стального литья $G_b = (0,3 - 0,4) \text{ НВ}$.

К недостаткам метода Бринелля необходимо отнести невозможность испытания металлов, имеющих твердость более НВ450, или толщину менее 2 мм, остаточные следы деформации на поверхности изделия. При испытании металлов с твердостью НВ450 возможна деформация шарика, вследствие чего результаты будут неточными.

Метод Роквелла основан на том, что в испытуемый образец вдавливаются алмазный конус с углом при вершине 120° или резе закаленный стальной шарик диаметром 1,59 мм. Алмазный конус используют для твердых металлов, а шарик - для мягких. Алмазный конус или шарик вдавливают в испытуемый образец под действием

двух последовательно прикладываемых нагрузок- предварительной P_0 , равной 0,1 кН (10 кгс), и основной P_1 .

При вдавливании алмаза к нему прилагается общая нагрузка P , равная 0,6 кН (60 кгс) или 1,5 кН (150 кгс), а при вдавливании шарика - 1 кН (100 кгс). Соответственно этим нагрузкам на индикаторе прибора имеются шкалы: черные А и С и красная В. Шкалой А пользуются при измерении твердости изделий с очень твердым поверхностным слоем, полученным посредством химико-термической обработки, а также твердых сплавов с твердостью до HRC67. Шкалой В пользуются при измерении твердости незакаленных сталей, цветных металлов и сплавов, имеющих твердость до HRB100. Числа твердости по Роквеллу HR измеряются в условных единицах и определяются по формулам:

$$HRC=100-h-h_0/0,002$$

при вдавливании алмазного конуса

$$HRB=130-h-h_0/0,002$$

при вдавливании шарика

где 100- число черных делений шкалы С циферблата индикатора прибора,

130-число красных делений шкалы В,

h_0 - глубина внедрения алмаза (шарика), мм, под действием предварительной нагрузки,

h -глубина внедрения алмаза (шарика), мм, под действием общей нагрузки

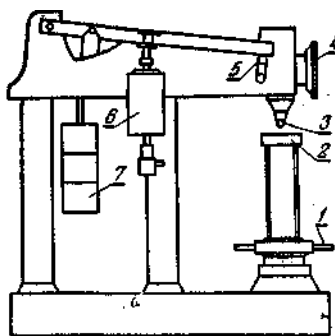


Рисунок 3. Схема прибора Роквелла.

Чтобы получить у мягкого металла на приборе малую твердость, а у твердого металла- высокую твердость, полученное число

делений ($h-h_0/0,002$) вычитается из общего числа делений 100 для шкалы С или из 130 для шкалы В.

Хорошо зачищенный испытуемый образец устанавливают на предметный столик 2. Затем вращением штурвала 1 по часовой стрелке поднимают образец до соприкосновения с алмазом или шариком 3. При дальнейшем вращении штурвала начинают перемещаться малая и большая стрелки циферблата индикатора 4 и создается предварительная нагрузка, равная 0,1 кН (10 кгс), препятствующая смещению образца во время испытания. Когда малая стрелка совместится с красной точкой, нанесенной на циферблат, вращение штурвала следует прекратить. После этого циферблат индикатора поворачивают так, чтобы нулевое деление черной шкалы С стало против конца большей стрелки и соответственно против 30 деления красной шкалы В. Красная шкала В смещена относительно нулевого деления черной шкалы С на 30 делений, так как при испытании шариком большая стрелка может поворачиваться более чем на 100 делений. Поворотом рукоятки 5, расположенной с правой стороны прибора, в направлении от себя или включением электрического привода посредством грузов 7 создают основную нагрузку Р1 на алмаз (шарик). Благодаря масляному демпферу 6 грузы плавно опускаются, алмаз (шарик) вдавливаются в металл, а большая стрелка циферблата поворачивается влево, в сторону уменьшения числовых значений твердости. После остановки большой стрелки через 1-3с поворотом рукоятки 5 в направлении на себя, а у электрического прибора автоматически, снимается основная нагрузка. При этом большая стрелка поворачивается в обратном направлении и останавливается против деления, показывающего значение твердости испытуемого металла.

За число твердости принимают среднее арифметическое значение, полученное при трех испытаниях.

Метод Роквелла отличается простотой и высокой производительностью, обеспечивает сохранение качественной поверхности после испытаний, позволяет испытывать металлы и сплавы как низкой, так и высокой твердости, при толщине изделия (слоя) до 0,8 мм. Этот метод не рекомендуется применять для сплавов с неоднородной структурой (чугуны серые, ковкие и высокопрочные).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с устройством приборов Бринелля и Роквелла и методикой измерения твердости.

2. Измерить твердость отожженных сталей марок 30,60 и У10 на приборе Бринелля со стальным шариком диаметром 10 мм при нагрузке 30 кН (3000 кгс).

3.Измерить твердость отожженных сталей марок 30, 60 и У8 на приборе Роквелла со стальным шариком диаметром 1,59 мм при нагрузке 1 кН (100 кгс).

4.Результаты измерений твердости сталей внести в протокол испытаний.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить понятие о твердости, области применения приборов, преимущества и недостатки определения твердости по Бринеллю и по Роквеллу, схему прибора для определения твердости, протокол результатов испытаний, график зависимости твердости от содержания углерода в стали. В выводах указать факторы, влияющие на твердость стали, объяснить полученный график.

Контрольные вопросы:

- 1.Что такое твердость стали?
- 2.В чем сущность определения твердости методом Бринелля?
- 3.В чем сущность определения твердости методом Роквелла?
- 4.Недостатки метода Бринелля?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Адаскин А. М. Материаловедение / А. М. Адаскин - М. : Издательский центр Академия , 2004.

Лабораторная работа №3

Тема: Микроструктурный анализ металлов

Задачи работы: Освоить технологию приготовления микрошлифов, ознакомиться с устройством металлографического микроскопа, изучить микроструктуры шлифа до и после травления, уяснить практическое значение данного метода и принцип выявления структур.

Теоретические сведения:

Микроанализ применяют для изучения внутреннего строения металлов и сплавов на оптическом микроскопе при увеличении от 50 до 1500 раз или электронном при увеличении до 100000 раз. Впервые в мире микроскоп для изучения строения стали был применен в 1831

году инженером Павлом Петровичем Аносовым, работавшим в то время на Златоустовском металлургическом заводе.

Для проведения микроисследования от изучаемой детали или заготовки отрезают образец, который специально обрабатывают для придания одной из его поверхностей прямолинейности и зеркального блеска. Образец, подготовленный к микроанализу, называется микрошлифом. На практике приходится изготавливать шлифы малых и больших размеров. При изготовлении микрошлифов малых размеров (проволока, стружка, листы и др.) для их надежного крепления используют специальные струбцины или заливают шлифы легкоплавким сплавом с температурой плавления 68°C, серой или пластмассой.

Для проведения микроанализа необходимо: изготовить шлиф, изучить под микроскопом структуру металла на полированной поверхности шлифа (до травления), выявить структуру полированной поверхности травлением, изучить под микроскопом структуру протравленной поверхности шлифа.

Изготовление микрошлифа включает следующие операции: отрезка образца, его торцовка, шлифование и полирование.

Отрезка образца нужных размеров проводится резцом, или ножовкой, или дисковым шлифовальным кругом при охлаждении водой или эмульсией, чтобы не было нагрева образца свыше 150° С и его структурных изменений.

Торцовка шлифа осуществляется с целью придания прямолинейности одной из его поверхностей и проводится опиловкой напильником или шлифовальным кругом.

Шлифование необходимо для удаления рисков, оставшихся от торцовки. Это достигается обработкой поверхности шлифа шлифовальной бумагой различной зернистости (разных номеров). Для предварительного чернового шлифования берут бумагу номеров 12-6. Заканчивают шлифование бумагой номерами 5-3 с мелкими абразивными зёрнами. Шлифование проводится вручную или на специальном шлифовальном станке. Вручную образец шлифуют так. Наждачную бумагу кладут на толстое стекло, затем образец прижимают к бумаге и, удерживая его тремя пальцами, перемещают по ней в одном направлении, но обязательно перпендикулярно рискам от предыдущей обработки. Этого правила необходимо придерживаться и при переходе с одного номера шлифовальной бумаги на другой для удобства наблюдения за выведением рисков и ускорения процесса шлифования.

Полирование проводится на тонкошерстном сукне, смоченном взвесью окиси алюминия или окиси хрома в воде. Частицы окиси металлов весьма тверды, поэтому они во время полирования

действуют на металл как абразивное вещество, т.е. производят резание. Так как эти частицы весьма дисперсны, они способны снимать мельчайшие неровности, делая поверхность шлифа зеркального вида, без рисков даже при рассмотрении под микроскопом. Готовый полированный шлиф последовательно тщательно промывают водой, спиртом и сушат, прикладывая (промакая) фильтровальную бумагу.

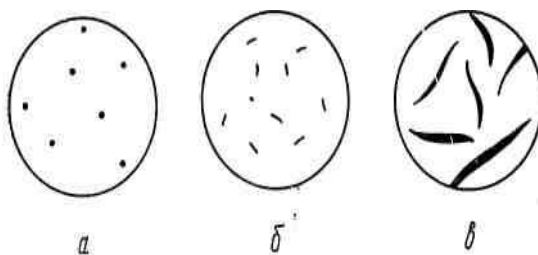


Рисунок 4. Неметаллические включения в стали и в чугуне:

а) оксиды, б) сульфиды, в) графит

Изучение полированной поверхности шлифа под микроскопом преследует цель определения качества его изготовления (отсутствие следов обработки) и установления характера расположения и размеров микроскопических трещин, неметаллических включений-графита, сульфидов, оксидов и др. в металлической основе (имеет светлый вид при рассмотрении под микроскопом).

Неметаллические включения в стали и в чугуне:

а) оксиды, б) сульфиды, в) графит.

Выявление структуры металлической основы шлифа после полирования осуществляется травлением его реактивом. Для стали и чугуна чаще всего применяют 2-5%-ный раствор азотной кислоты в этиловом спирте. Полированную поверхность шлифа погружают в реактив на 3-15 с или протирают ватой, смоченной в реактиве, до появления ровного матового оттенка без наличия каких-либо пятен. Затем шлиф промывают в спирте или воде и просушивают фильтровальной бумагой.

