

Министерство образования Российской Федерации
Владимирский государственный университет
Кафедра литейных процессов и конструкционных материалов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ “СПЕЦИАЛЬНЫЕ
КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ”**

Составители
Л.В. КАРТОНОВА
Н.А. ЕЛГАЕВ

Владимир 2003

Предисловие

Методические указания по курсу «Специальные конструкционные материалы» предназначены для выполнения лабораторных работ студентами специальности 110400 – литейное производство черных и цветных металлов и составлены так, чтобы, ознакомившись с целью работы и заданием, изучив рекомендованную литературу, студенты могли самостоятельно выполнять работы индивидуально или бригадами из двух-трех человек.

На первом лабораторном занятии преподаватель знакомит студентов с задачами лабораторного курса, требованиями, предъявляемыми к отчетам по форме и содержанию, правилами поведения в лабораториях. При необходимости преподаватель напоминает студентам теоретические положения, непосредственно относящиеся к выполняемым работам.

В ходе вводной беседы преподаватель знакомит студентов с правилами техники безопасности при выполнении работ в лаборатории, что фиксируется в специальном журнале. Студенты, не усвоившие правила техники безопасности, к выполнению работ не допускаются.

Приступая к выполнению лабораторной работы, студенты должны заранее, при подготовке к работе, ознакомиться с методическими материалами по данной работе и с рекомендованной литературой.

Оформленный отчет по выполненной работе защищается на очередном лабораторном занятии.

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ

Цель работы: ознакомиться с основными механическими характеристиками некоторых конструкционных сталей.

Задания

1. Используя учебную литературу и пособия, изучить механические свойства сталей.
2. Измерить исходную твердость комплекта образцов из конструкционных сталей и, исходя из известных соотношений, определить предел прочности на разрыв.
3. Определить пределы прочности, текучести и относительное удлинение на стандартных образцах из аналогичных конструкционных сталей, используя лабораторную установку для испытания образцов на растяжение.
4. Провести сравнительный анализ механических свойств, полученных экспериментальным путем, с данными табл. 1, составленной на основе литературных источников. Сделать вывод о марках конструкционных сталей тестируемых стандартных образцов.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

Общие положения

Механическая прочность – свойство материала сопротивляться деформированию (упругому, пластическому) и разрушению от действия механических напряжений. Прочность проявляется в таких свойствах, как упругость, сопротивление малым пластическим деформациям, разрушению под действием переменных напряжений или длительных статических перегрузок и т.д. Количественной мерой механического свойства в данных конкретных условиях нагружения служат характеристики механической прочности. Многообразие условий нагружения предопределило многообразие характеристик механической прочности.

Предел текучести, упругости, временное сопротивление, предел прочности – эти характеристики материалов могут быть использованы непосредственно в прочностных расчетах. Характеристики прочности, которые в прочностных расчетах сравниваются через коэффициенты запасов прочности с расчетными напряжениями в деталях, определяемыми методами теории упругости, сопротивления материалов и другими, называются предельными, или расчетными. Чем выше предельные характеристики прочности, тем при равных технологических усилиях (или мощности) меньше вес, габариты, выше производительность и коэффициент полезного действия машины.

Оценка прочности деталей машин только по предельным характеристикам прочности, определяемым в лабораторных условиях, недостаточна, так как при переходе к условиям эксплуатации поведение материалов изменяется. Наличие концентраторов, масштабный фактор (влияние размеров деталей и заготовок), скорость нагружения, изменение напряженного состояния, точность изготовления деталей и качество сборки могут существенно повлиять на свойства материала деталей, особенно на сопротивление разрушению. В настоящее время эти обстоятельства учитывают в основном путем сопоставления качественных характеристик прочности материалов, близких по составу, структуре и свойствам и уже применявшихся в подобных условиях эксплуатации.

Таким образом, для обеспечения конструктивной прочности необходимо, чтобы расчетные напряжения в деталях не превышали допустимых, оцениваемых по предельным характеристикам прочности, а качественные характеристики материала были не ниже требуемых, установленных опытом изготовления и эксплуатации машин и оборудования.

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к лабораторной работе. При этом следует обратить внимание на взаимосвязь прочности и механических свойств сталей.

