

**Методические указания
по выполнению самостоятельной работы
по учебной дисциплине
ОП.04 Основы материаловедения**

2018г.

ОП 04. Основы материаловедения разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта по профессии начального профессионального образования 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)).

Организация-разработчик: Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области Чунский многопрофильный техникум

Разработчик: Бойцова Т.А., преподаватель МДК и УД ГБПОУ ЧМТ

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

- самоконтроль и самооценка обучающегося;
- контроль и оценка со стороны преподавателя.

Организация и руководство внеаудиторной самостоятельной работы

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

При предъявлении видов заданий на внеаудиторную самостоятельную работу рекомендуется использовать дифференцированный подход к уровню подготовленности обучающегося. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультацию с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, ориентировочного объема работы, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня литературы. В процессе консультации преподаватель предупреждает о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

Для методического обеспечения и руководства самостоятельной работой в образовательном учреждении разрабатываются учебные пособия, методические рекомендации по самостоятельной подготовке к различным видам занятий (семинарским, лабораторным, практическим и т.п.) с учетом специальности, учебной дисциплины, особенностей контингента студентов, объема и содержания самостоятельной работы, форм контроля и т.п.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня подготовленности обучающихся.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернет-ресурсов и др.;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной

литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц, ребусов, кроссвордов, глоссария для систематизации учебного материала; изучение словарей, справочников; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии, заданий в тестовой форме и др.;

-для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; составление схем; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; подготовка к деловым и ролевым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; подготовка презентаций, творческих проектов; подготовка курсовых и выпускных работ; опытно-экспериментальная работа; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности и др.

Для обеспечения внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине преподавателем разрабатывается перечень заданий для самостоятельной работы, который необходим для эффективного управления данным видом учебной деятельности обучающихся.

Преподаватель осуществляет управление самостоятельной работой, регулирует ее объем на одно учебное занятие и осуществляет контроль выполнения всеми обучающимися группы. Для удобства преподаватель может вести ведомость учета выполнения самостоятельной работы, что позволяет отслеживать выполнение минимума заданий, необходимых для допуска к итоговой аттестации по дисциплине.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Обучающийся самостоятельно определяет режим своей внеаудиторной работы и меру труда, затрачиваемого на овладение знаниями и умениями по каждой дисциплине, выполняет внеаудиторную работу по индивидуальному плану, в зависимости от собственной подготовки, бюджета времени и других условий.

Ежедневно обучающийся должен уделять выполнению внеаудиторной самостоятельной работы в среднем не менее 3 часов.

При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией с целью уточнения задания, формы контроля выполненного задания.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проводиться в письменной, устной или смешанной форме с представлением продукта деятельности обучающегося. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы могут быть использованы зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др.

Методические рекомендации по изучению теоретических основ дисциплин

Изучение теоретической части дисциплин призвано не только углубить и закрепить знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы и организовать свое время.

Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- знакомство с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы);
- подготовку и написание рефератов;

- выполнение контрольных работ;
- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены.

Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.

При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.

При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы. При написании контрольной работы ответ следует иллюстрировать схемами.

При выполнении самостоятельной работы по написанию реферата студенту необходимо: прочитать теоретический материал в рекомендованной литературе, периодических изданиях, на Интернет-сайтах; творчески переработать изученный материал и представить его для отчета в форме реферата, проиллюстрировав схемами, диаграммами, фотографиями и рисунками.

Тексты контрольных работ и рефератов должны быть изложены внятно, простым и ясным языком.

При ответе на экзамене необходимо: продумать и четко изложить материал; дать определение основных понятий; дать краткое описание явлений; привести примеры. Ответ следует иллюстрировать схемами, рисунками и графиками.

Методические рекомендации по выполнению лабораторно-практических работ

Лабораторная работа - это проведение студентами по заданию преподавателя или по инструкции опытов с использованием приборов, применением инструментов и других технических приспособлений, т.е. это изучение каких-либо объектов, явлений с помощью специального оборудования.

Практическая работа проводятся после лекций, и носят разъясняющий, обобщающий и закрепляющий характер. Они могут проводиться не только в аудитории, но и за пределами учебного заведения.

В ходе лабораторно-практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.

Лабораторно-практические работы выполняются согласно графика учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплинам. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ.

Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие:

- на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента; каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы;
- полностью записывают название работы, цель и принцип метода, кратко характеризуют ход эксперимента и объект исследования;
- при необходимости приводят рисунок установки; результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно

(характер оформления работы обычно указан в методических указаниях к самостоятельным работам);

- в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.

Все первичные записи необходимо делать в тетради по ходу эксперимента.

Проведение лабораторно-практических работ включает в себя следующие этапы:

- постановку темы занятий и определение задач лабораторно-практической работы;
- определение порядка лабораторно-практической работы или отдельных ее этапов;
- непосредственное выполнение лабораторной/практической работы студентами и контроль за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;
- подведение итогов лабораторно-практической работы и формулирование основных выводов.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо заранее изучить методические рекомендации по его проведению. Обратит внимание на цель занятия, на основные вопросы для подготовки к занятию, на содержание темы занятия.

Лабораторное занятие проходит в виде диалога – разбора основных вопросов темы. Также лабораторное занятие может проходить в виде показа презентаций, демонстративного материала (в частности плакатов, слайдов), которые сопровождаются беседой преподавателя со студентами.

Студент может сдавать лабораторно-практическую работу в виде написания реферата, подготовки слайдов, презентаций и последующей защиты его, либо может написать конспект в тетради, ответив на вопросы по заданной теме. Ответы на вопросы можно сопровождать рисунками, схемами и т.д. с привлечением дополнительной литературы, которую следует указать.

Для проверки академической активности и качества работы студента рабочую тетрадь периодически проверяет преподаватель.

К лабораторно-практическим работам студент допускается только после инструктажа по технике безопасности. Положения техники безопасности изложены в инструкциях, которые должны находиться на видном месте в лаборатории.

Методические рекомендации по выполнению рефератов

Реферат предусматривает углубленное изучение дисциплины, способствует развитию навыков самостоятельной работы с литературными источниками.

Реферат – краткое изложение в письменном виде содержания научного труда по предоставленной теме. Это самостоятельная научно-исследовательская работа, где студент раскрывает суть исследуемой проблемы с элементами анализа по теме реферата. Приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на проблемы темы реферата. Содержание реферата должно быть логичным, изложение материала носить проблемно-тематический характер.

Требования к оформлению реферата:

Объем реферата может колебаться в пределах 15-20 печатных страниц. Основные разделы: оглавление (план), введение, основное содержание, заключение, список литературы.