Известно, что любой металл или сплав является поликристаллическим телом, т. е. состоит из большого числа различно ориентированных кристаллитов или зерен. На границах зерен (даже чистейших металлов) обычно располагаются различные примеси. Эти примеси и структурные составляющие неоднородного строения (механические примеси) под действием реактива образуют микроскопические гальванические пары, что способствует более быстрому их растворению. Однофазные структуры (чистые металлы,

твердые растворы, химические соединения) травятся медленнее. В результате неодинаковой степени протравливания структурных составляющих на поверхности шлифа создается микрорельеф.

Изучение протравленной поверхности шлифа под оптическим микроскопом позволяет увидеть микрорельеф поверхности, представляющий собой сочетание света и тени. Это объясняется неодинаковой степенью протравливания структурных составляющих, которые по разному отражают свет. Структура, растворившаяся на большую глубину, под микроскопом имеет темный цвет, так как дает больше рассеивающих лучей, структура же, растворившаяся меньше, имеет светлый цвет (рисунок 5,а). Границы зерен будут видны в виде тонкой темной сетки (рисунок 5,б). Часто зерна одного и того же строения под микроскопом могут иметь различные оттенки. Это объясняется тем, что в плоскости шлифа находятся сечения различных зерен и их границы. Каждое зерно в плоскости шлифа имеет свое сечение кристаллической решетки с различным количеством в нем атомов, а следовательно и свойства зерен отличаются друг от друга способностью протравливаться, прочностью и др. Такое явление называется анизотропией.

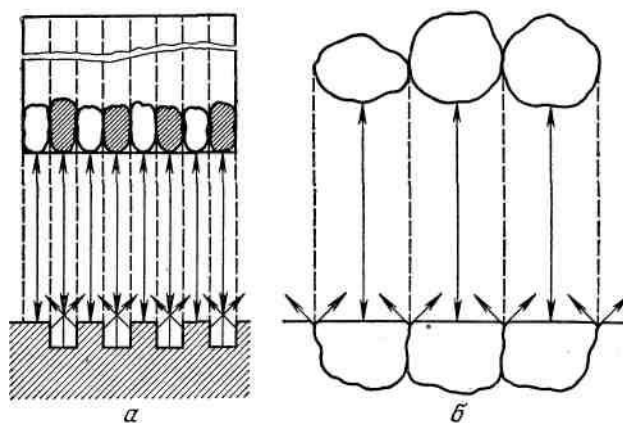


Рисунок 5.Схемы, поясняющие видимость под микроскопом:

- а) зерна во впадинах- темного цвета, выступающие – светлого,
- б) границы зерен металлов и твердых растворов.

Строение металла, наблюдаемое в металлографическом микроскопе, называется микроструктурой, которая представляет собой изображение весьма малого участка поверхности, составленное из отраженных от него световых лучей.

Увеличение микроскопа определяется произведением увеличения окуляра на увеличение объектива. Объектив дает обратное увеличенное

действительное изображение. Окуляр, как обычная лупа, укрупняет изображение, полученное объективом.

В результате изучения микроструктуры можно установить: количество структурных составляющих сплава и характер их расположения, величину зерен (путем их сопоставления со специально установленной шкалой или непосредственным измерением, зная величину увеличения), вид термической обработки и правильность выбора ее режима (температуры нагрева, скорости охлаждения), приближенное содержание некоторых элементов (углерода) в отожженных сталях.

Между структурой и свойствами металлов и сплавов существует прямая зависимость. Поэтому в практике металловедения микроанализ является одним из основных методов, позволяющий изучить строение металлов и сплавов, а следовательно, получить сведения об их свойствах.

Порядок выполнения работы:

1. Механически обработать образец для приготовления микрошлифа (шлифование, полирование).
2. Изучить микроструктуру шлифа под микроскопом.
3. Зарисовать схему увиденной микроструктуры, указав строение сплава (неметаллические включения, металлическую основу). Пользуясь шкалой балов, определить балл оксидов и сульфидов.
4. Протравить шлиф реактивом.
5. Изучить микроструктуру шлифа под микроскопом после травления.
6. Зарисовать схему увиденной микроструктуры после травления, указав строение сплава (границы зерен, зерна однородного и неоднородного строения, размер зерна). Пользуясь шкалой величины зерна, определить их размер.
7. Определить общее увеличение микроскопа.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить технологию приготовления микрошлифов, реактив, применяемый для травления стали и чугуна, оптическую схему металлографического микроскопа и ее краткое описание, схемы микроструктур и их описание. В выводах указать особенности строения исследуемого металла, выявленные микроанализом до травления и после травления, наличие неметаллических включений, дефектов, размер, форму зерен и их влияние на краснеломкость, прочность.

Контрольные вопросы:

1. Для чего применяют микроанализ?
2. Какие операции включает в себя приготовление микрошлифа?
3. Что можно установить в результате изучения микроструктуры?
4. Какие неметаллические включения встречаются в стали и в чугунах?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Алексеев В. С. Материаловедение, конспект лекций / В. С. Алексеев - М. : Эксмо, 2008.

Лабораторная работа №4

Тема: Определение критических точек и построение диаграммы состояния сплавов олово-цинк

Задачи работы: Освоить методику построения кривых охлаждения металлов и сплавов и определения на них критических точек методом термического анализа, построить диаграмму состояния сплавов олово-цинк.

Теоретические сведения:

Диаграмма состояния сплавов является графическим изображением изменения фазового и структурного состояния сплавов в зависимости от их концентрации и температуры. Наиболее часто для построения диаграммы состояния используется термический метод. Этот метод отличается простотой и достаточной надежностью. Он основан на том, что любые изменения в состоянии металла или сплава, происходящие в них при нагревании или охлаждении, сопровождаются поглощением или выделением тепла. Температуры, при которых происходят эти изменения, а также соответствующие им точки на кривой нагрева или охлаждения сплава, называются критическими.

Кривая охлаждения для чистого металла имеет точки а и б имеют одну критическую температуру и соответствуют началу и концу затвердевания металла. Определение температур кристаллизации-затвердевания металлов и сплавов - обычно проводят с помощью термоэлектрического пирометра, состоящего из термопары и высокочувствительного гальванометра (рисунок 6).

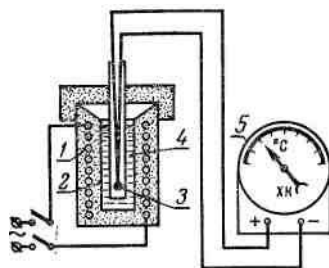


Рисунок 6.Схема установки для определения критических точек металлов и сплавов: 1-электропечь, 2-тигель, 3-термопара, 4- расплавленный металл, 5- гальванометр.

В работе изучается построение диаграммы состояния сплавов олово-цинк, которые в жидком состоянии образуют раствор с неограниченной растворимостью, а в твердом состоянии мелкую механическую смесь этих элементов- эвтектику. Для построения диаграммы состояния используют чистые металлы олово и цинк и ряд их сплавов, например доэвтектический (4% цинка и 96% олова), эвтектический (9% цинка и 91 олова) и заэвтектический (30% цинка и 70% олова). Чем больше взято сплавов, тем точнее получается диаграмма. Затем для каждого сплава и металлов строят кривые охлаждения, определяют на них положение критических точек и соответствующие им температуры. Построение кривых охлаждения показано в левой части рисунка.

Диаграмма состояния строится в координатах концентрация-температура, т. е. по оси абсцисс откладывается процентное содержание цинка в исследуемых сплавах- 4%, 9% и 30%, а на ординаты, соответствующие этим сплавам, с их кривых охлаждения сносят температуры критических точек. Полученные точки соединяют линиями. Линия ACB соответствует началу затвердевания сплава и называется линией ликвидус. Линия DCE соответствует концу затвердевания сплава и называется линией солидус. Левее точки С сплавы называются доэвтектическими, правее точки С заэвтектическими.

Рассмотрим процесс кристаллизации доэвтектического сплава на примере его кривой охлаждения. Для анализа кривых охлаждения применяют правило фаз (правило Гиббса), которое выражается формулой

$$C=K-Ф+1$$

где C -число степеней свободы, т.е.число внешних факторов (температура и концентрация), которые можно изменять без изменения числа фаз в сплаве,

K - число компонентов, в сплавах олово-цинк $K=2$ (олово и цинк),

Φ - число фаз.

Фазой называется химически однородная часть сплава, отделенная от других его частей поверхностью раздела. Фазами могут быть химические элементы, химические соединения, жидкости и твердые растворы.

Выше точки 1 сплав находится в жидком состоянии (Ж) и имеется одна фаза и тогда $C=2-1+1=2$. При двух степенях свободы в этой области может изменяться концентрация и температура и сплав остается однородным жидким. Кривая охлаждения круто опускается вниз.

В точке 1 на линии ликвидус начинается процесс кристаллизации-выделение кристаллов олова из жидкого сплава, который продолжается до точки 2, и кривая охлаждения снижается полого. Между точками 1 и 2 существуют две фазы- жидкая и твердая и $C=2-2+1=1$. При одной степени свободы независимой переменной является только температура.

Концентрация жидкой части сплава из-за выпадания из нее олова с понижением температуры меняется по линии AC и в точке 2 на линии DCE достигает эвтектического содержания, соответствующего определенной концентрации (точка C). Вследствие этого между точками 2-2 (линия DCE) оставшийся жидкий сплав кристаллизуется в эвтектику, состоящую из олова и цинка, и имеются три фазы (кристаллы олова, кристаллы цинка и жидкий сплав).Число степеней свободы $C=2-3+1=0$. При этом настолько много выделяется тепла, что температура остается постоянной.

Порядок выполнения работы:

Работа выполняется несколькими бригадами студентов. Количество бригад соответствует числу тиглей со сплавами и чистыми металлами.

1.Взять тигли с чистыми оловом,цинком и тремя сплавами: доэвтектическим (4% цинка), эвтектическим (9% цинка) и заэвтектическим (30% цинка), нагреть на 20-30°C выше температуры плавления металла. Температуру нагрева замерить гальванометром термопары.