Для выполнения второго и третьего заданий студенты получают комплект образцов, изготовленных из конструкционных сталей. Экспериментально определяется прочность по Бринеллю (НВ) и рассчитывается предел прочности на разрыв $\sigma_b \approx 0,36 \text{ НВ}$. На лабораторной установке, снабженной диаграммным аппаратом, устанавливаются предел прочности на разрыв, предел текучести и относительное удлинение, методика определения которых изучается студентами в курсе «Материаловедение».

При выполнении четвертого задания студенты сравнивают экспериментальные значения, полученные при выполнении второго и третьего заданий, с табличными значениями пределов прочности на разрыв и текучести, твердости и пластичности (см. табл. 1) и делают вывод о марках конструкционных сталей.

Таблица 1

Сталь углеродистая конструкционная качественная

Марка стали	Механические свойства в нормализованном состоянии				
	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	φ , %	НВ, МПа
	Не менее				Не более
05кп	230	—	28	—	1210
08кп	300	180	35	60	1310
08	330	200	33	60	1310
10кп	320	190	33	55	1370
10	340	210	31	55	1370
15кп	360	210	29	55	1430
15	380	230	27	55	1430
20кп	390	230	27	55	1560
20	420	250	25	55	1560
25	460	280	23	50	1700
30	500	300	21	50	1790
35	540	320	20	45	1870
40	580	340	19	45	2170
45	610	360	16	40	2410
50	640	380	14	40	2410
55	660	400	13	35	2550
60	690	410	12	35	2550
65	700	420	10	30	2550
70	730	430	9	30	2690

Контрольные вопросы

1. Статические и динамические методы определения твердости материалов.
2. Методика определения пределов прочности, текучести и относительного удлинения на стандартных образцах.
3. Определение пределов выносливости материалов.
4. Определение ударной вязкости материалов.
5. Факторы, влияющие на точность определения механических свойств материалов.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: изучить основные методы контроля качества металла.

Задания

1. Используя литературные источники, изучить основные методы контроля качества металла для выявления поверхностных и внутренних дефектов.
2. Ознакомиться с работой магнитного дефектоскопа.
3. Выполнить контроль качества деталей методами магнитной и капиллярной дефектоскопии.
4. Ознакомиться с устройством ультразвукового дефектоскопа, изучить методику ультразвуковой дефектоскопии.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

Общие положения

Существующие технологические процессы в металлургии и металлообработке таковы, что в получаемых металлах могут образовываться опасные различные дефекты (трещины, раковины, посторонние включения, рыхлости и др.).

Для контроля качества металла с целью выявления дефектов без разрушения целостности изделия разработаны различные методы дефектоскопии:

1. Для обнаружения поверхностных дефектов – магнитный, электромагнитный, капиллярный, люминесцентный.
2. Для обнаружения внутренних дефектов – ультразвуковой, радиационный, (гамма-дефектоскопия), рентгеновский методы, которые позволяют не только обнаружить наличие дефектов, но и установить их форму и размеры.

Магнитная и электромагнитная дефектоскопия применяется для обнаружения дефектов с помощью ферромагнитных порошков и суспензий (магнитная порошковая дефектоскопия) или электромагнитных и электронных приборов.

Магнитной порошковой дефектоскопии подвергают исключительно ферромагнитные сплавы. Этим методом выявляют мелкие трещины, раковины и другие дефекты, расположенные на поверхности детали или залегающие на небольшой глубине (не более 2 – 3 мм.). В основу контроля положен принцип создания магнитного потока, образующего поле рассеивания над дефектами. Недостатком метода является затруднительность определения величины распространения трещины в глубь металла.

Капиллярный метод применяют для выявления поверхностных дефектов: исследуемую поверхность смачивают керосином, а затем после его удаления покрывают мелом. Керосин, выделяющийся из трещин, пор и тому подобных, смачивает мел, и в месте расположения дефектов образуются темные пятна. Необходимо отметить, что различие между участками сухого и смоченного мела невелико, и метод недостаточно точен.

Люминесцентным методом можно выявить только открытые дефекты, например микротрещины, не видимые невооруженным глазом в любых материалах: металлах и их сплавах, пластмассах, керамических изделиях и т.п. Во многих случаях контроля немагнитных материалов люминесцентный метод является единственным методом дефектоскопии. Для контроля очищенную деталь погружают в ванну, содержащую флюоресцирующий раствор, который затем смывают, поверхность просушивают и облучают ультразвуковым светом. При наличии поверхностных микротрещин проникший в них флюоресцирующий раствор под действием ультрафиолетовых лучей светится зеленым светом и тем самым позволяют их выявить.

