

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске


Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2023 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по дисциплине
ОП.03 «Материаловедение»

специальности
15.02.16 «Технология машиностроения»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой) комиссии
общепрофессиональных дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
технического профиля
«14» июня 2023 года, протокол № 12

Председатель ПЦК  /Лескина Т.А./

Петровск 2023

Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы дисциплины ОП.03 Материаловедение в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.16 ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, утвержденного приказом Министерства просвещения РФ № 444 от 14.06.2022г.

Разработчик: Власова Л.И. - преподаватель Филиала СГТУ имени Гагарина Ю.А. в г.Петровке

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка
2. Указания по выполнению лабораторных работ
3. Критерии оценки
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ

1.Пояснительная записка

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:

ПК1.1 Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей;

ПК1.2 Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования;

ПК1.3 Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции;

ПК1.4 Разрабатывать и внедрять управление программы обработки деталей;

ПК1.5 Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей;

ПК 1.6. Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования.

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать эффективность и качество;

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и

нести за них ответственность;

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды, за результат выполнения заданий;

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Наименование темы	Объем часов	Виды работы	Формируемые результаты освоения
Тема 1.2. Основные методы определения свойств материалов	2	Лабораторная работа: Определение твердости по Бриннелю, определение твердости по Роквеллу, определение твердости по Виккерсу	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК.07 ОК.09 ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 1.4 ПК 1.5 ПК 1.6
Тема 2.2. Термическая обработка металлов и сплавов	2	Лабораторная работа: Проведение микроанализа сталей до и после обработки	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК.07 ОК.09 ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 1.4 ПК 1.5 ПК 1.6
Тема 2.4. Цветные металлы и сплавы	6	Лабораторная работа: Проведение микроанализа цветных сплавов	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК.07 ОК.09 ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 1.4 ПК 1.5 ПК 1.6
Всего	10		

2. Указания по выполнению лабораторных работ

В соответствии с требованиями ФГОС СПО 15.02.08 Технология машиностроения реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися лабораторных занятий, включая как обязательный компонент *лабораторные занятия*.

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

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: «Ознакомление с методикой измерения твёрдости по бринеллю, роквеллу и виккерсу»

Цель работы: научиться определять твердость металлов различными способами.

Оборудование: твердомер Бринелля; твердомер Роквелла; образцы в виде пластин или дисков из различных металлов; таблицы показателей механических свойств металлов и сплавов.

Задание:

1. Изучите методику определения твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу.
2. Определите твердость металлов и сплавов различными способами.
3. Ответьте на контрольные вопросы.

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, алюминия, меди должна быть не меньше 6 мм, из других сталей, дюралюмина, силуминов, никеля, бронз, латуней – не менее 4 мм.

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

Содержание работы

Твердостью металла называют его способность сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела. Твердость металлов определяют, измеряя деформации в поверхностном слое металла при вдавливании в него шарика или индикатора (деталь в виде острия) под действием регламентированной нагрузки.

Твердость характеризует сопротивление материала большим пластическим деформациям. Наиболее распространенные методы определения твердости связаны с внедрением в испытуемый материал специального тела, называемого **индентором**, с таким усилием, чтобы произошла пластическая деформация. В материале при этом остается отпечаток индентора, по которому судят о величине твердости.

Определение твердости – наиболее распространенный метод исследования свойств материала. Это объясняется рядом причин: определение твердости является неразрушающим методом, так как деталь после такого измерения может быть использована по назначению; испытания на твердость не требуют высокой квалификации; зная твердость, можно судить и о других механических свойствах.

Метод Бринелля.

В качестве индентора используется стальной закаленный шарик, который вдавливают в испытуемый образец на специальном прессе. В результате на поверхности образца образуется отпечаток в виде сферической лунки. Диаметр отпечатка измеряют в двух взаимно-перпендикулярных направлениях с помощью микроскопа Бринелля – лупы со шкалой. Число твердости НВ, кгс/мм², – это отношение приложенной нагрузки к площади поверхности отпечатка, его

вычисляют по формуле:

$$HB = \frac{P}{S} = \frac{2P}{\pi D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \quad \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$$

где P – усилие, действующее на шарик, кгс;

S – площадь поверхности отпечатка, мм²;

D – диаметр шарика, мм.;

d – диаметра отпечатка, мм;

HB – твердость по Бринеллю.