2.Выключить ток и охлаждать тигли с расплавленными металлами и сплавами, фиксируя показания гальванометра через 10-15 сек. После

затвердения металла и получения температурной площадки на кривой охлаждения снимается еще 3-5 показаний гальванометра.

3. По результатам опытов построить на миллиметровой бумаге кривые охлаждения и для каждой кривой указать процентный состав сплава.

4. По кривым охлаждения построить диаграмму состояния сплавов олово-цинк. Критические точки кривых охлаждения, перенесенные для соответствующих концентраций на диаграмму состояния, обвести кружками. В случае рассева опытных точек допустимо проведение средних линий.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить назначение термического метода построения диаграмм состояния, схему установки для исследования металлов и сплавов термическим методом, протокол опытных данных, кривые охлаждения и диаграмму состояния сплавов олово-цинк и чистых металлов. В выводах сделать анализ превращений при охлаждении или нагревании одного из сплавов с применением правила фаз.

Контрольные вопросы:

1. Для чего используется диаграмма состояния?
2. Какие точки называют критическими?
3. Что называется фазой?
4. Для чего используется правило фаз?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Барташевич А. А. Материаловедение / А. А. Барташевич - Ростов н/Д Феникс, 2004г.

Лабораторная работа №5

Тема : Изучение микроструктур углеродистых сталей в равновесном состоянии

Задачи работы: Получить навыки в проведении микроанализа структур углеродистых сталей и определении по ним типа сплава, содержания углерода, примерной марки стали и практического применения установленного сплава.

Теоретические сведения:

Микроструктура углеродистых сталей в равновесном состоянии, полученная после медленного охлаждения (отжига), может быть определена по левой нижней части диаграммы состояния железо-цементит. Сплавы железа с углеродом, содержащие углерода до 0,025%, называют технически чистым железом. Его структура состоит из светлых зерен феррита с хорошо видными темными границами. Железоуглеродистые сплавы, содержащие углерода от 0,025% до 2,14%, называют сталями. По структуре в равновесном состоянии стали делятся на доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные.

Доэвтектоидные стали содержат от 0,025 до 0,8% углерода. Структура этих сталей состоит из светлых зерен феррита и темных зерен перлита. С увеличением содержания углерода уменьшается количество феррита, возрастает количество перлита.

Эвтектоидная сталь содержит 0,8% углерода и состоит только из перлита, имеющего пластинчатое строение.

Заэвтектоидные стали содержат от 0,8 до 2,14% углерода. Их структура состоит из перлита и вторичного цементита. При медленном охлаждении вторичный цементит располагается по границам зерен перлита в виде сетки или ручейков белого цвета. Чтобы отличить цементит от феррита, применяют специальный реактив-пикрат натрия, который окрашивает цементит в темный цвет и совершенно не действует на феррит. Выделение вторичного цементита по границам зерен перлита нежелательно, так как такая структура обладает повышенной хрупкостью и плохо обрабатывается резанием. Чем больше содержание углерода, тем более широкой получается цементитная сетка и меньше образуется перлита.

Таким образом, с увеличением содержания углерода в углеродистых сталях, находящихся в равновесном состоянии, меняется их структура и фазовый состав: уменьшается количество мягкого феррита, увеличивается количество твердого цементита и в соответствии с этим возрастают твердость НВ, предел прочности σ_B , уменьшаются пластичность δ и ударная вязкость α_K . При содержании углерода свыше 1% предел прочности снижается, что объясняется образованием в структуре стали по границам зерен сплошной цементитной сетки.

По структуре стали, находящейся в равновесном состоянии, можно приближенно определить содержание углерода, а затем установить марку стали. Для этого на микроструктуре, рассматриваемой под микроскопом, ориентировочно определяют площади, занимаемые перлитом, ферритом, цементитом. Принимают содержание углерода в феррите равным нулю, в 100% перлита-0,8%, а в 100% цементита-6,67%С.

Например, пусть в доэвтектоидной стали перлит занимает 25% всей площади, феррит-75%. Тогда содержание углерода в стали можно определить из пропорции:

100% перлита-0,8%С

25% перлита-х% С

Откуда $x = 25 \cdot 0,8 / 100 = 0,2\% \text{ С}$

Такое содержание углерода имеет конструкционная сталь марки 20.

По структуре заэвтектоидной стали не рекомендуется определять содержание углерода, так как с увеличением его содержания мало изменяется площадь, занимаемая цементитом, и можно сделать грубую ошибку в расчете.

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотреть и изучить микрошлифы под микроскопом, определить структурные составляющие, указать класс стали (доэвтектоидная, эвтектоидная, заэвтектоидная).
2. По структуре подсчитать содержание углерода.
3. Зарисовать схемы микроструктур.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить участок диаграммы состояния железо-цементит для сталей и указать, как влияет увеличение содержания углерода на структуру и механические свойства стали, описать строение и свойства структурных составляющих, напротив зарисованных схем микроструктур указать: структурные составляющие, класс стали, содержание углерода, марку стали, механические свойства (НВ, Гв, δ - используя справочный материал).

Контрольные вопросы:

1. Что называется технически чистым железом?
2. На какие группы подразделяются стали по структуре?
3. Как влияет содержание углерода на механические свойства стали?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Фетисов Г. П. Материаловедение и технология металлов / Г. П. Фетисов - М. : Высшая школа, 2006.

Лабораторная работа №6

Тема: Отпуск закаленной стали и его влияние на ударную вязкость стали

Задачи работы: Ознакомиться с оборудованием для проведения отпуска и определения ударной вязкости, уяснить влияние различных режимов отпуска на свойства закаленной стали.

Теоретические сведения:

Закаленная на мартенсит сталь, имея высокую твердость, характеризуется низкими ударной вязкостью, пластичностью и пределом упругости, высокими внутренними напряжениями и поэтому мало пригодна для использования.

При отпуске изменяется структура закаленной стали (как результат диффузионных процессов) и ее свойства: повышаются ударная вязкость, предел упругости, пластичность, снижаются внутренние напряжения и твердость. Отпущенная сталь по сравнению с неотпущенной менее напряжена и хрупка. В зависимости от температуры нагрева различают следующие виды отпуска: низкий, средний и высокий.

Низкий отпуск- закаленные изделия нагревают и выдерживают в течение заданного времени в интервале температур 150-200°C. Структура закаленной стали до отпуска состоит из тетрагонального мартенсита или тетрагонального мартенсита и остаточного аустенита, причем остаточный аустенит характерен для высокоуглеродистых сталей. В процессе низкого отпуска атомы углерода диффундируют из решетки тетрагонального мартенсита и образуют высокодисперсный карбид железа. Концентрация углерода в решетке мартенсита постепенно снижается, что приводит к снижению тетрагональности мартенсита. При этом образуется отпущенный мартенсит, представляющий собой совокупность перенасыщенного твердого раствора углерода в α -железе и высокодисперсного не отделившегося от него карбида железа. Такая структура обеспечивает почти ту же твердость и износостойкость, как и после закалки, но при этом снижаются остаточные напряжения, повышается ударная вязкость и пластичность. Низкотемпературному отпуску подвергают режущий и измерительный инструмент, а также детали машин.

Средний отпуск- закаленные изделия нагревают и выдерживают в течение определенного времени при температурах 350-500°C. В указанном интервале температур завершается диффузионное превращение остаточного аустенита в отпущенный мартенсит, карбиды

полностью обособляются от решетки мартенсита, укрупняется карбидно-ферритная смесь и наблюдается дальнейшее снижение твердости. Завершается диффузия углерода из мартенсита и уменьшаются остаточные напряжения. Структура среднеотпущенной стали состоит из троостита отпуска, представляющего собой очень мелкодисперсную смесь феррита с цементитом. В результате среднего отпуска сталь приобретает повышенную прочность и упругость при твердости HB450-500. Среднему отпуску подвергают закаленные изделия, которые должны иметь максимальные упругие свойства при относительно высокой твердости: пружины, рессоры, ударный инструмент- зубила, штампы и др.

Высокий отпуск - закаленные изделия нагреваются в течение заданного времени в интервале температур 500-650°C. Процесс сопровождается укрупнением и округлением цементитных частиц в ферритной основе. В результате высокого отпуска получается структура, называемая сорбитом отпуска. Высокому отпуску подвергают детали, испытывающие ударные и знакопеременные нагрузки: шатуны двигателей, полуоси, оси автомобилей и тракторов, болты, пальцы, валы и многие другие детали. Закалку с последующим высоким отпуском часто называют улучшением стали.

Время выдержки при отпуске зависит от температуры отпуска и размера деталей. Оно должно быть достаточным для завершения процессов диффузии в закаленной стали. В противном случае эффективность отпуска понижается. Время выдержки при отпуске особенно легированных сталей несколько больше времени выдержки при нагреве под закалку. При низких температурах выдержка больше, чем при высоких. Охлаждение углеродистых сталей после отпуска можно проводить с любой скоростью, поскольку оно не вызывает в стали каких-либо дополнительных структурных превращений. Однако чрезмерно быстрое охлаждение может вызвать образование термических напряжений (особенно в деталях сложной формы). Поэтому обычно охлаждение производят на воздухе.

На рисунке 7 представлен график изменения механических свойств стали 40 (твердости HB, прочности σ_B , пластичности δ и ударной вязкости α_K) в зависимости от температуры отпуска. Особенно значительно нагрев при отпуске влияет на изменение ударной вязкости стали.

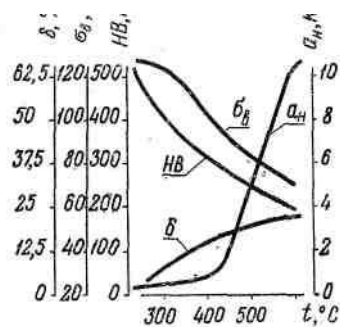


Рисунок 7. Механические свойства стали 40 в зависимости от температуры отпуска.