Ультразвуковой метод дефектоскопии основан на принципе приема ультразвуковых импульсов, отраженных от дефекта внутри металла. Данный метод позволяет определить не только наличие внутренних дефектов, но и глубину их расположения (до 1 м).

Дефектоскопия просвечиванием рентгеновскими лучами и гамма-лучами радиоактивных изотопов используется для определения внутренних макроскопических дефектов в металле отливок и сварных швов.

Выявление внутренних дефектов при помощи просвечивания основано на способности рентгеновских и гамма-лучей проникать через любое тело и в различной степени поглощаться при прохождении через металл различной плотности.

Дефекты фиксируются на пленке в виде действительных изображений, рентгеновская дефектоскопия позволяет надежно контролировать стальные детали толщиной до 60 – 80 мм.

При помощи гамма-дефектоскопии можно обнаружить внутренние дефекты в стальных изделиях толщиной до 300 мм, а в сплавах алюминия и магния – до 500 мм.

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к лабораторной работе.

При выполнении второго задания преподаватель демонстрирует принцип действия магнитного дефектоскопа. Последующие задания выполняются бригадами по 2 – 3 человека.

При выполнении третьего задания студенты намагничивают деталь в дефектоскопе, затем ее покрывают магнитным порошком окиси железа (сухой метод) или поливают жидкостью (суспензией), состоящий из порошка окиси железа и керосина, или деталь погружают в суспензию (мокрый метод). Порошок окиси железа притягивается вышедшим на поверхность магнитным потоком, то есть в тех местах, где имеется дефект; в результате ранее невидимый дефект становится хорошо заметным.

Выявление дефектов капиллярным методом проводится по схеме, изложенной выше.

При изучении ультразвукового дефектоскопа (четвертое задание) необходимо, чтобы излучаемый ультразвуковой импульс, отраженный от дефекта и от дна, усиливался и регистрировался на экране индикатора.

Индикатором в дефектоскопе служит электронно-лучевая трубка, на экране которой с помощью специального развертывающего устройства возникает временная диаграмма, соответствующая распространению ультразвукового импульса в металле. Горизонтальные линии на экране представляют собой ось времени. Посылка ультразвукового импульса в исследуемый металл производится периодически, ультразвук распространяется в данном металле с постоянной скоростью: $V = S / T$, где в V – скорость звука; S – расстояние; T – время. Дефект, находящийся внутри металла, можно обнаружить по зарегистрированному на экране всплеску импульса, причем расстояние между начальным импульсом и импульсом, отраженным от дефекта, соответствует глубине залегания дефекта.

Контрольные вопросы

1. Какими методами выявляются поверхностные дефекты?
2. Какими методами выявляются внутренние дефекты?
3. Магнитная дефектоскопия.
4. Электромагнитная дефектоскопия.
5. Капиллярная дефектоскопия.
6. Сущность люминесцентной дефектоскопии, область ее применения.
7. Какие преимущества имеет люминесцентный метод дефектоскопии?
8. Какова методика проведения ультразвукового метода дефектоскопии?
9. Каково устройство ультразвукового дефектоскопа?
10. Методика выявления дефектов рентгеновским методом, его преимущества и недостатки.
11. Гамма-дефектоскопия.

Лабораторная работа № 3

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Цель работы: статистические исследования распределения твердости нормализованных и закаленных деталей.

Задания

1. Используя литературные источники, ознакомиться со статистическими методами исследования.
2. Провести статистическое исследование распределения твердости деталей, подвергнутых нормализации.
3. Провести статистическое исследование распределения твердости закаленных деталей.
4. Ответить на контрольные вопросы.
5. Составить отчет.

Общие положения

Статистические характеристики, рассчитываемые при статистическом исследовании распределения твердости, определяются по следующим формулам:

1. Среднее арифметическое значение твердости (середины распределения):

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i n_i \quad \text{или} \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i ,$$

где X_i – значения твердости отдельной детали; n_i – количество измерений твердости отдельной детали; n – общее количество измерений.