Текст реферата должен содержать следующие разделы:

- титульный лист с указанием: названия техникума, профессии (специальности), темы реферата, ФИО автора и ФИО преподавателя – куратора.
- введение, актуальность темы.
- основной раздел.
- заключение (анализ результатов литературного поиска); выводы.
- библиографическое описание, в том числе и интернет-источников, оформленное по ГОСТ 7.1 – 2003; 7.80 – 2000.

- список литературных источников должен иметь не менее 10 библиографических названий, включая сетевые ресурсы.

Текстовая часть реферата оформляется на листе следующего формата:

- отступ сверху – 2 см; отступ слева – 3 см; отступ справа – 1,5 см; отступ снизу – 2,5 см;
- шрифт текста: Times New Roman, высота шрифта – 14, пробел – 1,5;
- нумерация страниц – снизу листа. На первой странице номер не ставится.

Реферат должен быть выполнен грамотно с соблюдением культуры изложения. Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу, включая периодическую литературу за последние 5 лет).

Критерии оценки реферата:

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала;
- правильность и полнота разработки поставленных вопросов;
- значимость выводов для дальнейшей практической деятельности;
- правильность и полнота использования литературы;
- соответствие оформления реферата стандарту;
- качество сообщения и ответов на вопросы при защите реферата.

Методические указания к выполнению контрольной работы

Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.

Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Контрольные выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Тема контрольной работы известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, чётко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

Темы самостоятельных работ при изучении учебной дисциплины Основы материаловедения

№	Тема	Кол-во часов
1	Чтение конспектов занятий, работа с дополнительной литературой по теме: Атомно - кристаллическое строение металлов.	1
2	Составление конспекта по темам: Механические и технологические испытания и свойства конструкционных материалов.	1
3	Составление конспекта по темам: Стали специального назначения.	1

4	Составление конспекта по темам: Сущность обработки металлов давлением - преимущества и недостатки метода по сравнению с другими способами получения заготовок и изделий.	1
5	Составление конспекта по теме: Изменения свойств металлов и сплавов при термической обработке.	1
6	Составление конспекта по теме: Дефекты и брак при термической обработке.	1
7	Подготовка конспекта по теме: Антифрикционные сплавы, применение.	4
8	Чтение конспектов занятий и дополнительной литературы.	2
9	Подготовка к дифференцированному зачету.	4

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

«Определение предела прочности и пластичности при растяжении металлов и сплавов»

Цель работы - определение прочности и пластичности металлов, сплавов других материалов, приобретение навыков в проведении механических испытаний, ознакомление с механическими характеристиками материалов: временным сопротивлением, истинным сопротивлением разрыву, относительным удлинением и относительным сужением.

Порядок выполнения работы

Проработайте теоретический материал.

Ознакомьтесь с оборудованием, материалами, образцами.

Проведите испытание на разрывной машине.

Выполните испытание на школьном гидравлическом прессе.

Оформите результаты работы.

Оборудование: разрывная машина Р 0,5, штангенциркуль, мерительная линейка, набор проволочных образцов.

Краткие теоретические сведения

Металлы и сплавы, используемые в качестве конструкционных материалов, должны обладать определенными механическими свойствами – прочностью, упругостью, пластичностью, твердостью.

Прочность – это способность металла сопротивляться деформации и разрушению.

Деформацией называется изменение размеров и формы тела под действием внешних сил. Деформации подразделяются на упругие и пластические. Упругие деформации исчезают, а пластические остаются после окончания действия сил. В основе пластических деформаций – необратимые перемещения атомов от исходных положений на расстояния, большие межатомных, изменение формы отдельных зерен металла, их расположения в пространстве.

Способность металлов пластически деформироваться называется пластичностью. Пластичность обеспечивает конструктивную прочность деталей под нагрузкой и нейтрализует влияние концентраторов напряжений – отверстий, вырезов и т.п. При пластическом деформировании металла одновременно с изменением формы меняется ряд свойств, в частности при холодном деформировании повышается прочность, но снижается пластичность.

Большинство механических характеристик металла определяют в результате испытания образцов на растяжение (ГОСТ 1497-84).

При растяжении образцов с площадью поперечного сечения F_0 и рабочей (расчетной) длиной l_0 строят диаграмму растяжения в координатах: нагрузка P – удлинение Dl образца (рис. 1).

Диаграмма растяжения характеризует поведение металла при деформировании от момента начала нагружения до разрушения образца. На диаграмме выделяют три участка: упругой деформации – до нагрузки $P_{упр}$; равномерной пластической деформации от $P_{упр}$ до P_{max} и сосредоточенной пластической деформации от P_{max} до P_k . Если образец нагрузить в пределах $P_{упр}$ а затем полностью разгрузить и измерить его длину, то никаких последствий нагружения не обнаружится. Такой характер деформирования образца называется упругим. При нагружении образца более $P_{упр}$ появляется остаточная (пластическая) деформация. Пластическое деформирование идет при возрастающей нагрузке, так как металл упрочняется в процессе деформирования. Упрочнение металла при деформировании называется наклепом. При дальнейшем нагружении пластическая деформация, а вместе с ней и наклеп все более увеличиваются, равномерно распределяясь по всему объему образца. После достижения максимального значения нагрузки P_{max} в наиболее слабом месте появляется местное утонение образца – шейка, в которой в основном и протекает дальнейшее пластическое деформирование. В это время между деформированными зернами, а иногда и внутри самих зерен могут зарождаться трещины. В связи с развитием шейки, несмотря на продолжающееся упрочнение металла, нагрузка уменьшается от P_{max} до P_k , и при нагрузке P_k происходит разрушение образца. При этом упругая деформация образца ($Dl_{упр}$) исчезает, а пластическая ($Dl_{ост}$) остается (рис. 1).

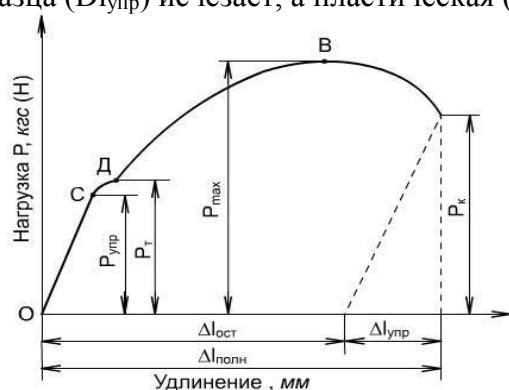


Рис. 1. Диаграмма растяжения металла

При деформировании твердого тела внутри него возникают внутренние силы. Величину сил, приходящуюся на единицу площади поперечного сечения образца, называют напряжением. Размерность напряжения $кгс/мм^2$, или Mpa ($1кгс/мм^2=10 MPa$). Отмеченные выше нагрузки на кривой растяжения ($P_{упр}$, P_T , P_{max} , P_k) служат для определения основных характеристик прочности (напряжений): предела упругости, физического предела текучести, временного сопротивления (предела прочности) и истинного сопротивления разрушению. В технических расчетах вместо предела прочности обычно используется условный предел текучести, которому соответствует нагрузка $P_{0,2}$ (рис. 2).

