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 15.02.08 Технология машиностроения

Саратов, 2021 г

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

Данные методические рекомендации предназначены для студентов 2 курса, специальности **15.02.08** Технология машиностроения

СОДЕРЖАНИЕ

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:

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 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения;

ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения;

ПК 2.3. Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения;

ПК3.1 Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей;

ПК3.2 Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации;

ОК1. 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 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;

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

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития,

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;
ОК9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Организация лабораторного занятия

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

В соответствии с требованиям ФГОС СПО 15.02.08 Технолгия машиностроения 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 лабораторных 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, замеряя 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 твердостиНВ, кгс/мм², – это отношение приложенной нагрузки к площади поверхности отпечатка, его вычисляют по формуле:

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

где *P* – усилие, действующее на шарик, кг;
S – площадь поверхности отпечатка, мм;
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

соотношениеd=(0,25…0,5)×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 НВ. 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 НВ/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 НВ (может деформироваться шарик), а также образцы толщиной менее десятикратной глубины отпечатка.

Определение твёрдости 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 НВ, т.е. твердость 30 HRC примерно соответствует 300 НВ. 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/мм^2) 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 НВ) 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 замеряют реакцию материала.

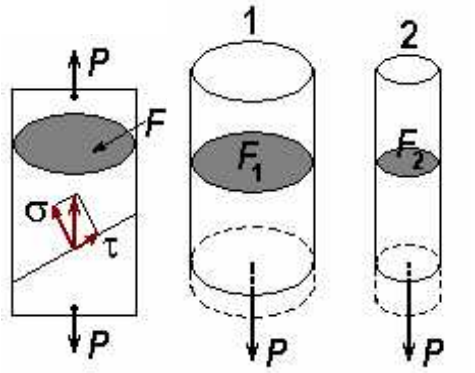
Под действием различных внешних сил металл деформируется иразрушается. Но величиной приложенной нагрузки нельзя охарактеризовать условия нагружения. Важно знать, на какую площадь поперечного сечения эта нагрузка действует.

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*) будетразной: второй удлинится больше, таккак площадь его поперечного сеченияменьше.



аб

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

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

Напряжение во второмстержне будет больше, поэтому онполучит большую деформацию.Напряжение, которое выдерживает металл, является егоосновной механической характеристикой, не зависящей от размеров изделия.

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

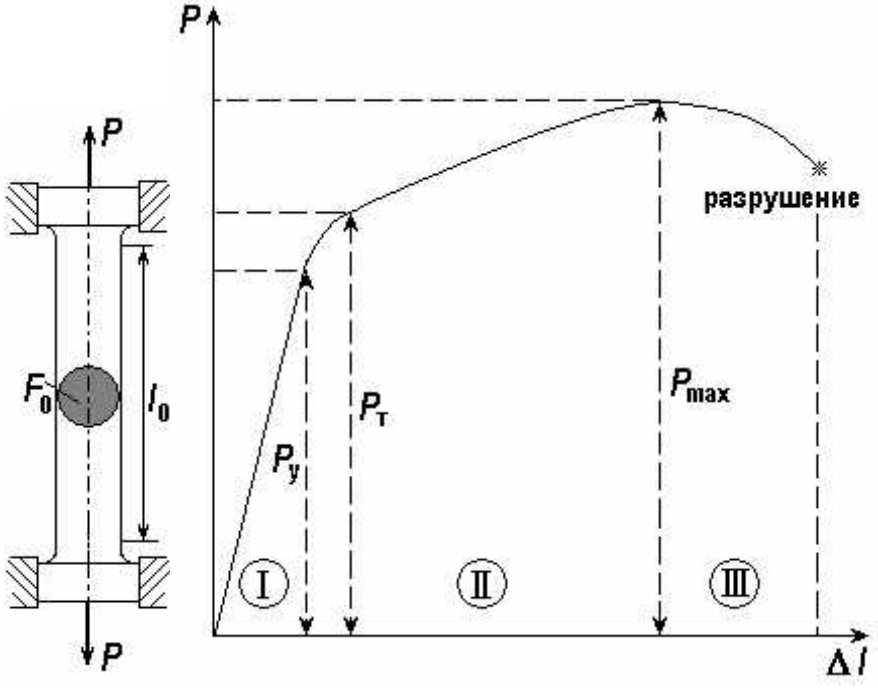
Прочность

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.



а *б*

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 $\sigma_т = \frac{P_т}{F_0}$, [МПа] – это напряжение пластического течения металла без увеличения нагрузки;

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

Истинный, или физический предел текучести $\sigma_т$определить трудно: не у всех металлов образуется «площадка текучести». Поэтому чащевсего определяют ***условный предел***

текучести $\sigma_{0,2}$, который вызываетостаточную деформацию 0,2 %: $\sigma_т \approx \sigma_{0,2}$

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

Пластичность

Пластичность– это способность металла деформироваться безразрушения.

