

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»
(СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
САРАТОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ**

«СОГЛАСОВАНО»
Решением предметной
(цикловой) комиссии
Протокол № ____
от «__» _____ 20__ г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР

С.В.Клюквина
«__» _____ 20__ г.

***Методические рекомендации для студентов по проведению
лабораторных работ
по дисциплине «Материаловедение»
для специальности 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизация
технологических процессов и производств (по отраслям)»***

Разработал преподаватель СКМ и Э ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А» **Гугнин В.В.**

Данные методические рекомендации предназначены для студентов 2 курса, специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
Цель лабораторных занятий	
Организация лабораторного занятия	
Структура лабораторного занятия	
Список рекомендуемой литературы	

Введение

Лабораторные занятия, как виды учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

В процессе лабораторного занятия обучающиеся выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимися лабораторных занятий проводится с целью:

- формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;
- обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;
- совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

В результате освоения дисциплины формируются следующие профессиональные (ПК) и общие (ОК) компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять анализ имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.

ПК 1.2. Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания.

ПК 1.3. Проводить виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов.

ПК 1.4. Формировать пакет технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации.

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учётом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и

иностранном языке.

ОК 11. Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

Организация лабораторного занятия

Лабораторное занятие должно проводиться в учебных лабораториях или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.) - лаборатории «Автоматизации технологических процессов».

В соответствии с требованиями ФГОС СПО 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися лабораторных занятий, включая как обязательный компонент *лабораторные занятия (с использованием персональных компьютеров)*.

Выполнению лабораторных занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении лабораторных занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения лабораторных занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к лабораторным занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;
- подчинение методики проведения лабораторных занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;

Лабораторная работа №1

Тема: Твердость зон сварного шва

Цель работы: изучение структуры и определение твердости основного и наплавленного металла по сечению сварного соединения.

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый.

Оборудование: твердомер для измерения твердости по Роквеллу, металлографический микроскоп и образец сварного соединения.

Ход работы:

При электродуговой сварке образование сварного соединения обусловлено тремя характерными зонами: наплавленного металла (сварного шва), термического влияния и основного металла.

Особое значение на свойства сварного соединения оказывает зона термического влияния. Она характеризуется различными участками и зависит от теплоты, выделяемой при сварке и распространяемой вследствие теплопроводности в основной металл. Этот процесс характеризуется термическим циклом. В каждой точке околошовной зоны температура вначале растет, достигая максимума, а затем снижается. Чем ближе точка расположена к границе сплавления, тем быстрее происходит нагрев металла в данном участке и тем выше максимальная температура, достигаемая в нем. При значительном удалении от шва нагрев основного металла практически не происходит.

Следовательно, различные участки основного металла характеризуются различными максимальными температурами и различными скоростями нагрева и охлаждения, т. е. подвергаются своеобразной термообработке. Поэтому структура и свойства основного металла в различных участках соединения различна.

Зона основного металла, в которой под воздействием термического цикла при сварке произошли фазовые и структурные изменения, называется зоной термического влияния. Характер этих превращений и протяженность зоны термического влияния зависит от состава и теплофизических свойств свариваемого металла, способа и режима сварки, типа сварного соединения и т. п.

На рисунке 1 показаны строение сварного соединения при однослойной сварке низкоуглеродистой стали. Кривая распределения температур по поверхности сварного соединения в момент, когда металл шва находился в расплавленном состоянии, и структуры различных участков зоны термического влияния шва после сварки, образованные в результате действия термического цикла сварки.

Эта схема условна, ибо кривая распределения температур по поверхности сварного соединения во время охлаждения меняет свой характер.

Анализируя зону термического влияния, можно выделить шесть характерных участков: неполного расплавления, перегрева, нормализации (перекристаллизации), неполной перекристаллизации и старения. На участке неполного распределения (интервал температур 1500...1539 °С), из-за частичного расплавления (сплавления), состав металла может отличаться от состава основного металла.

Этот участок по существу является местом сварки. Его протяженность зависит от состава и свойств металла, способа сварки и обычно не превышает 0,5 мм.