Под ударной вязкостью понимается работа, затраченная при динамическом разрушении образца с надрезом и отнесенная к площади поперечного сечения в месте надреза. Значение ударной вязкости определяют по формуле

$$a_n = A/F$$

где A - работа, затраченная на разрушение образца, кгс * м

F - площадь поперечного сечения образца, см²

Так как многие детали машин, изготовленные из стали, работают в условиях значительных динамических и ударных нагрузок, то ударная вязкость является важнейшей характеристикой стали. Испытания на ударную вязкость проводятся на маятниковом копре. Схема его действия и стандартный образец для испытания показаны на рисунке 8. Маятник поднимают на некоторую высоту h_1 и закрепляют в этом положении защелкой. Затем ставят образец, надрезом в сторону, противоположную удару бойка. При освобождении защелки маятник падает, разрушает образец и поднимается на высоту h_2 . Работа, затраченная на разрушение образца, равна

$$A = (h_1 - h_2)G$$

где G - масса маятника, кг

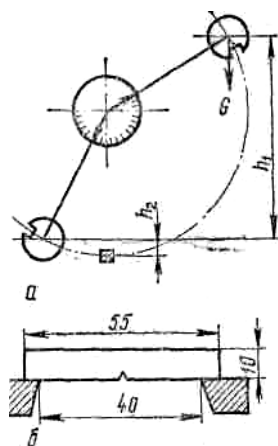


Рисунок 8. Испытания образцов на ударную вязкость:

а) схема маятникового копра, б) схема установки образца.

На приборе значение работы определяется по шкале. Ударная вязкость стали зависит от конструкции детали, качества поверхности, химического состава стали и ее макро и микроструктуры. Наличие в деталях резких переходов в сечении, надрезов, выточек, вырезов и т.д. вызывает концентрацию в них напряжений, что значительно снижает ударную вязкость стали. Ударная вязкость уменьшается также при наличии на поверхности деталей рисок, царапин, следов механической обработки и других дефектов. У металлов и сплавов, имеющих волокнистое строение, получившееся в результате обработки металлов давлением, ударная вязкость образцов с поперечным волокном составляет 50-60% от ударной вязкости образцов с продольным волокном. Различный химический состав стали и разные виды примененной термической или химико-термической обработки также значительно изменяют значение ударной вязкости.

Порядок выполнения работы:

1. Определить по справочным данным режим термической обработки (закалки и отпуска) образцов из стали 40 и У8. Замерить площадь сечения образцов в месте надреза.

2. Провести закалку образцов и их отпуск (низкий, средний, высокий).

3. Измерить твердость образцов на приборе Роквелла и ударную вязкость на маятниковом копре.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить описание видов отпуска, превращения при них, получаемые механические свойства отпущенной стали и цель применения отпуска, протокол опытных данных, график

изменения твердости и ударной вязкости в зависимости от температуры отпуска. В выводах необходимо указать, как влияет температура отпуска на твердость и ударную вязкость сталей 40 и У8, объяснить причины их изменения в процессе отпуска.

Контрольные вопросы:

1. Что называется отпуском?
2. Какие существуют виды отпуска?
3. Как производят и на что влияет средний отпуск?
4. Что такое ударная вязкость и как ее определяют?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Волков Г. М. Материаловедение / Г. М. Волков - М. : Издательский центр Академия, 2008.

Лабораторная работа №7

Тема: Изучение структуры цветных металлов и сплавов

Задачи работы: Изучить микроструктуры цветных металлов и сплавов, установить связь между структурой, свойствами и применением.

Теоретические сведения:

Цветные металлы обладают рядом специфических свойств. Так, медь отличается высокой электропроводностью, алюминий и магний - малой плотностью, свинец - пластичностью, олово, свинец, цинк - легкоплавкостью и т.п. Поэтому перечисленные металлы, несмотря на дороговизну, широко применяются в промышленности в виде составляющих элементов цветных сплавов. Сплавление одних цветных металлов с другими с образованием сплавов в ряде случаев значительно улучшает их ценные свойства. Ниже дана краткая характеристика ряда распространенных цветных металлов и сплавов.

Медь марки М1 содержит до 0,1% примесей, обладает высокой электропроводностью и применяется для проводников электрического тока.

Латунь марки Л68 (32% цинка, остальное медь) обладает высокой пластичностью, антикоррозийностью и используется чаще для изготовления изделий прокаткой и штамповкой (проволока, листы, трубы и др.).

Латунь марки ЛС59-1 (40% цинка, 1% свинца, остальное медь) обладает хорошей обрабатываемостью резанием. Применяется в виде цветного литья, а также изделий, изготовленных прокаткой или прессованием (листы, прутки, трубы, втулки, гайки и др.).

Бронза марки БрО10 (10% олова, остальное медь) обладает хорошими литейными свойствами и поэтому применяется для цветного фасонного литья. Микроструктура оловянистой бронзы состоит из неоднородного твердого α -раствора и эвтектоида. Темные участки неоднородного α -раствора богаты медью, светлые оловом.

Силумин марки АЛ2 (10-13% кремния, остальное алюминий) обладает коррозионной стойкостью и хорошими литейными свойствами, применяется для литья (крышки, кожухи, барабаны и др.). При отсутствии модифицирования сплав, содержащий 12% кремния имеет структуру, состоящую из эвтектики грубого строения и темных крупных игл кремния, снижающих пластические свойства сплава.

Дуралюмин марки Д1 (3,8-4,8% меди, 0,6% магния, 0,6% марганца, до 0,7% кремния, остальное алюминий) обладает достаточной прочностью и пластичностью. Посредством прокатки или штамповки из него изготавливают листы, прутки, трубы и др. Для получения этих свойств дуралюмин закаливают в воде с 510°C, и затем подвергают старению при 18-20°C в течение нескольких суток. После старения структура дуралюмина Д1 состоит из светлых зерен перенасыщенного твердого раствора, представляющего собой раствор меди в алюминии. Упрочняющие продукты, полученные при старении, под микроскопом не видны.

Подшипниковый сплав баббит марки Б83 обладает высокими антифрикционными свойствами, применяется для заливки подшипников скольжения. Структура сплава состоит из темной пластичной основы α -фазы, светлых твердых частиц крупных кубических кристаллов и мелких игл или звезд кристаллов.

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотреть под микроскопом и зарисовать схемы микроструктур изучаемых цветных металлов и сплавов.

2. Записать марку, химический состав, термообработку, названия зарисованных микроструктурных составляющих, количество фаз, увеличение микроскопа, свойства и применение изучаемых сплавов.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить схемы и описания изучаемых микроструктур цветных металлов и сплавов, диаграмму состояния сплавов алюминий-кремний и сущность модифицирования силуминов и старения дуралюминов.

Контрольные вопросы:

1. Какими положительными свойствами обладают цветные металлы?
2. Какую структуру имеет латунь ЛС59-1?
3. Какую структуру имеет силумин АЛ2 ?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Чередниченко В. С. Материаловедение. Технология конструкционных материалов / В. С. Чередниченко - М. : Омега – М, 2006.

Лабораторная работа №8

Тема: Изучение структуры и свойств порошковых сплавов

Задачи работы: изучить структуру, состав, свойства, применение, маркировку сплавов, изготавливаемых методом порошковой металлургии.

Теоретические сведения:

Такие детали, как режущие инструменты, вкладыши подшипников, фрикционные диски, щетки электродвигателей и другие, часто изготавливают методом порошковой металлургии. Этот метод позволяет получать в массовом количестве однотипные детали точных размеров, не требующие дополнительной обработки и обладающие рядом свойств, которые нельзя получить другими методами (пористость, тугоплавкость, высокая твердость, тепло- и износостойкость, возможность получения сплавов из металлов и неметаллов и др.). Технология изготовления деталей (инструмента) состоит из получения металлических порошков, их прессования, спекания и окончательной обработки. Для получения металлических порошков исходный металл (проволока, стружка и др.) измельчают в защитной атмосфере и просеивают по фракциям. Затем к порошковой основе, например для инструмента, к карбидам вольфрама (WC) или карбидам вольфрама и титана (WC+TiC) добавляют составляющую (для инструмента- кобальт) и полученную шихту прессуют в стальных пресс-формах с полостью, соответствующей конфигурации будущего изделия. Спекание проводят в печах при соответствующей температуре в защитной атмосфере. Пористые сплавы на медной основе спекают при 600-800°C, на железной основе- при 1000-1300°C, твердые сплавы для инструмента- при 1500-1600°C в среде водорода. При

окончательной обработке изделия калибруют, подшипники пропитывают масляным графитом и т.д. Твердость таких изделий-HRA92, а температура размягчения до 1000°C. Но металлокерамические изделия хрупки и плохо переносят действие ударной нагрузки. Металлокерамические твердые сплавы делятся на три основные группы: вольфрамовую (ВК), титано-вольфрамовую (ТК) и титано-тантало-вольфрамовую (ТТК).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с имеющимися в лаборатории плакатами и стендами, иллюстрирующими применение и технологию изготовления металлокерамических изделий.

2. Замерить твердость нескольких марок металлокерамических образцов на приборе Роквелла по шкале HRA.

3. Рассмотреть под микроскопом, зарисовать схемы микроструктур нескольких марок сплавов (типа ВК и ТК) и описать микроструктурные составляющие.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить схемы и описания изучаемых микроструктур порошковых сплавов, диаграмму состояния порошковых сплавов и сущность модифицирования порошковых сплавов.

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность порошковой металлургии?
2. На сколько групп делятся металлокерамические твердые сплавы?
3. Как расшифровывается марка сплава ТТ15К5?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Евстратова Н. Н. Материаловедение / Н. Н. Евстратова - Ростов н/Д Феникс, 2006.

Лабораторная работа №9

Тема: Изучение свойств пластмасс

Задачи работы: изучить основные механические свойства конструкционных пластмасс и сравнить их с механическими свойствами металлов.

Теоретические сведения:

Пластмассы представляют собой материалы, состоящие из одного полимера (полиэтилен, органическое стекло и др.) или из полимера, наполнителя и других добавок (стеклотекстолит, текстолит и др.). Полимер во втором случае служит связующей составляющей.

Наполнитель может быть органического или неорганического происхождения в виде порошка (древесная или кварцевая мука, тальк и др.) или слоистого материала (стекловолокно, хлопчатобумажная или стеклянная ткань и др.).

Широкое применение наряду с металлами для изготовления деталей машин находят такие пластмассы, как волокнит, текстолит, стеклотекстолит, винипласт, органическое стекло, капрон и др. Из пластмасс изготавливают шестерни, подшипники, аккумуляторные банки, рукоятки, панели, щитки, кнопки, наконечники распыляющих устройств, бункера и т.д.