2. Среднее квадратическое отклонение

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2 n_i}$$

Среднее квадратическое отклонение есть мера рассеивания случайной величины и характеризует точность измерения.

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к лабораторной работе, т.е. дома или в библиотеке. При этом следует обратить внимание на закон нормального распределения и расчет элементов математической статистики.

При выполнении второго и третьего заданий, предполагается, что из двух партий деталей берется по 5 – 6 образцов. Первая партия деталей подвергается нормализации, а вторая – закалке. При выполнении этих заданий студенты проводят статистическое исследование распределения твердости данных деталей.

Студенты разделяются на бригады по 3 – 4 человека, которым выдается по одному образцу.

Результаты измерения заносят в табл. 2.

Статистическая обработка результатов

Но- мер де- тали	Измеренная твердость						Кол- во из- мере- ний n_i	$X_i n_i$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^2 n_i$
	1	2	3	4	5	среднее значе- ние X_i					
1											
2											
3											
4											
5											
6											
Суммарная величина							n	$\Sigma X_i n_i$	–	–	$\Sigma (X_i - \bar{X})^2 n_i$

При обработке результатов измерения табл. 2 заполняют отдельно для нормализованных деталей и отдельно для закаленных. При этом необходимо учесть, что если значения превосходят $3S$, то эти значения (с большими отклонениями) отбрасываются, а расчет проводится заново, т.е. необходимо откорректировать табл. 2. Таким образом исключаются случайные значения.

По указанию преподавателя студенты строят графики эмпирического распределения (полигоны распределения) измеренных величин твердости. Также по указанию преподавателя определяют истинное значение измеряемой величины, т.е. доверительный интервал:

$$\bar{X} - t_\gamma S / \sqrt{n} < X < \bar{X} + t_\gamma S / \sqrt{n},$$

где t_γ определяют по табл. 3.

Значения $t_\gamma = t(\gamma, n)$

Количество измерений n	Значение t_γ с надежностью γ			Количество измерений n	Значение t_γ с надежностью γ		
	0,95	0,99	0,999		0,95	0,99	0,999
5	2,78	4,60	8,61	20	2,093	2,861	3,883
6	2,57	4,03	6,86	25	2,064	2,797	3,745
7	2,45	3,71	5,96	30	2,045	2,756	3,659
8	2,37	3,50	5,41	35	2,032	2,720	3,600
9	2,31	3,36	5,04	40	2,023	2,708	3,558
10	2,26	3,25	4,78	45	2,016	2,692	3,527
11	2,23	3,17	4,59	50	2,009	2,679	3,502
12	2,20	3,11	4,44	60	2,001	2,662	3,464
13	2,18	3,06	4,32	70	1,996	2,649	3,439
14	2,16	3,01	4,22	80	1,991	2,640	3,418
15	2,15	2,98	4,14	90	1,987	2,633	3,403
16	2,13	2,95	4,07	100	1,984	2,627	3,392
17	2,12	2,92	4,02	120	1,980	2,617	3,374
18	2,11	2,90	3,97	∞	1,960	2,576	3,291
19	2,10	2,88	3,92				

Контрольные вопросы

1. Функции и плотности распределения вероятностей случайных величин.
2. Какое распределение считается нормальным?
3. Статистическое распределение выборки.
4. Полигон и гистограмма.
5. Статистическая оценка параметров распределения.
6. Оценка истинного значения измеряемой величины.

МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: изучение микроструктуры и свойств антифрикционных износостойких сплавов.

Задания

1. Изучить химический состав, маркировку и механические свойства указанных ниже сплавов в состоянии поставки.
2. Зарисовать диаграммы фазового равновесия следующих систем: Cu – Sn (до 30 % Sn), Sn – Sb.
3. Изучить и зарисовать с указанием структурных составляющих микроструктуры следующих сплавов: оловянистой бронзы Бр05 (литье, отжиг), свинцовистой бронзы БрС30, баббита Б83, серого чугуна СЧ12, антифрикционного чугуна.
4. Ответить на контрольные вопросы.
5. Составить отчет.

Общие положения

При трении сопряженных поверхностей имеет место изнашивание, под которым понимают процесс отделения материала с поверхности твердого тела и(или) увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела (ГОСТ 27674-88). Свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию, которое оценивается величиной, обратной скорости изнашивания, называется *износостойкостью*.