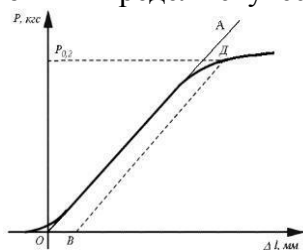


Рис. 2. Участок диаграммы растяжения металла

При растяжении образец удлиняется, а его поперечное сечение непрерывно уменьшается. Но поскольку площадь поперечного сечения образца каждый данный момент определить сложно, то при расчете предела упругости, предела текучести и временного сопротивления пользуются условными напряжениями, считая, что поперечное сечение образца остается неизменным. Истинное напряжение рассчитывается только при определении сопротивления разрушению. Условный предел текучести ($s_{0,2}$) – это

напряжение, при котором образец получает остаточное (пластическое) удлинение, равное 0,2 % своей расчетной длины:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}$$

где $P_{0,2}$ – нагрузка, вызывающая остаточное (пластическое) удлинение; равное 0,2%, кгс (Н); F_0 – начальная площадь поперечного сечения образца, мм². Временное сопротивление (предел прочности) s_b – это напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца.

$$\sigma_b = \frac{P_{\max}}{F_0};$$

где P_{\max} – максимальная нагрузка, предшествующая разрушению, кгс (Н). Временное сопротивление (предел прочности) характеризует несущую способность материала, его прочность, предшествующую разрушению. Истинное сопротивление разрушению (S_k) – истинное напряжение.

Практически для определения нагрузки, которая вызывает деформацию, соответствующую условному пределу текучести, следует выполнить следующие действия. На диаграмме растяжения провести прямую ОА (рис. 2), совпадающую с прямолинейным участком диаграммы растяжения. Определить положение точки О. Через точку О провести ось ординат ОР. Масштаб записи диаграммы по нагрузке: одному миллиметру ординаты соответствует 2 кгс нагрузки. Численная величина искомой нагрузки Р (кгс) равна соответствующей ординате диаграммы (мм), умноженной на масштаб диаграммы (2 кгс/мм). Для определения нагрузки, соответствующей условному пределу текучести $P_{0,2}$, необходимо от начала координат по оси абсцисс отложить отрезок ОВ, величина которого равна заданному остаточному удлинению 0,2 %. Длина отрезка ОВ (мм) рассчитывается исходя

$$OB = \frac{l_0 \cdot 0,2 \cdot M}{100},$$

Где l_0 рабочая длина образца, мм;

M – масштаб записи диаграммы по деформации.

Из точки В провести прямую ВД, параллельную прямолинейному участку диаграммы растяжения (рис. 2), до пересечения с диаграммой. Используя известный масштаб записи диаграммы по нагрузке, определить численные значения нагрузок $P_{0,2}$, P_{\max} , P_k , после чего рассчитать соответствующее напряжения: $s_{0,2}$, s_b , S_k . Полученные данные занести в протокол испытания.

Протокол испытания

Марка материала _____

№ п/п	Снимаемые параметры	Обозначение	Размер	Численная величина
Исходные данные				
1.	Рабочая длина образца до испытания	l_0	мм	
2.	Диаметр образца до испытания	d_0	мм	

Содержание отчета

Название работы.

Цель работы.

Диаграмма растяжения (рис. 1).

Определения основных характеристик прочности и пластичности.

Протокол испытаний.

Выводы.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какими механическими свойствами характеризуются конструкционные материалы?
2. Что такое прочность?
3. Что называется деформацией?
4. Что называется упругой деформацией?
5. Что называется пластической деформацией?
6. Как влияет холодная пластическая деформация на прочность и пластичность?
7. Какие характерные участки можно выделить на диаграмме растяжения?
8. Почему пластическая деформация идет при возрастающей нагрузке?
9. Что такое наклеп?
10. Что такое напряжение?
11. Почему различают истинные и условные напряжения?
12. Что такое условный предел текучести, временное сопротивление и истинное сопротивление разрушению?
13. Какие вы знаете характеристики пластичности?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

«Определение ударной вязкости металлов и сплавов (прочность на удар)»

Цель работы – определение ударной вязкости металлов и сплавов, приобретение навыков в проведении испытаний на ударную вязкость. Изучение методики определения ударной вязкости пластических масс и других неметаллических материалов при испытании стандартных образцов на маятниковом копре.

Порядок выполнения работы

Проработайте теоретический материал.

Ознакомьтесь с оборудованием, материалами, образцами.

Изучите порядок выполнения работы.

Проведите испытание на маятниковом копре.
Оформите результаты работы.

Необходимые приборы и оборудование
Маятниковый копер ХР-05.
Штангенциркуль.

Краткие теоретические сведения

При эксплуатации различные детали и конструкции часто подвергаются ударным нагрузкам. В качестве примера можно привести переезд автомобиля через выбоину на дороге, взлет и посадку самолетов, высокоскоростную обработку металла давлением (при ковке и штамповке) и др. Для оценки способности металлических материалов переносить ударные нагрузки используют динамические испытания, которые широко применяются также для выявления склонности металлов к хрупкому разрушению. Стандартизованы и наиболее распространены ударные испытания на изгиб образцов с надрезом. Помимо них используются методы динамического растяжения, сжатия и кручения. Скорости деформирования и деформации при динамических испытаниях на несколько порядков больше, чем при статических.

Среди многочисленных методов ударных испытаний наиболее широкое практическое применение нашел метод испытания на ударный изгиб с измерением величины ударной вязкости. Эта характеристика механических свойств играет огромную роль при оценке служебных свойств конструкционных, а также инструментальных сталей.

Вязкость противоположна хрупкости. Это способность материала сопротивляться разрушению, поглощая энергию удара. Например, стекло хрупкое, потому что оно не способно поглощать энергию за счет пластической деформации. При столь же резком ударе по листу мягкого алюминия не возникают большие напряжения, так как алюминий способен к пластической деформации, поглощающей энергию удара.