По своей удельной прочности на растяжение, т.е. прочности на единицу плотности, некоторые пластмассы, как, например, стеклотекстолит, превосходят стали и чугуны. Однако при этом следует учитывать, что большинство пластмасс пока имеет сравнительно низкую твердость и недостаточную жесткость.

Основными оценочными показателями механических свойств пластмасс являются твердость, пределы прочности при растяжении, сжатии, изгибе и удельная ударная вязкость. В настоящей работе определяются только твердость и прочность при растяжении.

Для определения механических свойств пластмасс применяют оборудование, которое по устройству и действию подобно оборудованию для испытания металлов, но это оборудование в большинстве своем имеет меньшую мощность и большую чувствительность.

Метод определения твердости пластмасс основан на вдавливании в испытуемый материал стального закаленного шарика диаметром 5мм под нагрузкой 2,25 кН (225кгс) и вычислении твердости по замеру глубины вдавливания шарика при полном приложении нагрузки. Нагрузку выбирают так, чтобы она создавала в материале деформацию в пределах 0,2-0,6мм. Вдавливание шарика осуществляется на приборе, обеспечивающем плавность и постоянство приложения нагрузки в течение 1мин и имеющем индикаторную головку для измерения глубины отпечатка с точностью до 0,01мм. Образцы должны представлять собой плоско-параллельную пластину толщиной не менее 7мм. Твердость на каждом образце замеряется в трех точках при температуре воздуха $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Метод испытания пластмасс на растяжение основан на определении разрушающей силы при растяжении образца постепенно увеличивающейся нагрузкой. Для испытаний рекомендуется применять стандартные плоские образцы толщиной, равной фактической толщине испытуемого материала..

Такие образцы изготавливаются из листового материала толщиной менее 10мм. Число образцов для испытаний на разрыв должно быть не менее трех. Испытание проводят при температуре воздуха $20\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Порядок выполнения работы:

Работа выполняется отдельными бригадами, состоящими из 5-6 студентов. Для определения твердости и прочности на разрыв необходимо иметь образцы, вырезанные из стеклотекстолита, текстолита, органического стекла и винипласта.

Рекомендуется следующий порядок выполнения работы для определения твердости пластмасс:

1. Установить образец из пластмассы на столик прибора и поджимать его до тех пор, пока малая стрелка индикатора совместится с меткой на шкале, соответствующей предварительному поджатию.

2. Совместить большую стрелку индикатора с нулевой точкой шкалы, включить прибор и создать полную нагрузку на шарик.

3. Снять показания индикатора при приложенной полной нагрузке, определить глубину вдавливания шарика в пластмассу и подсчитать твердость НВ по формуле

$$\text{HB} = P / \pi D h$$

где P- нагрузка, Н (кгс),

D- диаметр шарика, мм,

h- глубина вдавливания шарика, мм

4. Результаты испытаний занести в протокол.

Для определения предела прочности при растяжении рекомендуется следующий порядок выполнения работы:

1. Измерить штангенциркулем ширину b и толщину h рабочей части образца с точностью до 0,1мм.

2. Закрепить образец в зажимах машины и установить стрелку шкалы на нуль.

3. Включить машину и следить за перемещением стрелки до момента разрушения образца.

4. Снять показания по шкале индикатора- максимальную разрушающую нагрузку и определить предел прочности пластмассы при растяжении по формуле:

$$G_b = P / b h$$

где P -разрушающая нагрузка, Н (кгс).,
 b -ширина образца до испытания, см.,
 h -толщина образца до испытания, см.

5.У каждого образца оценить место и характер разрушения и подсчитать удельную прочность при растяжении.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить описание состава пластмасс, схему и принцип работы разрывной машины, схему и принцип работы твердомера, принцип определения твердости и предела прочности при растяжении, протокол испытаний пластмасс.

Контрольные вопросы:

- 1.Состав пластмасс?
- 2.Сущность определения твердости пластмасс?
- 3.Сущность определения предела прочности пластмасс?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Колесник П. А. Материаловедение на автомобильном транспорте / П. А. Колесник - М. : Академия, 2007.

Лабораторная работа №10

Тема: Проектирование технологического процесса изготовления поковки

Задачи работы: ознакомиться с методикой разработки технологии и составлением технологических карт на изготовление поковки.

Теоретические сведения:

Свободной ковкой изготавливают в условиях индивидуального и мелкосерийного производств поковки массой примерно от 150г и до 300-350т. Свободную ковку проводят на гидравлических прессах (тяжелые поковки), паровоздушных молотах (средние поковки массой 8-750кг) и на пневматических молотах (мелкие поковки). Исходными заготовками для свободнойковки служит прокат, блюмсы и в некоторых случаях слитки.

Разработка технологического процесса свободнойковки состоит из следующих этапов.

- 1.Проектирование поковки.

2. Расчет размеров и массы заготовки для поковки.
3. Назначение кузнечных переходов.
4. Выбор оборудования.
5. Определение режима нагрева и охлаждения.
6. Назначение термообработки для поковки.

Проектирование поковки. Чертеж поковки разрабатывают по чертежу детали. Размеры поковки по сравнению с размерами готовой детали увеличивают на величину припуска. Для упрощения формы поковки по отдельным поверхностям дают местное увеличение припуска, называемое напуском. На все размеры поковки назначаются допуски. Припуски и допуски на поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемой свободной ковкой на молотах.

Расчет размеров и массы заготовки. Массу исходной заготовки при ковке из проката определяют по формуле

$$G_3 = G_{\text{п}} + G_0$$

где $G_{\text{п}}$ -масса поковки, кг,

G_0 -масса отходов на обсечки и угар, кг.

Если поковка обрабатывается резанием, то подсчет массы металла проводят по номинальным размерам поковки без учета допусков. Если поковка механически не обрабатывается, то подсчет массы металла поковки проводят с учетом максимальных значений допусков, т.е. по максимальным размерам поковки.

Массу поковки подсчитывают по формуле

$$G_{\text{п}} = V_{\text{п}} \rho$$

где $V_{\text{п}}$ -объем металла поковки, см³,

ρ -плотность, равная для стали 7,85 г/см³

Масса отходов на обсечки и угар берется обычно в процентах от массы поковки. Ее значение составляет 1,5-25%.

Площадь поперечного сечения исходной заготовки определяют, исходя из площади поперечного сечения детали, характера обработки и степени уковки. Если основной операцией при ковке является вытяжка, то площадь поперечного сечения исходной заготовки находят так:

$$F_3 = F_{\text{п}} K$$

где $F_{\text{п}}$ -площадь поперечного сечения поковки, см².,

K -степень уковки.

Для операции осадки высота исходной заготовки должна быть менее трех ее диаметров.

Длину исходной заготовки можно определить из формулы:

$$L_3 = V_{\text{п}} + V_0 / F_3$$

где V_0 -объем отходов, см³,

V_3 -объем заготовки, см³

Для облегчения расчетов объемы сложных деталей разбивают на объемы элементарных фигур.

Назначение кузнечных переходов. При разработке технологииковки необходимо стремиться к наименьшему числу переходов, к минимуму отходов металла и получению детали с высокими механическими свойствами. Для создания высоких механических свойств поковки важное значение имеет устранение в ней дендритной (древовидной) структуры, получаемой в отливках, т.е. раздробление ее до мелкозернистого строения. Поэтому при ковке ряда деталей (шестерни, валы, оси, инструмент и др.) для раздробления дендритной структуры применяют многократное обжатие поковки в продольном и поперечном направлениях.

Выбор оборудования проводится по массе падающих частей ковочных молотов в зависимости от размеров заготовки и операции.

Определение режима нагрева и охлаждения. Для нагрева поковок применяют пламенные и электрические печи.

Максимально допустимая температура нагрева перед свободной ковкой для углеродистых сталей примерно на 150°С ниже линии солидуса АЕ- на диаграмме железо-цементит.

При окончанииковки при температуре более высокой, чем рекомендуемые, и последующем медленном охлаждении поковки из заэвтектоидной стали получают грубую цементитную сетку, а из легированной- карбидную сетку. Такие стали хрупки и плохо поддаются исправлению термической обработкой.

Нагревать заготовку следует равномерно во избежание резкого перепада температур в наружных и внутренних ее слоях, что может привести к образованию трещин. Нагрев до температур 800-850°С ведется медленно, а затем быстрее. Время нагревания заготовок, в пламенных печах определяют по формуле проф.Доброхотова:

$$\tau = KD\sqrt{D}$$

где D-диаметр круглой или сторона квадратной заготовки,м.,

K-коэффициент, равный 10 для конструкционной углеродистой и 20 для высоколегированной стали.

В формулу времени нагрева вводят также поправочные коэффициенты, зависящие от длины заготовки и ее диаметра.

Охлаждение поковок послековки должно быть равномерным и не очень быстрым, так как иначе возможно образование трещин.

Нельзя ставить поковки на чугунные плиты, а также оставлять на сквозняке. Поковки охлаждают на воздухе, в ящиках или колодцах на воздухе, или в засыпке сухим песком вместе с печью.

Поковки мало- среднеуглеродистых, некоторых легированных сталей охлаждают на воздухе. Поковки размером до 100мм из высокоуглеродистых сталей и некоторых легированных сталей

охлаждают на воздухе, при размерах 100-200мм- в штабелях на воздухе, при размерах 200-300мм- в колодце на воздухе.

Термообработка поковок применяется для устранения в них крупнозернистого строения, наклепа, внутренних напряжений и подготовки их к механической обработке.

Для этой цели поковки в ряде случаев подвергают отжигу или нормализации.

Порядок проведения работы:

1. По чертежу детали (вал, зубчатое колесо и др.) разработать чертеж поковки.
2. Рассчитать размеры и массу заготовки для поковки.
3. Назначить кузнечные переходы.
4. Выбрать оборудование.
5. Определить режим нагрева и охлаждения. При необходимости определить термообработку.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить порядок составления чертежа поковки, чертеж поковки, расчеты размеров и массы поковки, кузнечные переходы, схемы оборудования для проведения свободной ковки.