Антифрикционные материалы предназначены для изготовления подшипников скольжения.

Антифрикционность – это способность материала обеспечить низкий коэффициент трения скольжения и тем самым низкие потери на трение и малую скорость изнашивания сопряженной детали.

Для работы в режиме жидкостного трения, сочетающемся в реальных условиях эксплуатации с режимом граничной смазки, широко применяют металлические материалы.

При разрушении граничной масляной пленки вследствие перегрева поведение материала зависит от его сопротивляемости схватыванию, а она наиболее высока у сплавов, имеющих в структуре мягкую составляющую.

Антифрикционные металлические материалы по своей структуре можно разделить на два типа сплавов: сплавы с мягкой основой и твердыми включениями и сплавы с твердой основой и мягкими включениями.

К первому типу сплавов относятся сплавы на основе меди (бронзы) и баббиты. Мягкая основа в них обеспечивает характерную прирабатываемость, а также создает рельеф поверхности, хорошо удерживающий смазку. Твердые включения обеспечивают высокую износостойкость.

Бронзы относятся к лучшим антифрикционным материалам. Особое место среди них занимают оловянистые (например марки Бр05, Бр010Ф1) и оловянисто-цинково-свинцовистые бронзы (марки Бр05Ц5С5, Бр06Ц6С3), которые используют для работы при значительных давлениях и средних скоростях скольжения.

Баббиты – мягкие (30НВ) антифрикционные сплавы на оловянной или свинцовой основе. К первым относятся баббиты марки Б83 (83 % Sn, 11 % Sb, 6 % Cu) и Б88, ко вторым – Б16 (16 % Sn, 16 % Sb, 2 % Cu), БС6 и БН.

Для работы при значительных давлениях и малых скоростях скольжения используют серые чугуны (марки СЧ15, СЧ20, по ГОСТ 1412-85) и легированные антифрикционные чугуны по ГОСТ 1585-85 на основе серых чугунов с пластинчатым графитом (марки АЧС-1, АЧС-2), (АЧС-3, АЧС-4, АЧС-5, АЧС-6), высокопрочных чугунов с шаровидным графитом (марки АЧВ-1 и АЧВ-2) и ковких чугунов с хлопьевидным графитом (марки АЧК-1 и АЧК-2), которые можно отнести ко второму типу сплавов. Антифрикционные чугуны имеют высокую износостойкость и хорошие литейные свойства.

По сравнению с антифрикционными сплавами цветных металлов (баббитом и бронзой) чугун имеет значительно меньшую стоимость, но несколько худшую прирабатываемость, а также чувствительность к недостаточности смазочного материала и пониженную стойкость к воздействию ударной нагрузки. Характеристики антифрикционных материалов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики антифрикционных материалов

Материал	НВ	Коэффициент трения по стали		Допустимый режим работы		
		Без смазочного материала	со смазочным материалом	p , МПа	V , м/с	pv , МПа·м/с
Баббиты:						
Б83	300			15	50	75
Б16	300	0,07 – 0,12	0,004 – 0,006	10	30	3
БК2	320			15	15	6
Бронзы:						
БрО10Ф1	1000			15	10	15
БрО5Ц5С5	600	0,1 – 0,2	0,004 – 0,009	8	3	12
БрС30	250			25	12	30
Латуни:						
ЛЦ16К4	1000			12	2	10
ЛЦ38Мц2С2	800	0,15 – 0,24	0,009-0,016	10,6	1	10
Алюминиевый сплав АО9-2	310	0,1 – 0,15	0,008	25	20	100
Антифрикционные серые чугуны:						
АЧС-1	2200		0,008	2,5	5	10
АЧС-3	1600	0,12-0,23	0,016	6	0,75	45
Пластмассы:						
капрон	100	0,15 – 0,21	-	12	5	20
текстолит	350	0,15-0,25	-	15	8	25
Комбинированные материалы:						
Железо-графит	800	0,08 – 0,12	-	8	1	-
Бронза-графит	560	0,04 – 0,1	-	6	1	-
металловторпластовая лента (МФПл)	-	0,03-0,1	-	-	-	150

Порядок выполнения работы

Первое и второе задания студенты выполняют при подготовке к лабораторной работе, т.е. дома или в библиотеке. При этом следует обратить внимание на связь между микроструктурой и свойствами сплавов.