Удельной ударной вязкостью a материала называют отношение работы ΔW_F , затраченной маятником на разрушение стандартного образца к площади его поперечного сечения A в месте излома.

$$a = \frac{\Delta W_F}{A} \left[\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^2} \right] \quad (1)$$

процессе эксплуатации деталей могут возникнуть внешние факторы, под воздействием которых материал становится хрупким:

увеличение скорости деформирования (возникновение ударных нагрузок);
понижение температуры; возникновение двухосного и трехосного напряженных состояний;
образование концентраторов напряжений – надрезов, раковин, трещин и т. д.

Чем больше величина ударной вязкости, тем лучше материал сопротивляется динамической нагрузке. Образцы из хрупких материалов ломаются легко, с небольшой затратой работы на разрушение. Образцы из пластичных материалов наоборот – требуют на разрушение большей энергии. Материалы, требующие большой затраты энергии на излом называют вязкими. Все материалы, из которых изготавливают детали, воспринимающие динамические нагрузки, обязательно испытывают на удар.

Величина ударной вязкости очень сильно зависит от температуры. По мере понижения температуры ударная вязкость образцов из одного и того же материала уменьшается. У некоторых материалов существует температурный интервал, в котором удельная ударная вязкость резко меняет свое значение. Этот интервал называется температурным интервалом хрупкости. Чем больше смещен температурный интервал хрупкости в сторону низких температур, тем материал менее чувствителен к воздействию температуры при ударных нагрузках и тем более он надежен в работе.

Изменение формы образца также сказывается на величине ударной вязкости. Переход к более широким образцам и к образцам с более острым надрезом смещает

температурный интервал в сторону более высоких температур. На образцах из металлов всегда создается надраз - концентратор напряжений.

Склонность стали к хрупкому разрушению, возрастает также при повышенном содержании фосфора, концентрирующегося по границам зерен, при крупнозернистой структуре, при наличии карбидов по границам зерен, полосчатости, т.е. под влиянием целого ряда внутренних, структурных факторов.

Определение ударной вязкости при динамических испытаниях на ударный изгиб является основным практическим методом оценки склонности стали к хрупкому разрушению, которое, в отличие от вязкого, происходит без заметной пластической деформации и развивается катастрофически быстро.

Охрупчивание стали при некоторых условиях отпуска называется *отпускной хрупкостью*. Понижение ударной вязкости при этом вызвано повышением температуры перехода в хрупкое состояние. Наблюдаются два вида отпускной хрупкости. Отпускная хрупкость первого рода (необратимая) и отпускная хрупкость второго рода (обратимая), определяемые путем испытаний на ударный изгиб при комнатной температуре.

Ударная вязкость в зависимости от температуры отпуска меняется немонотонно (рис. 1).

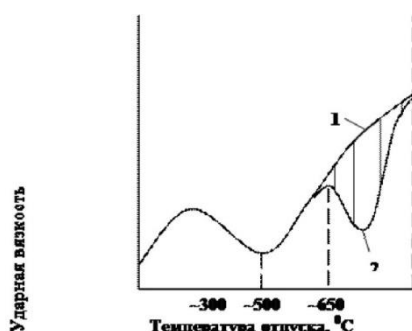


Рис.1. Зависимость ударной вязкости стали от температуры отпуска

Сталь, отпущенная в интервале температур порядка 300...350 °С, имеет минимальную ударную вязкость. Отпускная хрупкость первого рода проявляется у большинства сталей независимо от их состава и скорости охлаждения. Считают, что это явление обусловлено выделениями частиц типа цементита по границам зерен, которые при дальнейшем повышении температуры вновь растворяются. При этом менее прочные приграничные участки становятся концентраторами напряжений, т. е. хрупкое состояние обусловлено возникновением объемно-напряженного состояния, получающегося при неоднородном распаде мартенсита. Сталь в состоянии необратимой отпускной хрупкости имеет блестящий межкристаллитный излом.

Хрупкость первого рода устраняется нагревом стали выше 400 °С, снижающим твердость.

Хрупкость второго рода наблюдается в легированных сталях при охлаждении в печи или на воздухе после отпуска в интервале температур 500...550 °С или при слишком длительной выдержке в этом температурном интервале стали в состоянии отпускной хрупкости второго рода уменьшается работа зарождения и особенно распространения трещины.

При быстром охлаждении в воде этот вид хрупкости не возникает, излом стали – волокнистый, характерный для вязкого состояния. После медленного охлаждения с температуры 500...650 °С сталь имеет хрупкий кристаллический излом. Хрупкость второго рода можно устранить повторным отпуском при 600...650 °С с последующим обратным быстрым охлаждением.

Хрупкость второго рода часто встречается в сталях, содержащих повышенное количество Р и As или Mn, Si, Cr или при одновременном введении в сталь Cr и Ni (или Mn)

Появление отпускной хрупкости второго рода наиболее вероятно связано диффузией растворенных атомов некоторых элементов и насыщением поверхностных слоев зерна этими элементами без выделения избыточных мелкодисперсных фаз (карбидов, фосфидов и

т. д.). Особенно большое влияние оказывает обогащение пограничных зон фосфором, снижающим работу образования межзеренных трещин, вызывающих развитие отпускной хрупкости. С помощью испытаний на ударный изгиб выявляются такие дефекты как синеломкость, хладноломкость, обратимая и необратимая отпускная хрупкость и т. п.

Ударные испытания выявляют такие различия между материалами, которые не отражаются при обычных (статических) испытаниях гладких образцов. Например, значения предела прочности мало отличаются для мелкозернистого железа ($36,5 \text{ кгс/мм}^2$) и крупнозернистого железа ($34,5 \text{ кгс/мм}^2$), тогда как в значениях ударной вязкости имеется существенное различие: $13,1 \text{ кгсм/см}^2$ и $2,6 \text{ кгсм/см}^2$, соответственно. Одно из важнейших достоинств ударных испытаний как метода оценки состояния металла – повышенная чувствительность. Так, например, колебания механических свойств около среднего значения для осевой стали (0,35% C) составляют 99% для A_H , 15% для σ_v , 8,8% для δ и 5,7% для ψ . На величине ударной вязкости часто сказывается и способ выплавки стали: электросталь имеет наибольшую, бессемеровская – наименьшую, мартеновская – промежуточную величину ударной вязкости.

Ударная вязкость в значительной мере отражает состояние поверхности образца, т. к. распределение деформации в образце неравномерно и часто бывает сосредоточено, в основном, в поверхностных слоях. Наличие твердых поверхностных слоев понижает ударную вязкость, а мягкие поверхностные слои повышают ее. Например, если надрезы на стальном образце, предназначенном для испытания на ударный изгиб, сделаны до термической обработки, то даже небольшое обезуглероживание поверхности, приводящее к образованию мягкого и пластичного феррита, может повысить ударную вязкость вдвое.