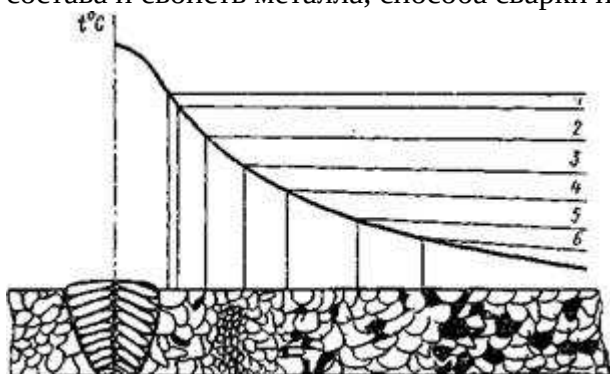


Рисунок 1. Строение сварного соединения

На участке перегрева (интервал температур 1100...1500 оС) наблюдается значительное увеличение размера зерен. Крупнозернистая структура металла после охлаждения может привести к образованию неблагоприятной видтманшетовой структуры. Это опасный участок, на котором чаще всего происходит разрушение сварного соединения.

На участке нормализации (перекристаллизации) $T=900...1100$ оС металл имеет мелкозернистую структуру с высокими механическими свойствами.

На участке неполной перекристаллизации $T=727...900$ оС металл характеризуется почти неизменным ферритным зерном и некоторым измельчением и сфероидизацией перлитных участков.

На участке рекристаллизации $T=500...727$ оС металл по структуре незначительно отличается от основного.

При нагреве металла в интервале температур 100...500 оС (участок старения) его структура в процессе сварки не претерпевает видимых изменений. Однако в некоторых сталях, содержащих нагрев при температурах 150...350 оС сопровождается резким снижением ударной вязкости и сопротивляемости разрушению.

Порядок выполнения работы:

На металлографическом микроскопе МИМ-7 провести металлографическое исследование подготовленного микрошлифа сварного соединения с зарисовкой микроструктуры характерных зон.

На твердометре ТК-2 провести измерение твердости сварного соединения по шкале HRB. По результатам исследований построить график распределения твердости по поперечному сечению сварного соединения.

Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Приборы и материалы.
3. Общие сведения.
4. Зарисовать микроструктуру сварного соединения и построить график распределения твердости по поперечному сечению сварного соединения.
5. Выводы.

Задание: изучить структуру и определение твердости основного и наплавленного металла по сечению сварного соединения и ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Назовите характерные зоны сварного соединения.
2. Где расположена зона термического влияния в сварном соединении?
3. Назовите характерные участки зоны термического влияния сварного соединения.
4. Какой участок зоны термического влияния является опасным и почему?

Литература:

1. Батиенков В.Т. Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, А.Л. Фоменко, Г.Г. Сеферов; Под ред. В.Т. Батиенкова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 151 с.

Лабораторная работа № 2

Тема: «Обработка металлов давлением»

Цель работы: ознакомление с общим устройством гидромашин, принципом их действия, условиями деформации металла на гладких плитах, приобретения навыков выработки режима деформации и управления прессом, проведения необходимых измерений, расчетов и анализа полученных данных.

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый.

Оборудование: образцы медных сплавов

Ход работы:

1. Основные теоретические представления

Обработка металлов давлением возможна, благодаря их способности под действием приложенных сил пластически деформироваться и сохранять полученную форму после снятия нагрузки.

К основным методам пластического деформирования относятся; прокатка, прессование, волочение, ковка, объемная и листовая штамповка и некоторые другие специальные виды! обработки заготовки.

Ковка и штамповка предназначены чаще всего для получения приближенной формы и размеров готовых деталей с полной или частичной дальнейшей обработкой резанием.

Для изучения основных операций ковки и штамповки в лабораторных условиях может быть использована машина для испытаний на сжатие типа ИП-1 [ИП 60 (1-500-1)], общий вид которой показан на рис. 1.

Предельная нагрузка развивается на прессе, составляет 500 кН.

Машина установлена на фундаменте 11 и состоит из нагружающего устройства 10, пульта управления 2 и блока измерения 1.

Нагружающее устройство состоит из двух вертикальных резьбовых колонн 7, соединенных траверсой 5, в которой крепится верхняя опорная плита 6.

Нижняя плита 8 крепится к поршню 9, положение которой фиксируется от поворота направляющим стержнем 4.

Контроль за величиной хода поршня осуществляется по линейке 3.

Общий вид пульта управления и блока измерения показан на рис. 2.

Подготовка машины к испытаниям и порядок работы

До начала работы необходимо проверить соответствие рабочего пространства машины исходной высоте заготовки.