На практике пользуются таблицей, в которой указаны значения твердости в зависимости от диаметра отпечатка. Диаметр шарика и нагрузку выбирают так, чтобы соблюдалось соотношение $d = (0,25 \dots 0,5) \times D$, т.е. для разных материалов эти параметры различны. При диаметре индентора 10 мм, нагрузке 3000 кгс (29430 Н) и времени выдержки под нагрузкой 10 сек. твердость обозначается только цифрами и латинскими буквами, например 200 HB. Эти условия приняты для определения твердости сталей и чугунов. При изменении условий испытаний помимо значений твердости указываются диаметр шарика, усилие и время выдержки под нагрузкой. Например, 185 HB/5/750/20, здесь 5 — диаметр шарика в мм, 750 — нагрузка в кгс (7350 Н), 20 — время выдержки под нагрузкой в сек.

Метод Бринелля не является универсальным. Он не позволяет испытывать материалы с твердостью более 450 HB (может деформироваться шарик), а также образцы толщиной менее десятикратной глубины отпечатка.

Определение твердости методами Роквелла и Виккерса.

Метод Роквелла.

Принципиальное отличие этого метода от рассмотренного выше заключается в том, что твердость определяется не площадью поверхности отпечатка индентора, а глубиной его проникновения в исследуемый образец. В качестве индентора используют алмазный конус при испытаниях твердых материалов и стальной закаленный шарик при испытаниях мягких материалов. Нагрузка при использовании алмазного конуса устанавливается 60 кгс (500 Н) или 150 кгс (1400 Н) в зависимости от твердости материала — большая для менее твердых материалов (например, закаленных сталей), меньшая для материалов с очень высокой твердостью (твердых сплавов, режущей керамики), с тем, чтобы избежать скола алмаза. Стальной шарик вдавливают с нагрузкой 100 кгс (900 Н).

Испытания выполняются на специальном приборе, имеющем черную (С) и красную (В) шкалы. Шкала С используется при испытаниях с помощью алмазного конуса при нагрузке 60 и 150 кгс, шкала В — для шарика с нагрузкой 60 кгс. Числа твердости обозначаются: HRC — алмазный конус, нагрузка 150 кгс; HRA — алмазный конус, нагрузка 60 кгс; HRB — стальной шарик, нагрузка 100 кгс.

Число твердости в единицах HRC примерно в 10 раз меньше, чем в единицах HB, т.е. твердость 30 HRC примерно соответствует 300 HB. Между значениями твердости по шкалам С и А имеется следующая зависимость: $HRC = (2HRA - 104)$.

Метод Виккерса.

Метод основан на вдавливании четырехгранной алмазной пирамидки с углом между противоположными гранями, равным 136° . Число твердости обозначается HV (кгс/мм²) и определяется отношением нагрузки к площади поверхности отпечатка. Нагрузка может изменяться в пределах от 1 до 100 кгс (от 10 до 1000 Н). Величина диагоналей определяется с помощью специального микроскопа, встроенного в прибор. Для измерения очень тонких слоев или отдельных фаз сплава используют метод измерения микротвёрдости при нагрузке от 1 до 500 г (от 0,01 до 5 Н), которая также определяется в единицах HV. Значения твердости (до 450 HB) по Бринеллю и Виккерсу практически равны.

Контрольные вопросы

1. Какие подготовительные работы проводятся при определении твёрдости материалов?
2. Что такое твёрдость? Как определяют твёрдость?
3. Опишите методику определения твёрдости по методу Бринелля.
4. Опишите методику определения твёрдости по методу Роквелла.
5. Опишите методику определения твёрдости по методу Виккерса.

Список литературы:

Дополнительная 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, 2017. - 151 с.

Лабораторная работа №2

Тема: «Испытание материалов на растяжение. диаграммы растяжения»

Цель работы:

1. Изучить теоретический материал по теме работы.
2. Получить представление о способах получения стандартных характеристик прочности при испытаниях металлов на растяжение, сжатие, изгиб, кручение.
3. Оформить отчёт в форме письменных ответов на контрольные вопросы.