Поэтому при ударных испытаниях предписывается изготовлять надрез на ударных образцах (ГОСТ 9454-78) после их термической обработки.

Наряду с определением ударной вязкости значение имеет вид излома ударных образцов. В изломе не допускается крупнозернистость, шлаковины, расслоения и другие дефекты. Наиболее простым из методов практического массового контроля является метод ударных испытаний при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ на маятниковых копрах. На результатах определения ударной вязкости сказывается и скорость маятника в момент удара. Однако широкое применение нашли испытания при пониженных температурах, разработанные Н.Н. Давиденковым, так называемые “серийные испытания”. При проведении таких испытаний делается серия опытов на ударный изгиб при постепенно понижающейся температуре до перехода металла в хрупкое состояние, причем температура резкого уменьшения ударной вязкости служит мерой качества металла. Чем ниже эта температура – “критическая температура хрупкости” – тем выше сопротивление металла хрупкому разрушению.

Охлаждающими смесями могут быть: сухая углекислота, дающая температуру $-70 \text{ }^\circ\text{C}$, жидкий воздух дает $-183 \text{ }^\circ\text{C}$, жидкий азот позволяет получить температуру $-195 \text{ }^\circ\text{C}$, жидкий водород, дающий $-252 \text{ }^\circ\text{C}$.

Применение “серийных испытаний” целесообразно только для типично хладноломких материалов с ОЦК-решеткой (Fe- α , Zn и сплавы на их основе), которые дают резкий переход в хрупкое состояние. Многие легированные стали, особенно содержащие Ni, при понижении температуры дают постепенное понижение вязкости и поэтому для них определение даже “критического интервала хрупкости” становится затруднительным. Некоторые сплавы, например Al+4% Mg, остаются вязкими и разрушаются путем среза даже при жестких условиях (при одновременном действии удара, надреза и низкой температуры), поэтому для таких материалов применение ударных испытаний как серийных, так и при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ нецелесообразно. Нецелесообразно применять ударные испытания и для чугунов, литых алюминиевых и магниевых сплавов, т. к. сопротивление отрыву этих материалов достигается уже при статических нагрузках.

Таким образом, испытания на ударный изгиб являются одним из наиболее чувствительных методов контроля, чутко реагирующих на небольшие изменения состояния металла. Ударные испытания являются ценным, а иногда необходимым дополнением к статическим испытаниям гладких образцов, главным образом для низко- и среднеуглеродистых сталей.

Существует много разных методов испытания металлов на ударную вязкость. При использовании метода Шарпи призматический образец металла с надрезом подставляют под удар отведенного маятника. Работу, затраченную на разрушение образца, определяют по расстоянию, на которое маятник отклоняется после удара. Такие испытания показывают, что стали и многие металлы ведут себя как хрупкие при пониженных температурах, но как вязкие – при повышенных. Переход от хрупкого поведения к вязкому часто происходит довольно узким температурном диапазоне, среднюю точку которого называют температурой хрупко-вязкого перехода. Другие испытания на ударную вязкость тоже указывают на наличие такого перехода, но измеренная температура перехода изменяется от испытания к испытанию в зависимости от глубины надреза, размеров и формы образца, а также от метода и скорости ударного нагружения. Поскольку ни в одном из видов испытаний не воспроизводится весь диапазон рабочих условий, испытания на ударную вязкость ценны лишь тем, что позволяют сравнивать разные материалы. Тем не менее, они дали много важной информации о влиянии сплавления, технологии изготовления и термообработки на склонность к хрупкому разрушению. Температура перехода для сталей, измеренная по методу Шарпи с V-образным надрезом, может достигать +90°C, но соответствующими легирующими присадками и термообработкой ее можно понизить до -130°C. Испытания на ударную вязкость или ударный изгиб (КС) проводятся для оценки надежности и работоспособности материалов в условиях динамического нагружения и их склонности к хрупкому разрушению, которые, в свою очередь, зависят от скорости изменения нагрузки и “мягкости” напряженного состояния. Поскольку вязкость (в том числе ударная) является интегральной характеристикой, зависящей одновременно от прочности и пластичности, то она более резко реагирует на изменения структурного состояния материалов, чем другие свойства, что особенно ярко проявляется при пониженных температурах.

Испытание проводится на специальном маятниковом копре (рис. 2). Работа ΔW_F , затраченная маятником на разрушение определяется по зависимости

$$\Delta W_F = Gh_1 - Gh_2 - W_{\text{потерь}}$$

где G - вес маятника;

Gh_1 - потенциальная энергия, запасенная маятником в самом верхнем его положении;

Gh_2 - потенциальная энергия, сохраненная маятником после разрушения образца.

$W_{\text{потерь}}$ - энергия потерь, затраченная маятником на преодоление вредных сопротивлений (трение в узлах копра, сопротивление воздуха, сотрясение копра фундамента, на смятие образца на опорах и под ножом, на сообщение энергии обломкам образца и на упругую деформацию штанги маятника). Особенно велики потери энергии при несовпадении оси удара и середины надреза на образце. Поэтому величины ударной вязкости, определенные на различных копрах, могут отличаться друг от друга на 10-30%. Потери для каждого экземпляра копра известны.

Испытания проводятся для металлов согласно ГОСТ 9454-84; для пластмасс - согласно ГОСТ 4647-84.

Металлы испытываются на копрах с предельной энергией маятника до 300 Дж и скоростью в пределах от 4 до 7 м/с, пластмассы - до 5 Нм и $3,5 \pm 0,5$ м/с, соответственно.

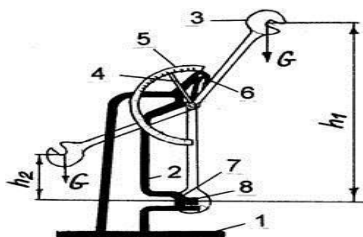


Рис.2. Схема маятникового копра

Описание установки для испытаний. Испытание на ударную вязкость проводится на маятниковом копре ХР-05, схема которого показана на рис. 2. Копер состоит из массивного основания 1 с двумя вертикальными стойками 2. верхней части этих стоек на

горизонтальной оси подвешен маятник 3, представляющий собой плоский стальной диск с вырезом. Кроме того, на оси маятника установлена стрелка 4, напротив которой к стойке 2 прикреплена шкала 5 для отсчета затрат энергии на разрушение образца. Для фиксации маятника в исходном верхнем положении предусмотрена защелка 6.