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность процесса разработки чертежа поковки?
2. Формулы для расчета размеров и массы заготовки?
3. Что такое кузнечные переходы?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Моренов О. С. Материаловедение / О. С. Моренов - М. : Академия, 2008.

Лабораторная работа №11

Тема: Изучение оборудования для электродуговой сварки

Задачи работы: Изучить оборудование для дуговой сварки и приобрести навыки его настройки на оптимальный режим по качеству сварного шва.

Теоретические сведения:

При дуговой электросварке применяют следующие источники питания дуги: сварочные генераторы постоянного тока, сварочные выпрямители и сварочные трансформаторы. Все источники сварочного тока должны обеспечивать возможность кратковременного замыкания, надежность зажигания и горения дуги, возможность регулирования сварочного тока. При сварке на постоянном токе дуга отличается устойчивостью, возможна сварка высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов и сталей малых толщин.

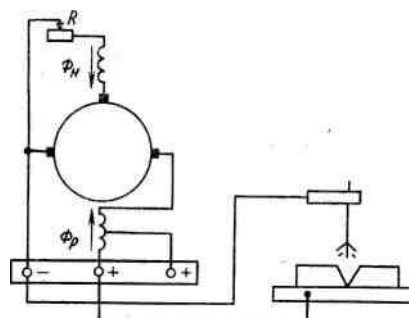


Рисунок 10. Электрическая схема сварочного преобразователя ПС-500.

На рисунке 10 показана принципиальная электрическая схема распространенного сварочного преобразователя постоянного тока ПС-500. Такие преобразователи имеют две обмотки- намагничивающую (возбуждения) Φ_H и размагничивающую Φ_P , включенную в сварочную цепь. При сварке размагничивающая обмотка создает магнитный поток, обратный потоку, создаваемому намагничивающей обмоткой, и поэтому результирующий магнитный поток уменьшается. С уменьшением сопротивления сварочной электрической цепи отношение напряжения к сопротивлению остается практически неизменным. Таким образом, сила тока при колебаниях длины дуги и коротких замыканиях практически изменяется мало.

Сварочные трансформаторы ТД-300 и ТД-500 (номинальные сварочные токи 300 и 500А) имеют одинаковое устройство и отличаются габаритами и мощностью. Они относятся к сварочным трансформаторам с увеличенным магнитным рассеиванием. На рисунке 11 приведена принципиальная схема сварочного трансформатора ТД-300. На сердечнике 1 внизу размещены неподвижные катушки 2 с первичной обмоткой, вверху- подвижные катушки 3 со вторичной обмоткой. Первичная обмотка включена в силовую сеть, а вторичная в сварочную цепь. Силу сварочного тока регулируют изменением расстояния h между первичной и вторичной обмотками. При увеличении расстояния h магнитный поток рассеивается, т.е.

неполностью идет по стержню 1, э.д.с. самоиндукции и индуктивное сопротивление увеличиваются и соответственно уменьшается ток в сварочной цепи. С увеличением сварочного тока (например, при замыкании) магнитный поток рассеивания возрастает и во вторичной обмотке трансформатора увеличиваются э.д.с. самоиндукции и индуктивное сопротивление, что создает резкое падение напряжения.

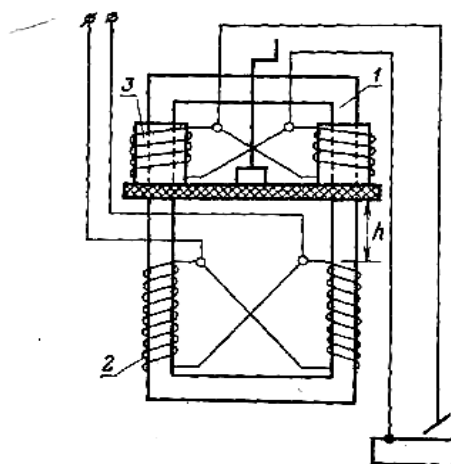


Рис.11.Схема сварочного трансформатора ТД-300:
1-стержень сердечника, 2-первичная обмотка,
3-вторичная обмотка.

Для сварки конструкционных сталей применяют электроды, изготовленные из проволоки длиной от 150 до 450мм и диаметром от 1,6 до 12мм. Наиболее часто используют электроды длиной 350, 400 и 450мм и диаметром 3,4 и 5мм.

Важным параметром электродуговой сварки является сила сварочного тока. При недостаточной силе сварочного тока шов получается тонким с непроварами, при избыточной силе сварочного тока возникают подрезы, прожоги, ухудшается структура металла. В данной работе сила сварочного тока для ручной электродуговой сварки стали в нижнем положении ориентировочно определяется по формуле

$$I_{св}=(20+6dэ)dэ$$

где $dэ$ - диаметр металлического электрода, мм

Порядок выполнения работы:

1.Ознакомиться с техникой безопасности при электродуговой сварке.

2.Изучить оборудование, приборы и приспособления для дуговой сварки.

3.Приобрести практические навыки зажигания и поддержания дуги с различными положениями сварного шва при сварке стыкового соединения пластин из стали.

4.Определить влияние силы сварочного тока на качество шва при сварке стали различной толщины в такой последовательности:

а) определить ориентировочно силу сварочного тока для сварки стальных пластин электродом диаметром 3мм,

б)очистить металлической щеткой пластины из стали Ст.3 толщиной 1, 3 и 6мм и собрать под прихватку,

в) прихватить и сварить пластины толщиной 1, 3 и 6мм в один проход,

г) удалить со швов шлак и визуально оценить качество швов, полученных на пластинах различной толщины, измерить ширину шва,

д) сломать по шву сваренные пластины, измерить высоту усиления и глубину провара шва,

е) визуально оценить по ширине шва и излому его качество.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать схемы и принцип работы сварочного преобразователя и сварочного трансформатора.

Контрольные вопросы:

1.Принцип работы сварочного преобразователя?

2.Принцип работы сварочного трансформатора?

3.Какие существуют диаметры электродов для дуговой сварки?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.

2. Зубченко А. С. Марочник сталей и сплавов / А. С. Зубченко - М. : Машиностроение, 2004.

Лабораторная работа № 12

Тема: Определение режимов и технологических коэффициентов дуговой сварки

Задачи работы: рассчитать оптимальный режим дуговой сварки, настроить оборудование на этот режим, экспериментально проверить правильность выбора режима определением технологических коэффициентов дуговой сварки.

Теоретические сведения:

Выбор режима сварки. Качество сварного соединения зависит от правильности выбора режима сварки.

В понятие режима сварки входит: диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение, скорость сварки.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины металла и типа сварного соединения. С одной стороны, диаметр электрода должен быть по возможности наибольшим, чтобы обеспечить максимальную производительность сварки. С другой стороны, применение слишком большого диаметра электрода, особенно при малой толщине металла, может привести к перегосу металла. Диаметр электрода определяют по эмпирической формуле

$$d=S/2+1$$

где S-толщина свариваемого металла, мм.

При толщине металла свыше 20мм диаметр электрода будет не более 8-10мм.

Сила сварочного тока определяет качество и производительность работ. Она зависит от толщины свариваемого металла, диаметра электрода, коэффициента теплопроводности, от типа сварного соединения (стыковое, тавровое, угловое и т.д.), скорости сварки, положения сварного шва в пространстве (нижнее, верхнее, потолочное).

Практически силу сварочного тока определяют по формуле

$$I_{св.}=Kd$$

где K-коэффициент плотности тока, А/мм

Для обычной ручной электродуговой сварки коэффициент плотности тока равен:

для металлических электродов	40
для угольных	5-8
для графитовых	18-20

С увеличением теплопроводности металла, которая в основном зависит от химического состава, сила сварочного тока увеличивается.

Окончательно силу сварочного тока устанавливают с учетом соотношений толщины металла и диаметра электрода. При толщине металла $S>3d$ силу сварочного тока увеличивают на 10-15%, а при $S<1,5d$ уменьшают на 10-15%. Сварку вертикальных, горизонтальных и потолочных швов ведут при силе тока на 10-15% меньшей, чем при сварке горизонтальных швов. Повышение скорости сварки дает возможность без снижения качества сварных соединений повысить силу сварочного тока.

Напряжение дуги определяют в зависимости от длины дуги по формуле

$$U_c = U_{ак} + U_d L_d$$

где $U_{ак}$ -падение напряжения на аноде и катоде,

U_d -падение напряжения, отнесенное к 1мм длины дуги,

L_d -длина дуги.

Длина дуги зависит от диаметра электрода и определяется по формуле

$$L_d = 0,5(d+2)$$

Скорость сварки определяется по формуле

$$V_{св} = J_{св} K_n / B$$

где K_n -коэффициент наплавки

B -масса наплавленного металла на 1м длины.

По коэффициенту наплавки и времени горения дуги t , количество наплавленного металла рассчитывают по формуле

$$Q_n = K_n J_{св} t$$

Определение технологических коэффициентов при электродуговой сварке.

Технологические коэффициенты при электродуговой сварке характеризуют экономическую эффективность сварки и правильность режима сварки. К технологическим коэффициентам относятся: K_n -коэффициент наплавки, K_p -коэффициент расплавления, $K_{п}$ -коэффициент потерь.

Коэффициент наплавки характеризует технологическое качество применяемых электродов и определяется по формуле

$$K_n = Q_n / J_{св} t$$

где Q_n -масса наплавленного металла,

t -время горения дуги,

$J_{св}$ -рабочий сварочный ток.

Для широко применяемых электродов $K_n = 5-13 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$.

Коэффициент потерь рассчитывают по формуле

$$K_{п} = (Q_p - Q_n) / Q_p \cdot 100\%$$

Порядок выполнения работы:

1. Для заданного листового материала рассчитать оптимальные режимы сварки (d , J_{cd} , U , $V_{св}$) на переменном и постоянном токе. Рассчитать расход электрической энергии.