При выполнении второго задания студенты по литературным источникам зарисовывают диаграммы фаз равновесия следующих систем: Cu – Sn (до 30 % Sn), Sn – Sb.

Третье задание выполняют бригады по 3 – 4 человека. Для этого студентам выдают коллекцию антифрикционных материалов, которая включает в себя бронзу оловянистую Бр05 после литья и отжига, свинцовистую бронзу Брс30, сплав Б83 (баббит), серого чугуна СЧ12, антифрикционного чугуна. Изучив микроструктуру этих сплавов с помощью металлографического микроскопа, зарисовать ее в виде схемы в круге диаметром 40 мм или квадрате размерами 40×40 мм с обязательным указанием структурных составляющих. Под рисунком или справа от рисунка дать описание микроструктуры и указать марку сплава.

Контрольные вопросы

1. Что такое износ?
2. Что относят к механическому изнашиванию?
3. Что понимают под антифрикционностью?
4. Каким образом можно обеспечить антифрикционность материала?
5. Какие сплавы относят к антифрикционным?
6. Какую структуру имеют оловянистые бронзы?
7. Какую структуру имеют оловянистые баббиты?
8. Как связаны между собой состав, структура и свойства свинцовистой бронзы Брс30?
9. Какие неметаллические и комбинированные материалы относятся к антифрикционным материалам?

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: ознакомиться с теплостойкостью некоторых инструментальных материалов.

Задания

1. Используя учебную литературу и пособия, изучить теплостойкость инструментальных углеродистых, низколегированных и высоколегированных сталей.
2. Измерить исходную твердость комплекта образцов из инструментальных сталей.
3. Провести нагрев образцов до различных температур (200, 300, 600 и 900 °С).
4. Провести оценку теплостойкости данных инструментальных материалов, построив зависимость измерения твердости от температуры нагрева.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

Общие положения

Основными материалами для изготовления инструментов являются инструментальные стали. В силу специфических условий работы к инструменту предъявляют несколько требований высокой износостойкости, а в ряде случаев – теплостойкости.

Теплостойкостью (красностойкостью) называют способность материала устойчиво сохранять высокую твердость и износостойкость при высоких температурах. Она определяет природу упрочнения стали при термообработке и во многих случаях условия использования стали.

Теплостойкость характеризуется температурой нагрева, при которой сталь после закалки начинает интенсивно терять свою твердость, так как при этом (отпуске) из мартенсита выделяются мелкие частицы цементита. До тех пор, пока выделившееся карбиды находятся в дисперсном состоя-

нии, твердость практически не снижается. Но если температура нагрева поднимается выше 200 °С, происходит коагуляция (укрупнение) карбидной фазы и твердость стали быстро падает. Следовательно, для повышения теплостойкости сталь нужно легировать такими карбидообразующими элементами, которые затрудняют процесс коагуляции карбидов. Такими элементами являются хром, молибден, вольфрам, ванадий и другие легирующие элементы, так как образующиеся карбиды выделяются из мартенсита и коагулируют при более высоких температурах, чем карбид железа.

По теплостойкости различают три группы инструментальных сталей: нетеплостойкие, полутеплостойкие и теплостойкие.

Для изготовления режущего, штампового и измерительного инструментов применяют углеродистые и легированные инструментальные стали, а также твердые сплавы.

К режущим инструментам относятся резцы, сверла, метчики, фрезы и др. Их материал должен обладать высокой твердостью (62-65HRC), износостойкостью и теплостойкостью.

Углеродистые инструментальные стали сохраняют свои режущие свойства при нагреве только до 200 °С.

Низколегированные инструментальные стали (марки Х, ХВГ, 9ХС и др.) применяют для инструментов, работающих при небольших скоростях резания, не вызывающих нагрева свыше 200 – 260 °С. В отличие от углеродистых эти стали меньше склонны к нагреву и позволяют изготавливать инструменты больших размеров и более сложной формы.

Для изготовления инструментов высшей производительности применяют быстрорежущие стали (марки Р18, Р9, Р6М5 и др.) и твердые сплавы (ВК3, ВК6, Т5К10 и др.).