На стойках 2 предусмотрены опоры 7 для установки образцов 8 из испытуемого материала. Расстояние между опорами 7 регулируется в пределах от 40 до 70 мм (см. рис.3, а). Для образцов толщиной 5 мм и менее, расстояние между опорами 7 принимают $40 \pm 0,2$ мм, а для образцов толщиной более 5 мм – $70 \pm 0,2$ мм. При проведении испытаний маятник 3 поднимают вверх и фиксируют защелкой 6. Стрелку 4 устанавливают на нуль, а на опоры 7 помещают испытуемый образец 8. Затем, повернув защелку 6, отпускают маятник 3, который при своем падении разрушит образец и двигаясь далее, переместит стрелку 4 по шкале 5, на которой считывают величину энергии, сохраненной маятником после разрушения образца. Образец устанавливают на нижних опорах копра симметрично относительно опор и так, чтобы надрез был обращен в сторону, противоположную направлению удара.

Образцы для испытаний на ударную вязкость изготавливают механической обработкой из листов, плит или стержней; а также прессованием; или литьем под давлением. При испытании листовых и слоистых материалов толщиной менее 10 мм ширину поперечного сечения образцов принимают равной толщине этих листов. На образцах следует указать направление, соответствующее длине листа или плиты, из которых изготовлены эти образцы, так как механические свойства пластмасс в различных направлениях неодинаковы. При динамических испытаниях закон подобия не действует. Поэтому здесь необходима жесткая унификация размеров образцов и условий проведения испытания. Образцы, изготовленные литьем под давлением, в соответствии с ГОСТ 4647 – 84 имеют размеры поперечного сечения $(6 \pm 0,2) \times (4 \pm 0,2)$ мм и длину – 55 ± 1 мм. Поверхность образцов должна быть гладкой, ровной, без трещин, сколов, вздутий и раковин.

Форма надреза стандартных образцов может быть в виде U, V, T.

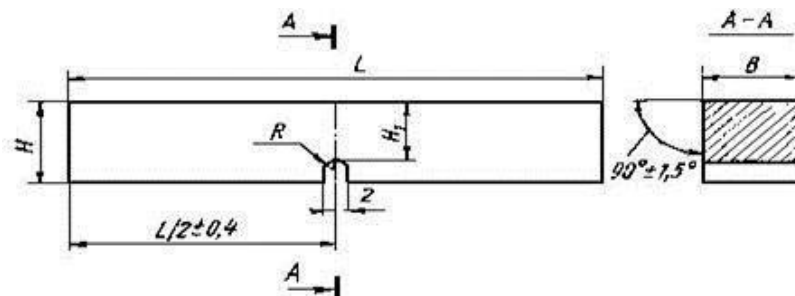


Рис.3. Образец с U-образным надрезом для испытаний на ударный изгиб

В образцах Шарпи U-образный надрез наносится посередине длины. Он имеет ширину и глубину 2 и радиус закругления 1 мм. Образцы с V-образным концентратором имеют те же габариты и отличаются только геометрией надреза. V-образный выполняется с углом при вершине 45^0 и радиусом закругления 0,25 мм. Третий тип образцов, предусмотренный ГОСТ 9454—78, имеет T-образный концентратор (надрез с усталостной трещиной).

Образцы с V-образным концентратором (образцы Менаже) являются основными и используются при контроле металлических материалов для ответственных конструкций (летательных аппаратов, транспортных средств и т.д.). Образцы Шарпи с U-образным надрезом рекомендуется применять при выборе и приемочном контроле металлов и сплавов до установления норм на образцы с V-образным концентратором. Образцы с надрезом и трещиной предназначены для испытания материалов, работающих в особо ответственных конструкциях, где сопротивление развитию трещины имеет первостепенное значение.

соответствии с этим при записи ударной вязкости (КС) в ее обозначение вводится третья буква, указывающая вид надреза – КСУ, КСВ, КСТ.

Параметром КСV оценивается пригодность материалов для сосудов давления, трубопроводов и других конструкций повышенной надежности. Параметр КСТ характеризует работу развития трещины при ударном изгибе и оценивает способность материала тормозить начавшееся разрушение. Он учитывается при выборе металлов и сплавов для конструкций особо ответственного назначения (летательные аппараты, роторы турбин и т. п.)

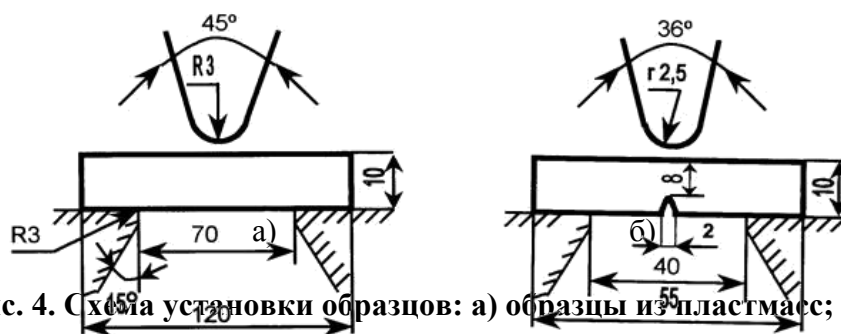


Рис. 4. Схема установки образцов: а) образцы из пластмасс; б) образцы из металлов

Ударные испытания, как и статические, можно проводить при отрицательных и повышенных температурах. Методика этих испытаний регламентирована стандартами. По ГОСТ 9454—78 динамический изгиб при отрицательных температурах производят с использованием тех же образцов, что и при комнатной. Образец выдерживают в жидком хладагенте не менее 15 мин при температуре на 2-6°С ниже заданной, затем вынимают из ванны, уста-навливают на копер и немедленно испытывают.