Оборудование: образцы материалов для исследования, разрывная машина.

Задание:

1. Изучите методику испытания материалов на растяжение.
2. Научиться строить диаграмму растяжения.
3. Научиться определять относительное удлинение и относительное сужение образца материала.
4. Ответьте на контрольные вопросы.

Основные сведения по теме работы

Механические свойства определяют поведение металла под нагрузкой. Характеристики механических свойств получают при *механических испытаниях*. Для этого воздействуют на образец из данного материала какой-то силой и измеряют реакцию материала.

Под действием различных внешних сил металл деформируется и разрушается. Но величиной приложенной нагрузки нельзя охарактеризовать условия нагружения. Важно знать, на какую площадь поперечного сечения эта нагрузка действует.

За характеристику нагружения принимают *напряжение* – отношение силы к площади сечения, на которую она действует:

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

Напряжение, действующее на любую произвольно взятую площадку, можно разложить на нормальную составляющую σ , перпендикулярную площадке, и касательную τ (рис. 1, а).

При одинаковой нагрузке P деформация стержней (рис. 1, б) будет разной: второй удлинится больше, так как площадь его поперечного сечения меньше.

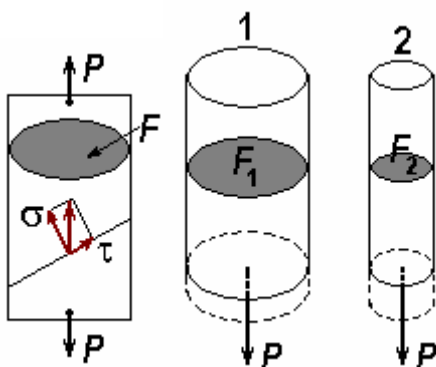


Рис. 1. Нормальное и касательное напряжение (а); деформация стержней при одинаковой нагрузке (б)

$$\sigma_1 = \frac{P}{F_1} ; \quad \sigma_2 = \frac{P}{F_2} ; \quad \sigma_1 < \sigma_2 ; \quad \text{так как } F_1 > F_2$$

Напряжение во втором стержне будет больше, поэтому он получит большую деформацию. Напряжение, которое выдерживает металл, является его основной механической характеристикой, не зависящей от размеров изделия.

Напряжение, которое выдерживает металл, является его основной механической характеристикой, не зависящей от размеров изделия.

Прочность

Прочность – это способность металла сопротивляться деформации и разрушению под действием внешних и внутренних напряжений.

Государственные стандарты предусматривают получение характеристик прочности при испытаниях на растяжение, сжатие, изгиб, кручение. Все это – статические испытания, с постепенным, плавным возрастанием нагрузки.

Наиболее информативно испытание на растяжение на разрывной машине; его и проводят в большинстве случаев для получения стандартных характеристик прочности (рис. 2, а).

Разрывная машина снабжена устройством для записи, так называемой диаграммы растяжения – графика зависимости между приложенной нагрузкой P и удлинением образца Δl (рис. 2, б). Современные машины имеют выход на компьютер, который не только записывает диаграмму, но и рассчитывает характеристики прочности.