В результате комплексного легирования инструменты из быстрорежущих сталей сохраняют твердость при нагреве до 560 – 640 °С и допускают в 2-4 раза более производительные режимы резания, чем инструменты из углеродистых и низколегированных сталей.

При обработке металлов с особо высокими скоростями используют твердые сплавы, имеющие высокую твердость 85-92HRA (74-76HRC) и износостойкость с теплостойкостью (800 – 1000 °С).

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к лабораторной работе. При этом следует обратить внимание на взаимосвязь теплостойкости с химическим составом и структурой материала.

Для выполнения второго и третьего заданий студенты получают комплект образцов, изготовленных из углеродистых и легированных сталей, а также из твердого стекла, обрабатываемых по общепринятой технологии.

Теплостойкость инструмента оценивается по изменению твердости после нагрева данных образцов до различных температур.

Результаты измерений заносятся в табл. 5.

Таблица 5

Результаты измерений

Марка стали	Твердость инструмента HRC при температуре нагрева, °C			
	20	200	300	900

Построить график зависимости твердости от температуры для различных инструментальных материалов.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы применяют для изготовления режущего инструмента?
2. Что такое теплостойкость?
3. Какие стали являются нетеплостойкими?
4. Какие стали являются полутеплостойкими?
5. Какие стали являются теплостойкими?
6. Чем определяется теплостойкость быстрорежущих сталей?
7. Чем определяется теплостойкость твердых сплавов?
8. Каким образом получают твердые сплавы?
9. Как подразделяются твердые сплавы?

Библиографический список

1. *Материаловедение* / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – С. 341 – 347, 609 – 629.
2. *Гмурман В.Е.* Руководство к решению задач по теории вероятности и математической статистике. – М.: Высш. шк., 1979. – 400 с.
3. *Гуляев А.П.* *Металловедение*. – М.: Металлургия, 1977. – С. 61–83.
4. *Кузьмин Б.А., Самохоцкий А.И., Кузнецова Т.И.* *Металлургия, материаловедение и конструкционные материалы*. – М.: Высш. шк., 1971. – С. 176–180.
5. *Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П.* *Материаловедение*. – М.: Машиностроение, 1980. – С. 77–110.
6. *Мозберг Р.К.* *Материаловедение*. – М.: Высш. шк., 1991. – С. 104–110, 331–349.
7. *Новицкий П.В., Зограф И.А.* *Оценка погрешностей результатов измерений*. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.
8. *Проников А.С.* *Надежность машин*. – М.: Машиностроение, 1978. – С. 591.
9. *Рети П.* *Неразрушающие методы контроля металлов: Сокр. пер. с венгер.* – М.: Машиностроение, 1972. – 208 с.
10. *Самохоцкий А.И., Кунявский М.Н.* *Лабораторные работы по материаловедению*. – М.: Машиностроение, 1971. – С. 33–45.

Оглавление

Предисловие	3
Лабораторная работа № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ	3
Лабораторная работа № 2. ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТАЛЛОВ	7
Лабораторная работа № 3. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ДЕТАЛЕЙ	10
Лабораторная работа № 4. МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	14
Лабораторная работа №5. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ...	18
Библиографический список	21

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

Составители

КАРТОНОВА Любовь Владимировна
ЕЛГАЕВ Николай Александрович

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор В.А. Кечин

Редактор Р.С. Кузина
Компьютерная верстка Е.Г. Радченко
Дизайн обложки Е.Г. Радченко

ЛР № 020275. Подписано в печать 10.01.03.
Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,48. Тираж 50 экз.

Заказ

Редакционно-издательский комплекс
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.

УДК 620.22

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Литейные процессы и конструкционные материалы»
Владимирского государственного университета

Ю.Д. Корогодов

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Специальные конструкционные материалы» / Владим. гос. ун-т; Сост.: Л.В. Картонова, Н.А. Елгаев. Владимир, 2003. – 24 с.

Составлены в соответствии со Стандартом специалиста по специальности 110400 – литейное производство черных и цветных металлов. Содержат указания к лабораторным работам, соответствующим по объему и содержанию количеству учебного времени, выделяемому на лабораторные работы по дисциплине «Специальные конструкционные материалы».

Предназначены для студентов названной специальности всех форм обучения.

Табл. 5. Библиогр.: 10 назв.

УДК 620.22