Аналогичная методика используется при высокотемпературных испытаниях (ГОСТ 9454-78). Предварительный нагрев образцов рекомендуется вести в муфельных печах, при необходимости в нейтральной атмосфере, перегревая образец относительно заданной температуре на 3-50°С в зависимости от ее абсолютной величины. При этом время установки образца с момента выемки из печи до удара маятника должно быть не больше 3-5 с. Для обозначения ударной вязкости при пониженной или повышенной температурах используется цифровой индекс, соответствующий температуре испытания. Например, KCT^{60} —ударная вязкость, определенная на образце с T-образным концентратором при - 60 °С. В ГОСТ 9454—78 рекомендуется при обозначении ударной вязкости указывать также максимальную энергию удара маятника, Дж, глубину концентратора, мм, в испытанном образце и его ширину, мм. Например, $KCU^{+100} 150/3/7,5$ —ударная вязкость, определенная на образце с U-образным концентратором при 100 °С на копре с максимальной энергией удара маятника 150 Дж при глубине концентратора 3 мм и ширине образца 7,5 мм. Если используется копер с максимальной энергией удара маятника 300 Дж и образец шириной 10 мм с глубиной концентратора 2 мм, то эти данные в обозначение ударной вязкости не вводятся (пишется просто KCU^{+100}). массовых динамических испытаниях на изгиб образцов с надрезом ударная вязкость — единственная выходная характеристика испытания. Диаграмма деформации обычно не записывается, так как это сопряжено со значительными экспериментальными трудностями. Общее время испытания измеряется долями секунды, поэтому для фиксации зависимости нагрузки от деформации требуются малоинерционные чувствительные датчики и быстродействующий прибор для записи диаграмм. Обычно используют пьезокварцевые динамометры и шлейфовые осциллографы.

Ударная вязкость — это сложная, комплексная характеристика, зависящая от совокупности прочностных и пластических свойств материала.

Выполнение эксперимента и обработка результатов испытаний
Замеряют ширину и толщину образца, изготовленных из одного материала, штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Устанавливают образец 8 на опоры 7 так, чтобы

удар пришелся по его широкой стороне (рис.4, а). Поднимают маятник в верхнее исходное положение и закрепляют защелкой 6. Устанавливают стрелку 4 шкалы на ноль. Освобождают маятник от защелки 6, который, падая вниз, разрушит образец 8. Рассчитывают величину работы, затраченной на разрушение образца. Вычисляют удельную ударную вязкость по формуле (1). Опыт повторяют еще для двух - трех образцов.

Проводят обработку результатов опыта.

Форма отчета по практической работе					
1.	Название лабораторной работы.				
2.	Цель работы.				
3.	Испытательная машина (тип, марка).				
4.	Схема установки образцов.				
5.	Исходные данные.				
№	Материал	Ширина	Длина	Толщина	Площадь
п/п	Испытуемого	b	l	δ	поперечного
	Образца				сечения A
1.					
2.					
3.					

6. Энергия потерь $W_{\text{потерь}}$.

7. Определение работы разрушения для образцов W_{F1} и W_{F2} по шкале копра.

Определение удельной ударной вязкости для образцов a .

Анализ результатов. Выводы.

Вопросы для контроля

1. В каких случаях проводятся испытания на ударную вязкость?
2. Какие существуют методы определения работы удара?
3. Что такое удельная ударная вязкость?
4. В каких единицах измеряется удельная ударная вязкость?
5. Какие факторы влияют на величину ударной удельной вязкости?
6. О каких свойствах материала судят по величине ударной удельной вязкости?
7. Чем принципиально отличаются образцы из металла от образцов из других материалов?
8. Как изменится удельная ударная вязкость с изменением температуры?
9. Как влияет на ударную вязкость содержание в металле углерода и фосфора?
10. Что понимают под температурным интервалом хрупкости?
11. В чем состоит принцип работы маятникового копра?
12. Какие материалы подвергаются испытаниям на ударную вязкость?
13. В чем сходство и различие статических и динамических испытаний?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

«Определение твердости металлов и сплавов по методу Бринелля»

Цель: научиться определять твердость металлов различными способами.

Оборудование: твердомер Бринелля; образцы в виде пластин или дисков из различных металлов; лупа для измерения диаметра отпечатка, таблицы и плакаты.

Задание:

Изучите методику определения твердости по Бринеллю;

Определите твердость металлов и сплавов различными способами;

Ответьте на контрольные вопросы;

Составьте отчет о проделанной работе по форме 1;

Напишите вывод, сравнивая при этом достоинства и недостатки данных способов.

Подготовительные работы

Заранее подготавливают образцы различных металлов и сплавов, твердость которых будут определять. Образцы изготавливают в виде пластин или дисков с параллельными плоскостями. Толщина пластин или дисков зависит от предполагаемой твердости металла. Так, толщина образцов из мягких сталей, дюралюминия, силумина, никеля, бронзы и латуни – не менее 4 мм.

Поверхность образцов очищают от окалины и других посторонних примесей. На ней не должно быть вмятин, следов от ударов, раковин.

Общие сведения

Твердость – это свойство материала сопротивляться деформации при местном контактном воздействии на него, более твердого тела. Твердость является одним из главных механических свойств металлов и сплавов и связана с другими механическими (прочностью, пластичностью, вязкостью), технологическими (штампруемостью, обрабатываемостью резанием) эксплуатационными (износостойкостью, упругостью) свойствами.

Для пластичных материалов (черные и цветные металлы и их сплавы, и т.д.) используются стандартные методы определения твердости. Основными ГОСТами на способы нормирования (измерения) твердости стали являются:

твердость по Бринеллю (ГОСТ 9012-59),

твердость по Роквеллу (ГОСТ 9013-59),

твердость по Виккерсу (ГОСТ 2999 -75),

твердость по Шору (ГОСТ 2373-78).

Содержание работы

Метод Бринелля основан на том, что в испытуемый материал под нагрузкой вдавливают стальной закаленный шарик и по величине (диаметру) полученного отпечатка (лунки) судят о его твердости (рисунок1).

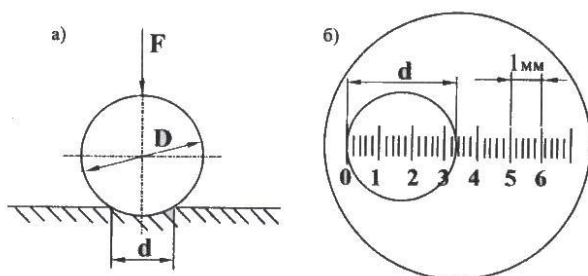


Рисунок 1. Схема измерения твердости по методу Бринелля.

а) Схема вдавливания шарика в испытуемый металл

F- нагрузка, D – диаметр шарика, $d_{отп}$ – диаметр отпечатка;

б) Измерение лупой диаметра отпечатка (на рисунке $d=4,2$ мм).

Число твердости по Бринеллю HB выражается отношением приложенной нагрузки F к площади S сферической поверхности отпечатка (лунки) на измеряемой поверхности.

$$HB = \frac{F}{S} = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ (Мпа)},$$

где

F – нагрузка, Н;

S – площадь сферической поверхности отпечатка, мм^2 (выражена через D

d);

D – диаметр шарика, мм;

d – диаметр отпечатка, мм;

Величину нагрузки F , диаметр шарика D и продолжительность выдержки под нагрузкой τ , выбирают по таблице 1

Таблица 1.