В зависимости от размеров испытуемого образца определяется максимально необходимое усилие и в зависимости от него устанавливается необходимый уровень защиты от перегрузки.

Подключение машины к электросети выполняется выключателем 1 (рис. 2), что подтверждается загоранием лампы 3. Ручка 4 устанавливается на сброс, а ручка 6 на слив, вращением против часовой стрелки до упора кнопкой 2 включается насосная установка. После этого кнопкой 7 подключается блок измерения. Кнопкой 8 включается выбранный уровень защиты от перегрузки. Обнуление системы измерения производится кнопкой 10.

Затем по индикатору 12 устанавливается необходимая скорость нагружения вращением ручки 6, при этом ручка 4 находится в положении "нагружение". Кнопкой 13 устанавливается допустимая скорость нагружения.

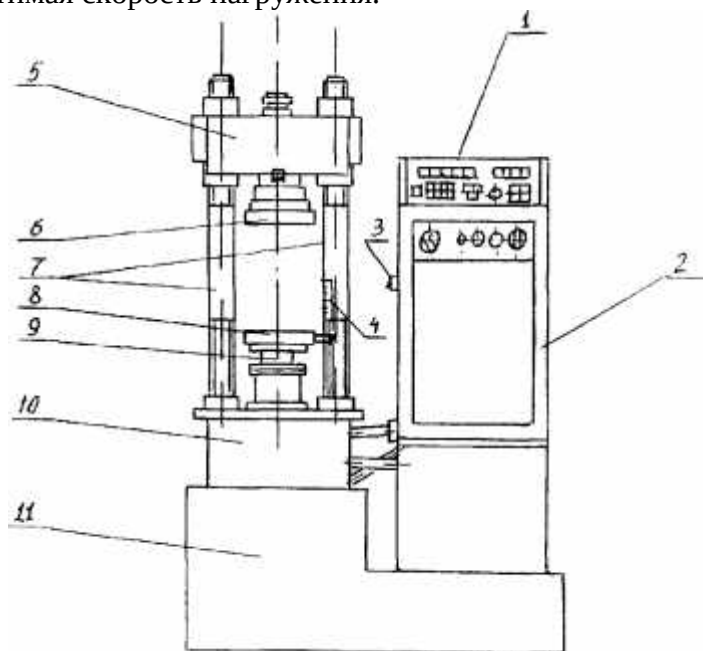


Рис. 1. Гидромашина для испытания на сжатие типа ИП 6011-500-1

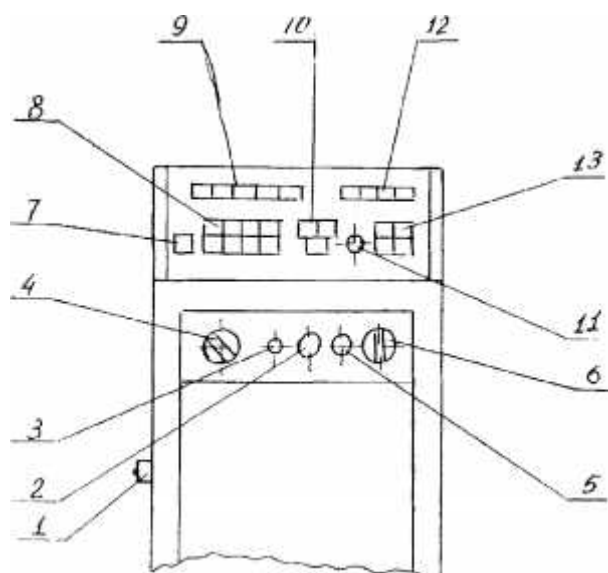


Рис. 2. Система СИ-2 (пульт управления и блок измерения)

1. Выключатель; 2. Кнопка пуска насоса; 3. Сигнальная лампа включ.; 4. Ручка включения нагружения; 5. Кнопка стоп; 6. Регулятор скорости нагружения и сброса нагрузки; 7. Кнопка включения питания; 8. Кнопки уровня диапазона защиты; 9. Индикатор нагрузки; 10. Кнопка "пуск" системы СИ-2; 11. Потенциометр установки нуля; 12. Индикатор скорости нагружения; 13. Переключатель диапазона скорости

Завершение деформации прекращается нажатием кнопки 5.

Максимальную нагрузку на образец можно определить по индикатору 9 после нажатия кнопки 10.

Для снятия давления ручка 6 устанавливается в положение «слив», а ручка 4 - на сброс. Кнопкой 7 отключается блок измерения, а выключателем 1 отключается электросеть.