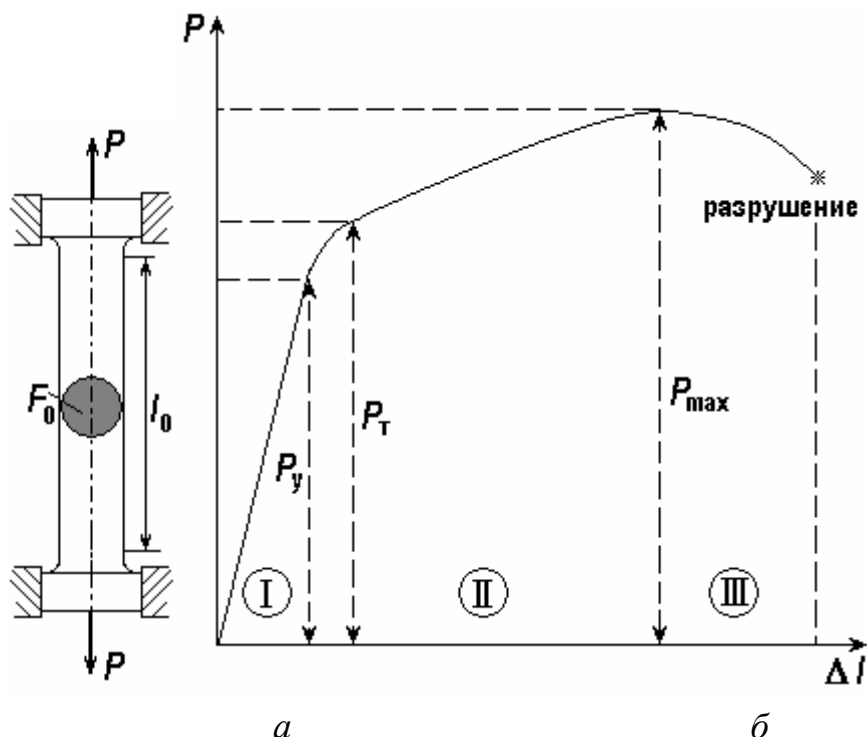


Рис. 2. Образец для испытаний на растяжение и схема испытания на разрывной

машине(а); диаграмма растяжения пластичного металла (б)

При росте нагрузки P длина образца l изменяется нелинейно. На кривой растяжения можно выделить три участка: I – область упругой деформации, II – область пластической деформации, III – область развития трещин. Величина упругой деформации в металлах невелика: менее 1 %. Пластическая деформация у чистых металлов может достигать десятков процентов. Именно в этой области идет активное скольжение дислокаций. При превышении нагрузки P_{max} на образце возникает местное сужение – *шейка*, и деформация становится сосредоточенной. Дальнейшее развитие деформации в шейке приводит к зарождению трещин и разрушению образца.

Из этого испытания можно получить следующие характеристики прочности:

предел упругости $\sigma_y = \frac{P_y}{F_0}$, [МПа] – это наибольшее напряжение, после которого образец возвращается к прежней форме и размерам;

предел текучести $\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}$, [МПа] – это напряжение пластического течения металла без увеличения нагрузки;

предел прочности $\sigma_B = \frac{P_{max}}{F_0}$, [МПа] – это наибольшее напряжение, которое металл выдерживает, не разрушаясь.

Истинный, или физический предел текучести σ_T определить трудно: не у всех металлов образуется «площадка текучести». Поэтому чаще всего определяют **условный предел текучести** $\sigma_{0,2}$, который вызывает остаточную деформацию 0,2 %: $\sigma_T \approx \sigma_{0,2}$

Прочностные расчеты чаще ведут по пределу текучести, так как значительная пластическая деформация большинства деталей и конструкций недопустима. Но и предел прочности знать необходимо, так как он показывает, при каком напряжении начнется разрушение.

Пластичность

Пластичность – это способность металла деформироваться без разрушения.

Характеристики пластичности определяют из того же испытания на растяжение. Это:

$$\text{относительное удлинение } \delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100, [\%]$$

и

$$\text{относительное сужение } \psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \cdot 100, [\%]$$

где l_0 и l_k , мм – длина образца до и после испытания;

F_0 и F_k , мм² – начальная и конечная площадь поперечного сечения образца (рис. 2.2, а).

Относительное удлинение и относительное сужение являются одновременно и критериями надёжности: материал, имеющий большие значения δ и ψ , более надёжен.

Контрольные вопросы

1. Что определяют механические свойства? Как получают характеристики механических свойств?
2. Что такое напряжение? На какие составляющие можно разложить напряжение?
3. Что такое прочность? Какие испытания проводятся для получения характеристик прочности?
4. Что такое диаграмма растяжения? Какие участки можно выделить на кривой растяжения?
5. Что такое предел упругости, предел текучести, предел прочности и условный предел текучести?
6. Что такое пластичность? Характеристики пластичности (относительное удлинение и относительное сужение).

Список литературы:

Основная 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, 2017. - 151 с.

Лабораторная работа №3

Тема: «Испытание материалов на ударную вязкость»

Цель работы:

1. Изучить теоретический материал по теме работы.
2. Получить представление о способах определения характеристик прочности при вязкости металлов при испытаниях на ударный изгиб.
3. Оформить отчёт в форме письменных ответов на контрольные вопросы.