2. Взвесить электрод и пластину на весах с точностью $\pm 0,5\text{г}$.
3. Настроить аппаратуру на необходимый режим.
4. Наплавить валик на пластину и записать значения тока и времени сварки.
5. Взвесить последовательно на весах остаток электрода и пластину с наплавленным валиком. Рассчитать количество расплавленного и наплавленного металла.
6. Определить технологические коэффициенты K_n , K_p и $K_{\text{п}}$.
7. Проверить правильность выбора режима сварки.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать формулы расчета диаметра электрода, силы тока, скорости сварки, коэффициентов наплавки, расплавления, потерь и расчет на примере конкретного сварочного процесса.

Контрольные вопросы:

1. По какой формуле рассчитывают диаметр электрода?
2. По какой формуле рассчитывают силу сварочного тока?
3. По какой формуле рассчитывают коэффициенты наплавки, расплавления, потерь?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Рыбьев И. А. Материаловедение в строительстве / И. А. Рыбьев - М. : Издательский центр Академия, 2006.

Лабораторная работа №13

Тема: Сварка пластмасс

Задачи работы: изучить оборудование и технологию сварки пластмасс: приобрести практические навыки по их сварке, оценить качество сварных пластмассовых соединений.

Теоретические сведения:

Термопластичные пластмассы (полиэтилен, винипласт, капрон и др.) можно сваривать. При нагревании они переходят сначала в высокопластичное, а затем в вязкотекучее состояние, сравнительно легко сцепляются друг с другом и при охлаждении затвердевают, образуя соединение. Для соединения мягких термопластов (полиэтилен, поливинилхлоридный пластикат в виде тонких листов) применяют шовную и точечную сварку, а для сварки жестких термопластов

(винипласт, полистирол)- сварку с использованием присадочного материала. Сварку пластмасс проводят специальной газовой или газозлектрической горелкой. На рисунке 12, а изображена принципиальная схема газовой горелки ГПП-1-56.

Работает она следующим образом. Открывают ацетиленовый вентиль и ацетилен попадает в канал 1. Проходя через инжектор 2, он создает разрежение и через отверстие 3 подсасывается атмосферный воздух. Ацетилено-воздушная смесь при выходе из сопла сгорает, образуя внутри воздушной камеры 5 пламя 4. Одновременно по каналу 6 подается сжатый воздух, который, попадая в воздушную камеру 5, омывает пламя, нагревается и смешивается с горячими продуктами горения ацетилена. Эта смесь и служит для нагревания пластмассы при сварке. Газозлектрическая горелка приведена на рисунке 12, б. Сжатый воздух от баллона или компрессора, пройдя через фильтр 1, поступает в канал 3. В канале 3 воздух нагревается и, выходя из сопла 4, нагревает свариваемую пластмассу и присадочный материал. Нагрев воздуха регулируют реостатом 5, а его расход вентилем 2.

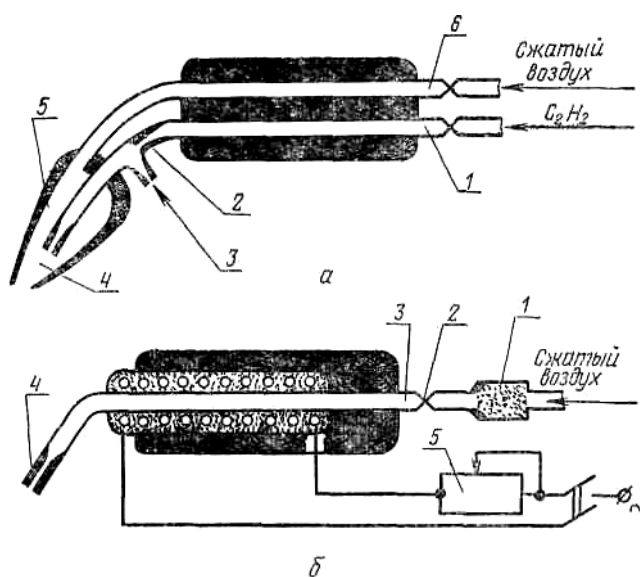


Рисунок 12.Схема горелок для сварки термопластов горячими газами:
а) газовая горелка ГПП-1-56, б) газозлектрическая горелка.

Необходимо, по возможности, точнее устанавливать температуру истекаемых из сопла газов. При низкой температуре нагретого воздуха сварное соединение будет непрочным и легко разрушится. При высокой температуре воздуха, поступающего из горелки, обугливаются кромки сварного соединения, что вызывает разложение пластмассы с

выделением едкого газа. Температуру теплоносителя обычно контролируют термопарой.

Чаще всех из пластмасс сваривают винипласты. Винипласт переходит в вязкотекучее состояние при температуре 200-220°C. При толщине материала более 2-3мм применяют V-образную разделку кромок под сварку. Кромки разделки срезают в горячем состоянии. Перед сваркой детали изделия стробцинами, кондукторами и другими приспособлениями фиксируют в требуемом положении. Прихватки при сварке пластмасс не рекомендуются. Сварку начинают с предварительного подогрева места сварки. При нагреве пластмасса приобретает характерный блеск, и это указывает на ее вязкотекучее состояние. Затем конец присадочного прутка вертикально вдавливают в это место с одновременным подогревом его, как указано на рисунке 13.

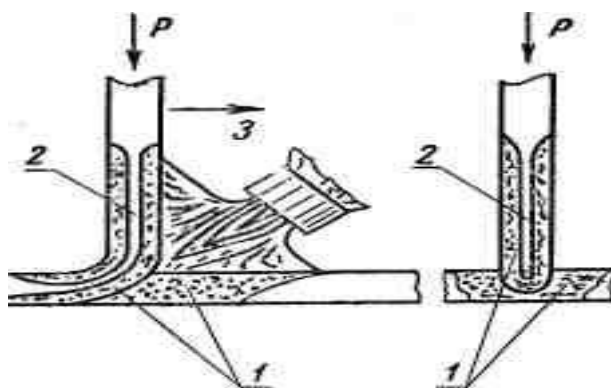


Рисунок 13.Схема сварки пластмасс:

- 1-пластмасса, разогретая до вязкотекучего состояния,
- 2-пластмасса, сохранившая эластичное состояние,
- 3-направление сварки.

Пруток разогревают по периферии до вязкотекучего состояния, тогда как его стержень (центральная часть) находится в твердом эластичном состоянии, способствуя вдавливанию его и склейке с кромками. Кромки и присадочный пруток должны равномерно нагреваться.

Порядок выполнения работы:

- 1.Изучить устройство газозлектрической или газовой горелки для сварки пластмасс.
- 2.Изучить устройство сварочного поста для сварки пластмасс.
- 3.Выработать навыки по пуску газозлектрической или газовой горелки для сварки пластмасс, регулировки температуры теплоносителя и по сварке пластмасс.

4.Подобрать и установить режим сварки (температуру теплоносителя, диаметр присадочного прутка).

5.Закрепить пластины из винипласта толщиной 2-4мм (при необходимости предварительно разделать кромки) и сварить прутками из винипласта.

6.Осмотреть шов и визуально оценить его качество.

7.Разрушить образец на разрывной машине (после полного остывания), и результаты сравнить с прочностью винипласта до сварки.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать схемы и принцип работы газозлектрической и газовой горелок.

Контрольные вопросы:

- 1.Принцип работы газозлектрической горелки?
- 2.Принцип работы газовой горелки?
- 3.Как установить режим сварки пластмасс?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Оськин В. А. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В. А. Оськин - М. : Колос, 2007.

Лабораторная работа №14

Тема: Токарные резцы

Задачи работы: изучить конструкции и геометрические параметры токарных резцов, практически ознакомиться со средствами и техникой измерения геометрических параметров токарных резцов.

Теоретические сведения:

Токарные резцы подразделяют по назначению, материалу рабочей части, форме головки и направлению подачи, конструкции, сечению тела резца и т.д.

По назначению различают резцы проходные, подрезные, отрезные, расточные, гальтельные, фасонные и резьбовые. На рисунке 14 показаны наиболее часто применяемые типы токарных резцов.

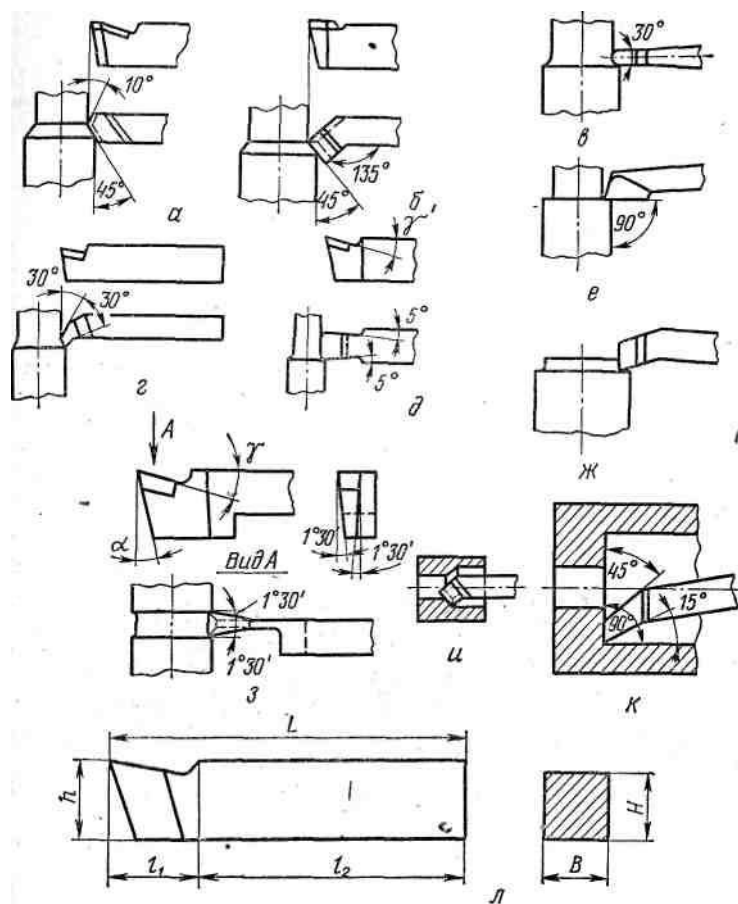


Рисунок 14. Основные разновидности токарных резцов.

Проходные резцы применяют для наружной обточки: черновые (рисунок 14 а, б) и чистовые (рисунок 14 в, г, д).