«Изучение процессов свободнойковки и штамповки на гидропрессах»

При обработке металлов давлением происходит непрерывный контакт металла заготовки с поверхностью инструмента, т.е. в процессе обжатия формоизменение происходит при скольжении наружных слоев металла по инструменту.

Внешнее трение затрудняет скольжение, но действие его не одинаково по объему тела. Влияние силы трения на процесс деформации уменьшается по мере удаления от места контакта.

Наиболее наглядно это наблюдается при осадке цилиндрического образца между параллельными плитами.

На схемах 1 и 2 показано состояние заготовки до и после обработки.

Как видно из схем, при осадке образец принимает бочкообразную форму, величина которой во многом зависит от контактной поверхности инструмента и заготовил.

Напряжение трения на контактной поверхности увеличивается от периферии к центру, так как для смещения какой-либо точки контактной поверхности в направлении радиуса от центра необходимо приложить силу, равную сопротивлению всех точек, расположенных на данном радиусе. По мере удаления от центра по оси образца и по радиусу к периферии напряжения трения уменьшаются, деформация облегчается.

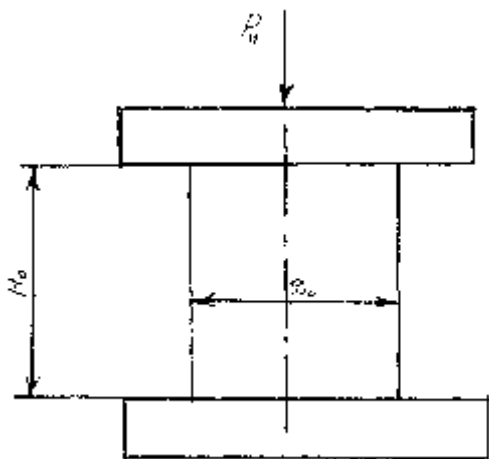


Схема 1

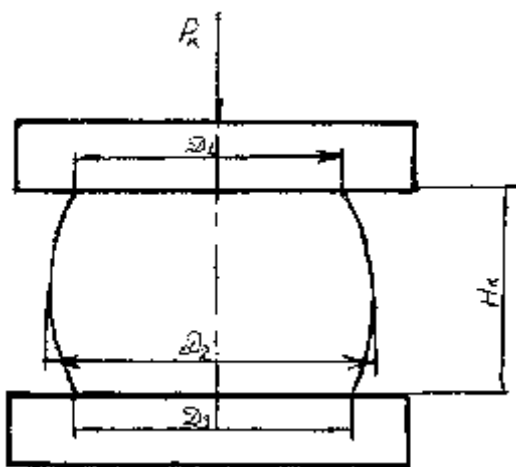


Схема 2

Затруднение скольжения металла по поверхности инструмента приводит к неравномерному уширению по высоте заготовки. Максимальное уширение наблюдается на примерно равном расстоянии от торцов заготовки, что составляет половину ее высоты. На всей остальной поверхности по мере приближения к торцам величина абсолютного уширения уменьшается, что приводит к характерному бочкообразованию (схема 2).

Кроме этого, при осадке заготовок большой высоты возможна потеря ее устойчивости, что сопровождается искривлением оси цилиндра и при дальнейшей осадке образованию запрессованных складок. Теоретическими расчетами и подтверждающими их опытными данными установлено, что потери устойчивости заготовки при осадке не будет, если отношение ее высоты к диаметру не будет превышать 2-2,5 единиц.

2. Порядок выполнения работы

Работа проводится под постоянным контролем преподавателя или лаборанта кафедры.

Студентам на группу из 5-7 человек выдается металлическая заготовка цилиндрической формы. Марка материала указывается преподавателем.

1. Первоначально определяются исходные размеры заготовки (H_0 – высота и D_0 – диаметр). По полученным данным определяется устойчивость заготовки при осадке по формуле

$$\frac{H_0}{D_0} \leq 2 - 2,5$$

2. Определение усилия осадки цилиндра проводится по расчетной формуле

$$P_{\text{в}} = \sigma_B \cdot F_{0 \text{ или }}$$

где σ_B – предел прочности материала в кг/мм²;

F_0 – исходная площадь основания цилиндра в мм²;

F_0 – определяется по формуле

$$F_0 = \frac{\pi D_0^2}{4}$$

Предел прочности материала (σ_B) определяется на лабораторном прессе Бринелля.