Оборудование: образцы материалов для исследования, маятниковый копр.

Задание:

1. Изучите методику испытания материалов на ударную вязкость.
2. Научиться ударную вязкость образца материала.
3. Ответьте на контрольные вопросы.

Основные сведения по теме работы

Вязкость

Вязкость – это способность материала сопротивляться разрушению при ударных, динамических нагрузках.

Характеристика вязкости определяется при испытании на ударный изгиб. Это, в отличие от всех предыдущих, динамическое испытание, при котором нагрузка прилагается к образцу с очень большой скоростью, за тысячные доли секунды.

Испытание проводится на маятниковом копре (рис. 1).

Тяжёлый маятник, поднятый на определённый угол α , отпускают. На пути движения маятника находится образец. Удар ножа маятника разрушает его. Произведённая при разрушении работа определяется как разность между потенциальной энергией маятника до и после испытания.

Ударная вязкость – это работа разрушения образца, отнесённая к площади поперечного сечения:

$$KV = \frac{A_p}{F}, [\text{Дж/м}^2]$$

A_p – работа разрушения,

F – площадь поперечного сечения образца.

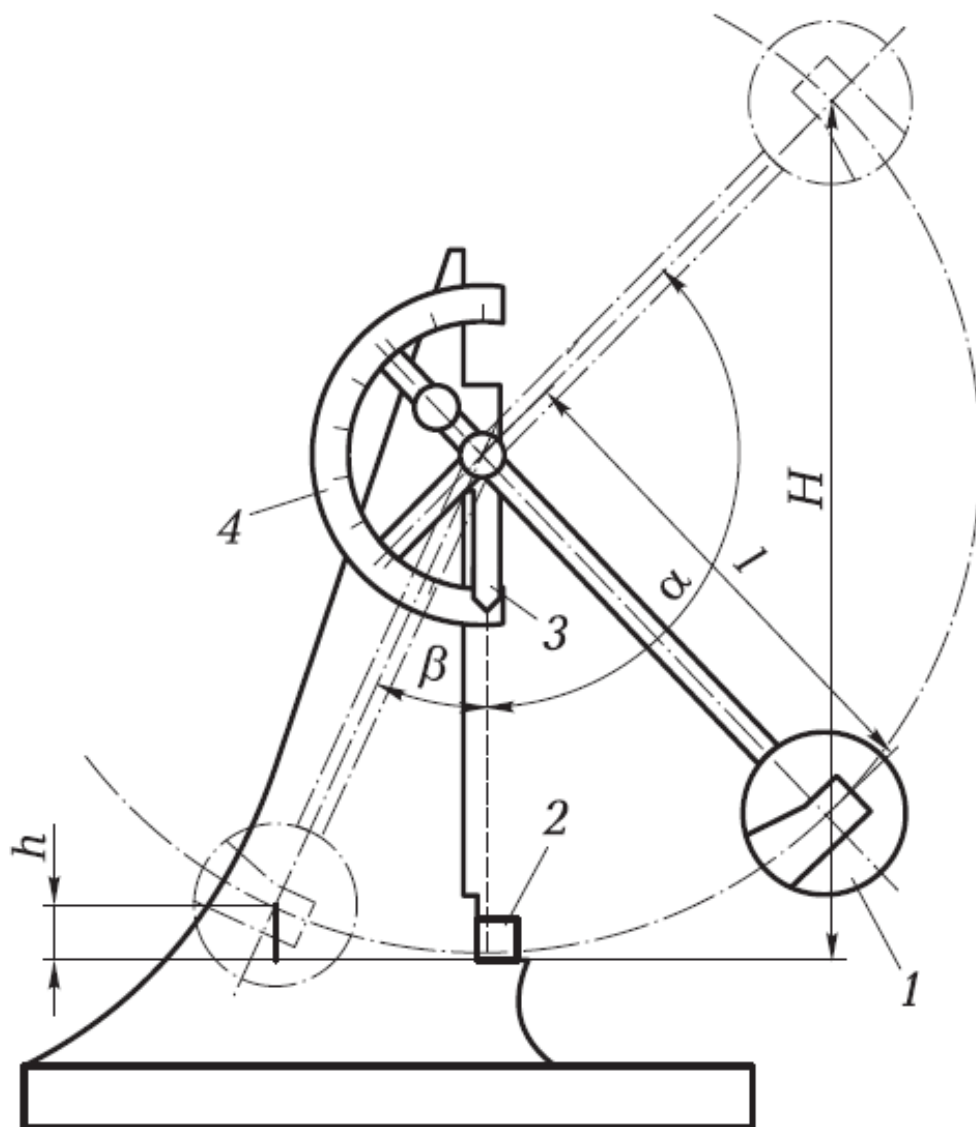


Рис. 1. Схема маятникового копра:

l — маятник; 2 — испытуемый образец; 3 — стрелка; 4 — шкала; l — плечо маятника; H — начальная высота подъема маятника; α — угол подъема маятника; β — угол отклонения маятника; h — высота подъема маятника после отклонения

Образец должен иметь надрез — концентратор напряжения. Обозначение ударной вязкости зависит от вида надреза (рис. 2). Для одного и того же материала $KCU > KCV > KCT$, т. е. чем острее надрез, тем легче разрушается материал.

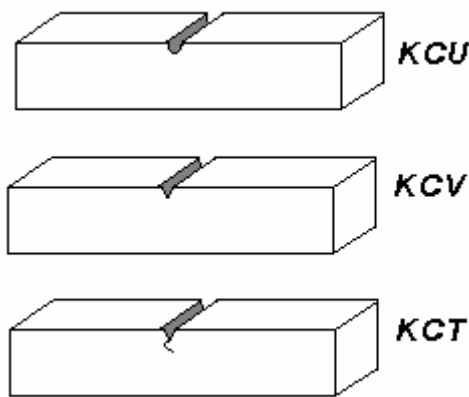


Рис. 2. Образцы для испытаний на ударную вязкость

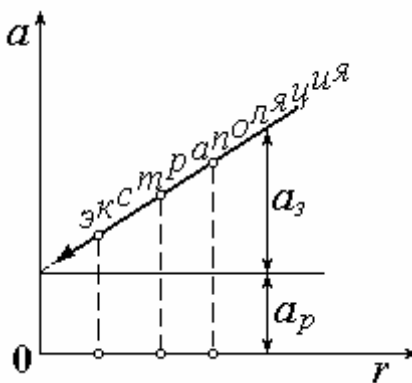


Рис. 3. Определение работы зарождения трещины

Ударная вязкость тоже является критерием надёжности материала, гарантией, что он не будет разрушаться хрупко, внезапно. Строго говоря, ударная вязкость является комплексной характеристикой, включающей удельную работу зарождения трещины a_z и удельную работу распространения трещины a_p . Для более достоверной оценки надёжности материала методом экстраполяции определяют ударную вязкость при радиусе концентратора r , стремящемся к нулю (рис. 3). Это и будет работа распространения трещины a_p , позволяющая оценить надёжность (зародыши трещин в материале есть почти всегда, вопрос в том, будут ли они расти).

Контрольные вопросы

1. Что такое вязкость? Как определяют характеристики вязкости?
2. Опишите схему маятникового копра.
3. Опишите методику испытания на ударный изгиб.
4. Что такое ударная вязкость?
5. Как обозначается ударная вязкость в зависимости от вида надреза?

3.Критерии оценки

Обучающийся должен выполнять лабораторные работы в соответствии с изучаемыми темами.

После выполнения работы обучающийся должен представить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводом по работе.

Отчет о проделанной работе следует делать в рабочих тетрадях, аккуратно оформленным. С соблюдением основных правил выполнения схем, рисунков, графиков, таблиц.

Содержание отчета указано в описании лабораторной работы.

Таблицы и рисунки следует выполнять с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля и т. д.) карандашом.

Отметка	Объем выполнения работы в %
«5» (отлично)	90 – 100
«4» (хорошо)	70 – 89
«3» (удовлетворительно)	50 – 69
«2» (неудовлетворительно)	менее 50

4.Учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ

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, 2017. - 151 с.
2. Кузьмин Б.А. Технология металлов и конструкционные материалы [Текст] / Б.А. Кузьмин. – М.: Высшая школа, 2018 г.
3. Лахтин Ю.М. Материаловедение [Текст] / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 2018 г.