Подрезные резцы применяют в основном для подрезания торцов. Проходной упорный резец (рисунок 14 е) имеет главный угол в плане $\varphi=90^\circ$, он работает с продольной подачей и одновременно подрезает торец. Подрезной резец (рисунок 14, е) предназначен для подрезания торцов и работает с поперечной подачей.

Отрезные резцы (рисунок 14 з) применяют для разрезания заготовок и прорезания канавок. Отрезной резец имеет одну главную и две вспомогательные режущие кромки. Для уменьшения трения вспомогательные задние поверхности затачивают под углами $1,5-2^\circ$.

Расточные резцы применяют для растачивания отверстий, предварительно просверленных или полученных в процессе штамповки или отливки. Расточные резцы используют для растачивания сквозных отверстий (рисунок 14 и) и глухих отверстий (рисунок 14 к). Резцы для растачивания глухих отверстий имеют главный угол в плане $\varphi \geq 90^\circ$, а для растачивания сквозных отверстий $\varphi=45-60^\circ$.

Гальтельные резцы применяют для протачивания закруглений.

По форме головки и направлению подачи проходные резцы подразделяют на правые и левые. У правых резцов (рисунок 14 а, б)

главная режущая кромка расположена с левой стороны, и они работают с подачей справа налево. У левых резцов главная режущая кромка расположена справа, и работают они в обратном направлении, т.е. слева на право.

Резцы могут иметь головки отогнутые (рисунок 14 б) вправо или влево, изогнутые вверх или вниз и оттянутые (рисунок 14 з).

По сечению стержня различают резцы прямоугольные, квадратные и круглые.

Порядок выполнения работы:

1.Вычертить схему обработки детали изучаемым резцом. На схеме следует указать обрабатываемую и обработанную поверхности, поверхность резания, главную режущую кромку, главную переднюю и главную заднюю поверхности.

2.Измерить измерительной линейкой или штангенциркулем основные размеры резца.

3.Измерить радиусомером радиус закругления вершины резца.

4.Измерить углы резца, используя универсальный угломер, настольный угломер, универсальный угломер ЛМТ.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать схемы и описание всех видов резцов, расчет основных плоскостей и углов резцов.

Контрольные вопросы:

- 1.По каким признакам подразделяют токарные резцы?
- 2.На какие виды делятся резцы по назначению?
- 3.Какие бывают резцы по конструкции?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Арзамасов В. Б. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В. Б. Арзамасов - М. : Издательский центр Академия, 2007.

Лабораторная работа №15

Тема: Сверла, зенкеры, развертки

Задачи работы: Изучить конструкции и геометрические параметры сверл., практически ознакомиться со средствами и техникой измерения геометрических параметров сверл.

Теоретические сведения. Сверла, зенкеры и развертки изготавливают из сталей P18, P9, 9ХС, а также оснащают твердыми сплавами.

Сверла. В зависимости от конструкции и назначения различают следующие типы сверл: спиральные, перовые, для глубокого сверления, центровочные, с пластинками из твердых сплавов и др. Наиболее распространены спиральные сверла.

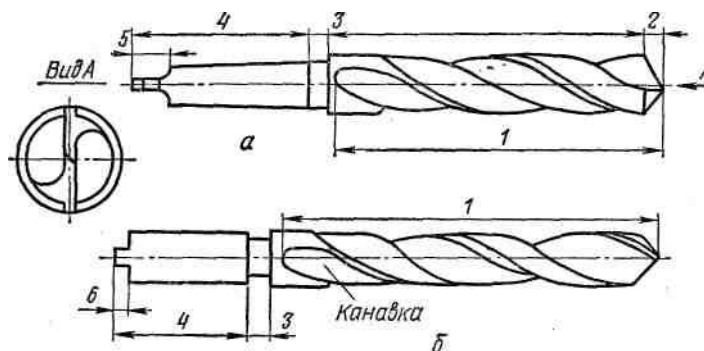


Рисунок 15. Спиральные сверла:

а) с коническим хвостовиком, б) с цилиндрическим хвостовиком.

На рисунке 15 показана конструкция спиральных сверл с коническим и цилиндрическим хвостовиками. Сверло состоит из рабочей части 1 (включающей режущую часть 2), шейки 3 и хвостовика 4 с лапкой 5 (или поводком 6).

Зенкер-инструмент для обработки отверстий (полученных отливкой, штамповкой или просверленных) с целью придания им более правильной геометрической формы и достижения более высокого класса шероховатости поверхности. Зенкеры применяют также для обработки цилиндрических и конических углублений под головки винтов и для подрезания торцевых поверхностей.

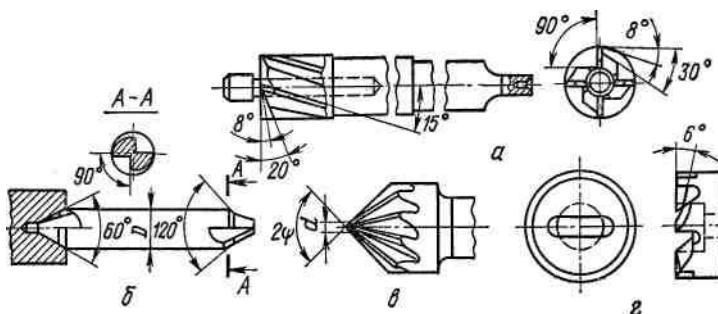


Рисунок 16. Конструкции зенкеров:

а) зенкер для цилиндрических углублений, б) зенковка, в) коническая зенковка, г) зенкер для зачистки торцевых поверхностей.

Часто зенкерование применяют как получистовую обработку перед развертыванием, но оно может быть также и окончательной операцией. Припуск на зенкерование равен 0,5-3мм. По конструкции зенкеры бывают с коническим хвостовиком и насадные.

Развертка- инструмент для окончательной обработки предварительно просверленных, обработанных зенкером или резцом отверстий. Точность обработки при развертывании находится в пределах 2-3-го классов точности, а шероховатость обработанной поверхности соответствует 7-9-му классам. При черновом развертывании удаляется припуск в пределах 0,1-0,4мм на диаметр, а при чистовом- 0,05-0,2мм.

Различают машинные и ручные развертки. По конструкции хвостовика развертки могут быть с цилиндрическим и коническим хвостовиками., по форме обрабатываемого отверстия- цилиндрические и конические., по способу крепления- хвостовые и насадные.

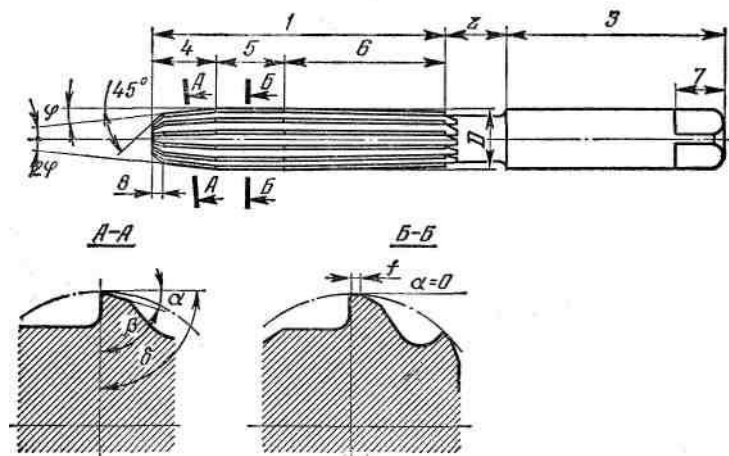


Рисунок 17.Конструктивные элементы развертки:
1-рабочая часть, 2-шейка, 3-хвостовик, 4-заборная часть, 5-калибрующая часть, 6-обратный конус, 7-квадрат, 8-направляющий конус.

Содержание отчета:

В отчет необходимо включить характеристику сверла, зенкера, развертки (номинальные диаметры и марки материалов режущих частей), эскизы сверла, зенкера, развертки, результаты измерений основных размеров и углов.

Контрольные вопросы:

- 1.Какие сверла получили наибольшее распространение?
- 2.Какой процесс называется зенкерованием?

3.Какой процесс называется разворачиванием?

Литература:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Пейсахов А. М. Материаловедение и технология конструкционных материалов / А. М. Пейсахов - С. П. б. : Издательство Михайлова В. А., 2005.

Литература:
Основная:

1. Некрасов А.П. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / А. П. Некрасов. - М. : Колос, 2004.
2. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов / С. Н. Колесов - М. : Высшая школа, 2007.
3. Адаскин А. М. Материаловедение / А. М. Адаскин - М. : Издательский центр Академия, 2004.
4. Алексеев В. С. Материаловедение, конспект лекций / В. С. Алексеев - М. : Эксмо, 2008.
5. Барташевич А. А. Материаловедение / А. А. Барташевич - Ростов н/Д Феникс, 2004г.
6. Фетисов Г. П. Материаловедение и технология металлов / Г. П. Фетисов - М. : Высшая школа, 2006.
7. Волков Г. М. Материаловедение / Г. М. Волков - М. : Издательский центр Академия, 2008.
8. Чередниченко В. С. Материаловедение. Технология конструкционных материалов / В. С. Чередниченко - М. : Омега – М, 2006.
9. Евстратова Н. Н. Материаловедение / Н. Н. Евстратова - Ростов н/Д Феникс, 2006.
10. Колесник П. А. Материаловедение на автомобильном транспорте / П. А. Колесник - М. : Академия, 2007.

Дополнительная:

11. Моренов О. С. Материаловедение / О. С. Моренов - М. : Академия, 2008.
12. Зубченко А. С. Марочник сталей и сплавов / А. С. Зубченко - М. : Машиностроение, 2004.
13. Рыбьев И. А. Материаловедение в строительстве / И. А. Рыбьев - М. : Издательский центр Академия, 2006.
14. Оськин В. А. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В. А. Оськин - М. : Колос, 2007.
15. Арзамасов В. Б. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В. Б. Арзамасов - М. : Издательский центр Академия, 2007.
16. Фетисов Г. П. Материаловедение и технология металлов / Г. П. Фетисов - М. : Высшая школа, 2008.
17. Пейсахов А. М. Материаловедение и технология конструкционных материалов / А. М. Пейсахов - С. П. б. : Издательство Михайлова В. А., 2005.