Выбор диаметра шарика, нагрузки и выдержки под нагрузкой в зависимости от твердости и толщины образца

Материал	Интервал твердости в единицах Бринелля, Мпа	Толщина испытуемого образца, мм	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка F, Н (кгс)	Выдержка под нагрузкой τ , с
Черные металлы	1400-4500	более 6 6...3 менее 3	10 5 2,5	29430 (3000) 7355 (750) 1840 (187,5)	10
	Менее 1400	более 6 6...3 менее 3	10 5 2,5	9800 (1000) 2450 (750) 613 (62,5)	
Цветные металлы и сплавы(медь, латунь, бронза, магниевые сплавы и др.)	350-1300	более 6 6...3 менее 3	10 5 2,5	9800 (1000) 2450 (750) 613 (62,5)	30
Цветные металлы (алюминий, подшипниковые сплавы и др.)	80-350	более 6 6...3 менее 3	10 5 2,5	2450 (250) 613 (62,5) 153,2 (15,6)	60

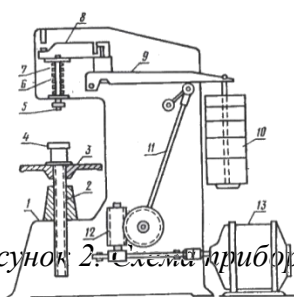


Рисунок 2. Схема прибора Бринелля

На рисунке 2 приведена схема рычажного прибора.

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 7, надетой на шпиндель 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 12, шатун 11 и

систему рычагов 8,9, расположенных в корпусе 1 твердомера с грузами 10 создает 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 выше приведенной формуле, используя измеренный диаметр отпечатка, вычисляется число твердости НВ. Число твердости в зависимости от диаметра полученного отпечатка можно также найти по таблицам (см.таблицы чисел твердости). При измерении твердости шариком диаметром $D = 10,0$ мм под нагрузкой $F = 29430$ Н (3000 кгс), с выдержкой $\tau = 10$ с – число твердости записывается так: НВ 2335 Мпа или по старому обозначению НВ 238(кгс/мм²)

При измерении твердости по Бринеллю необходимо помнить следующее:

- Можно испытывать материалы с твердостью не более НВ 4500 Мпа, так как при большей твердости образца происходит недопустимая деформация самого шарика;
- Во избежание продавливания минимальная толщина образца должна быть не менее десятикратной глубины отпечатка;
- Расстояние между центрами двух соседних отпечатков должно быть не менее четырех диаметров отпечатка;
- Расстояние от центра отпечатка до боковой поверхности образца должно быть не менее $2,5 d$;
- Порядок измерения твердости на твердомере Бринелля
- Установить на подвеску грузы, соответствующие выбранной нагрузке;
- Установить наконечник с шариком требуемого диаметра;
- Поместить на столик прибора испытуемый образец так, чтобы центр получившегося отпечатка находился от края образца на расстоянии не менее двух диаметров шарика;
- Вращением маховика поднять столик до упора;
- Нажатием кнопки включить электродвигатель ;

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

«Микроструктурный анализ металлов и сплавов»

Цель работы: изучить классификацию, микроструктуру, свойства и назначение типовых цветных сплавов.

Краткие сведения из теории

К цветным относится обширная группа металлов следующих классов: легкие металлы являются основой сплавов для машиностроения, судостроения, самолетостроения. Это преимущественно алюминий и титан, реже магний; легкоплавкие металлы преимущественно используются для изготовления антифрикционных сплавов: это свинец, олово, цинк. Такие сплавы часто в виде тонкого слоя наносятся на рабочую поверхность стальной основы подшипников скольжения машин и механизмов;редкоземельные металлы применяются в качестве добавок к различным сплавам (сталям и др.) с целью улучшения их свойств;благородные металлы (золото, серебро, платина и др.) используются в электротехнике, электронике, радиотехнике; урановые металлы получили применение в атомной энергетике; тугоплавкие металлы (ниобий, тантал, молибден, вольфрам) применяются для изготовления изделий, работающих при особо высоких температурах до 1500...2000 °С.

Описание микроструктур цветных сплавов лабораторной коллекции шлифов дано в табл. 17, а схемы микроструктур приведены на рис. 14. Применяемые в современной технике цветные материалы на основе алюминия, меди, титана и других металлов подразделяются на деформируемые и литейные. Из деформируемых сплавов получают различными способами горячей и холодной обработки давлением кованные и штампованные заготовки, прутки, листы и прочие полуфабрикаты. Основу их структуры составляют твердые растворы. Детали из литейных сплавов не обрабатываются давлением и ставятся в конструкцию машин в литом состоянии в виде фасонных отливок. Для изготовления из них

отливок они должны обладать хорошими литейными технологическими свойствами: высокой способностью жидких сплавов к заполнению полостей литейной формы (жидкотекучестью), малой усадкой, небольшой склонностью к образованию трещин и др.

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируются цветные металлы?
2. Где применяются редкоземельные, благородные, урановые, тугоплавкие, легкие, легкоплавкие металлы?
3. Какие типичные цветные металлы используются в качестве основы для создания конструкционных материалов машиностроения?
4. Какие цветные металлы применяются в качестве основы для антифрикционных сплавов подшипников скольжения?
5. Какое применение находят алюминий и его сплавы?

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Адашкин А.М., Зуев В.М. Материаловедение (металлообработка): Учеб. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
2. Рогов В.А., Позняк Г.Г. Современные машиностроительные материалы и заготовки: Учеб. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.

Дополнительные источники:

1. Заплатин В.Н., Сапожников Ю.И., Дубов А.В. Основы материаловедения (металлообработка). – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
2. Заплатин В.Н., Сапожников Ю.И., Дубов А.В., Новоселов В.С. Лабораторный практикум по материаловедению в машиностроении и металлообработке. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
3. Моряков О.С. Материаловедение – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
4. Солнцев Ю.П., Вологжанина С.А. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2009.
5. Соколова Е.Н. Материаловедение (металлообработка): Рабочая тетрадь – М.: Издательский центр «Академия», 2009.
6. Соколова Е.Н. Материаловедение: Методика преподавания. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
7. Соколова Е.Н. Материаловедение: Контрольные материалы. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

Периодические издания:

1. Журнал «Слесарное дело»
2. Журнал «Инструмент. Технология. Оборудование»

Интернет-ресурсы:

1. Слесарные работы. Форма доступа: <http://metalhandling.ru>
2. Слесарное дело.ру. Форма доступа: www.slesarnoedelo.ru
3. Слесарное дело в вопросах и ответах. Форма доступа: www.domoslesar.ru