Примечание: Допускается принятие в расчетах величины предела прочности материала по указанию преподавателя.

3. Проверить соответствие расстояния между плитами пресса и высотой заготовки. При необходимости свести плиты так, чтобы расстояние между ними было на 2-3 мм больше высоты заготовки. Доходное положение фиксируется линейкой 4 пресса (рис. 1).

4. В соответствии с расчетными усилиями осадки на блоке измерения кнопкой 8 установить уровень защиты от перегрузки (рис. 2), которую можно принять с поправочным коэффициентом $\alpha=1.3-1.5$, т.е. $P_{\max} \approx (1.3-1.5)P_H$. Увеличение максимальной нагрузки вызвано тем, что в процессе осадки меняется контактная площадь заготовки с инструментом.

5. Принять условную величину обжатия $\Delta H = H_0 - H_k$, где H_k - высота заготовки после осадки, которая может составлять $(1/4-1/3) H_0$. Контроль за изменением ΔH проводится по линейке 4 пресса (рис. 1). Исходные данные занести в таблицу 1.

Таблица 1-Размеры исходной заготовки и расчетные данные по режиму осадки

п/п	Материал	σ_B , кг/мм ²	D_0 , мм	D_1 , мм	D_2 , мм	D_3 , мм	P_H , Тн (расч.)	H_0 , мм	P_m , Тн (расч.)

6. В процессе работы зафиксировать усилие начала осадки P'_H и окончания P'_k по индикатору 9 (рис. 2) и сравнить полученные данные с расчетными.

7. После окончания осадки произвести замеры всех параметров в соответствии со схемой 2. Данные измерения занести в таблицу 2.

Таблица 2-Результаты, полученные после осадки по режиму, предусмотренному в таблице 1

п/п	D_1 , мм	D_2 , мм	D_3 , мм	H_k , мм	P'_H , Тн	P'_k , Тн	ΔD , мм	$\Delta D'$, мм	$\Delta P'$, Тн

Примечание:

1. ΔD показывает изменение диаметра цилиндра после осадки по контактной поверхности с инструментом

$$\Delta D_1 = D_1 - D_0; \Delta D_2 = D_2 - D_0$$

2. $\Delta D'$ показывает максимальное изменение диаметра в средней по высоте части цилиндра после осадки.

$$\Delta D' = D_2 - D_0$$

3. $\Delta P'$ показывает прирост усилия осадки по мере изменения площади контакта заготовки с инструментом

$$\Delta P' = P'_k - P'_H$$

3. Содержание отчета

+Цель работы. Краткие теоретические сведения с рисунками схем деформации. Затем дается описание последовательности операций до и в процессе осадки. Все расчетные и фактические данные заносятся в таблицы 1 и 2. Сами расчеты показываются в отчете. В

закключение проводится краткий анализ полученных опытных данных.

Задание: ознакомиться с общим устройством гидромашин, принципом их действия, условиями деформации металла на гладких плитах, приобретение навыков выработки режима деформации и управления прессом, проведение необходимых измерений, расчетов и анализа полученных данных.

Литература:

1. Батиенков В.Т. Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, А.Л. Фоменко, Г.Г. Сеферов; Под ред. В.Т. Батиенкова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 151 с.

Лабораторная работа № 3

Тема: «Медные сплавы»

Цель работы: изучение медных сплавов

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый.

Оборудование: образцы медных сплавов

Ход работы:

1. Изучить теоретический материал по теме работы.
2. Получить представление о меди и её сплавах. Изучить взаимосвязь между составом, структурой и механическими свойствами медных сплавов. Усвоить маркировку медных сплавов и их применение.
3. Оформить отчёт в форме письменных ответов на контрольные вопросы.

Основные сведения по теме работы

Медь — металл красно-розового цвета. Плотность меди 8.94 г/см^3 , температура плавления — 1083°C . Кристаллизуется в кубическойгранецентрированной решетке и полиморфных превращений не имеет. Характеризуется невысокими прочностью ($\sigma = 150\text{-}250 \text{ МПа}$) и твердостью (НВ 60), хорошей пластичностью ($\delta = 25\%$ в литом состоянии и $\delta = 50\%$ в горячедеформированном). Обладает высокой электропроводностью, теплопроводностью, коррозионной стойкостью в пресной и морской воде. Благодаря высокой электропроводности около половины производимой медииспользуется в электро- и радиопромышленности. Как конструкционный материалмедь не используется из-за высокой стоимости и низких механических свойств.

Маркируется буквой М и цифрами, зависящими от содержания примесей. Медьмарок М00 (0,01 % примесей), М0 (0,5%) и М1 (0,1%) используется для изготовления проводников электрического тока, медь М2 (0,3%) — для производствавысококачественных сплавов меди, М3 (0,5%) — для сплавов обыкновенногокачества. Основные сплавы меди — латуни и бронзы.

Латунями называют сплавы меди с цинком. Цинк повышает прочность ипластичность сплава, но до определенных пределов. Наибольшей пластичностьюобладают латуни, содержащие 30% цинка, а наибольшей прочностью — 45%.Поэтому более 45% цинка в латунях содержаться не может. Кроме того, цинкудешевляет сплав, так как он дешевле меди. Латунии характеризуются высокойэлектропроводностью и теплопроводностью, коррозионной стойкостью, хорошообрабатываются резанием.

По технологическому признаку латуни делятся на деформируемые илитейные. По химическому составу латуни делятся на простые (двойные), вкоторых присутствуют только медь и цинк и сложные (многокомпонентные), вкоторые для улучшения различных свойств добавлены другие элементы. Наиболеераспространены добавки алюминия, олова, кремния, никеля и др.

Латуни маркируются буквой Л. В деформируемых латунях указываетсясодержание меди и легирующих элементов, которые обозначаютсясоответствующими буквами (О — олово, А — алюминий, К — кремний, Н — никель, Мц — марганец, Ж — железо и т.д.). Содержание элементов дается в %после всех буквенных обозначений. Например, латунь Л63 содержит 63%

меди и 37% цинка. Латунь ЛАЖ 60-1-1 содержит 60% меди, 1% алюминия, 1% железа и 38% цинка. В марках литейных латуней указывается содержание цинка, а количество легирующих элементов (в %) ставится после букв их обозначающих. Например, литейная латунь ЛЦ40Мц3А содержит 40% цинка, 3% марганца, менее 1% алюминия и 56% меди.

Бронзами называются сплавы меди с оловом, алюминием, свинцом и другими элементами, среди которых цинк не является основным. Бронзы обладают высокой коррозионной стойкостью, хорошими литейными свойствами, хорошо обрабатываются давлением и резанием. По названию основного легирующего элемента бронзы делятся на оловянные, алюминиевые, кремнистые, бериллиевые, свинцовые и др.

По технологическому признаку бронзы делят на деформируемые и литейные. Маркируются бронзы буквами Бр, за которыми показывается содержание легирующих элементов в %. Обозначения легирующих элементов и отличия в марках деформируемых и литейных сплавов у бронз такие же, как у латуней. Например, деформируемая бронза БрОФ 6,5-0,4 содержит 6,5% олова и 0,4% фосфора, а литейная бронза БрОЗЦ7С5Н — 3% олова, 7% цинка, 5% свинца, менее 1% никеля.

Особенно широкое применение в машиностроении имеют оловянные бронзы. Деформируемые оловянные бронзы обладают высокой пластичностью и упругостью. Из них изготавливают прутки, трубы, ленты. Литейные оловянные бронзы имеют хорошие литейные свойства, высокую коррозионную стойкость. Из них изготавливают арматуру, работающую в условиях пресной и морской воды. Олово — относительно дорогой металл, поэтому его стремятся частично или полностью заменить в составе бронз другими.

Алюминиевые бронзы (БрА7, БрАЖН 10-4-4) обладают более высокими механическими свойствами и коррозионной стойкостью по сравнению с оловянными. Кремнистые бронзы (БрКМц 3-1) имеют хорошую упругость и поэтому используются для изготовления пружинящих деталей. Свинцовые бронзы (БрСЗО) обладают высокими антифрикционными свойствами и применяются в подшипниках скольжения. Бериллиевые бронзы (БрБ2) отличаются высокой твердостью, прочностью, упругостью и износостойкостью.

Задание: изучить медные сплавы и ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте свойства меди.
2. Маркировка и применение меди.
3. Литейные сплавы меди. Их маркировка и применение.
4. Деформируемые сплавы меди. Их маркировка и применение.

Литература:

2. Батиенков В.Т. Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, А.Л. Фоменко, Г.Г. Сеферов; Под ред. В.Т. Батиенкова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 151 с.