Характеристики пластичности определяют из того же испытания нарастяжение. Это:

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

и

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

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

F_0 и $F_К$, мм^2 – начальная и конечная площадь поперечного сеченияобразца (рис. 2.2, *а*).

Относительное удлинение и относительное сужение являются одновременно и критериями надёжности: материал, имеющий большиезначения δи 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 наударный изгиб. Это, в отличие отвсех предыдущих, динамическоеиспытание, при котором нагрузкаприлагается к образцу с оченьбольшой скоростью, за тысячныедоли секунды.

Испытание проводится намаятниковом копре (рис. 1).

Тяжёлый маятник, поднятыйна определённый угол α, отпускают. На пути движения маятниканаходится образец. Удар ножамаятника разрушает его. Произведённая при разрушении работаопределяется как разность междупотенциальной энергией маятника до и после испытания.

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

$$KC = \frac{A_p}{F}$$,[Дж/м2]

A_P – работа разрушения,

F – площадь поперечного сечения образца.

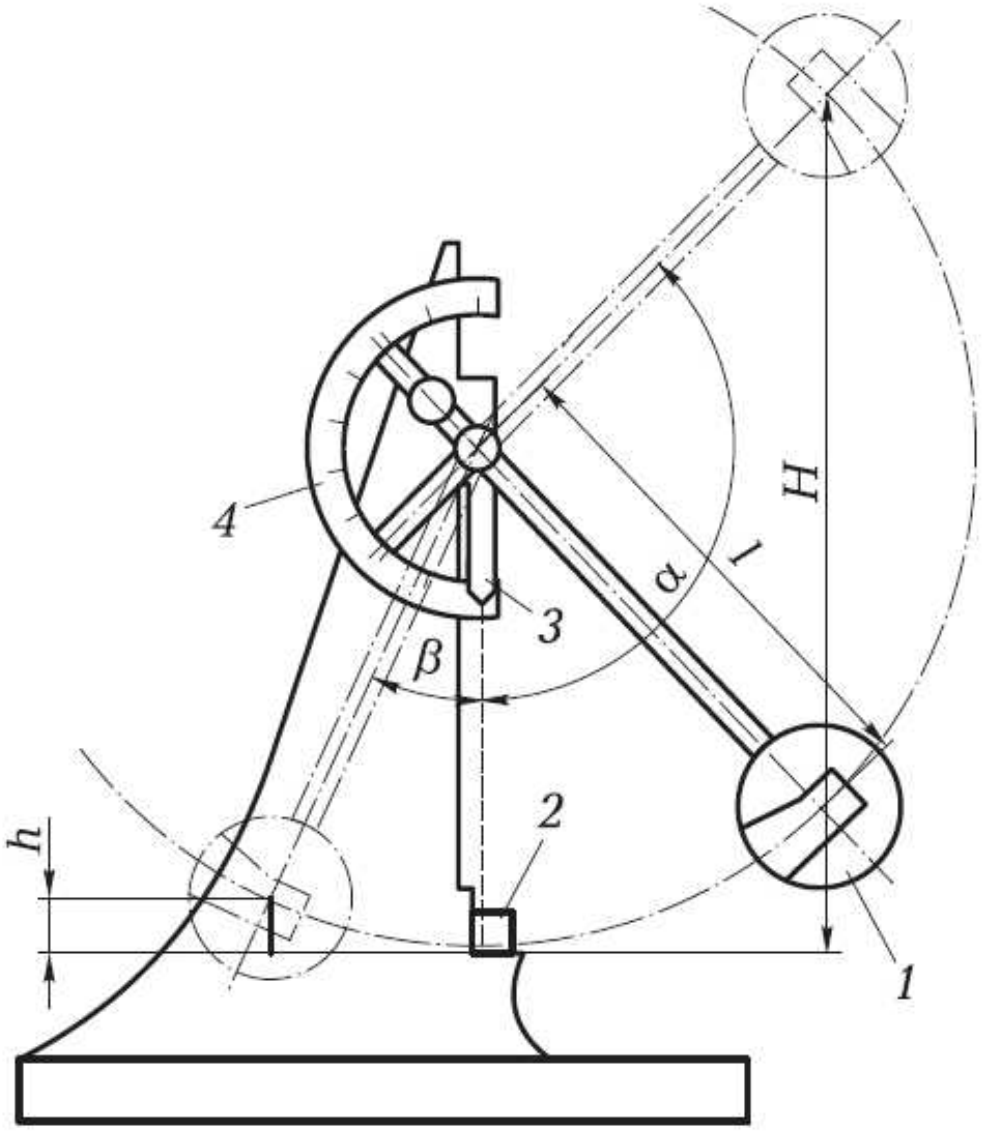


Рис. 1. Схема маятникового копра*:*
1 — маятник; *2* — испытуемый образец; *3* — стрелка; *4* — шкала; *l* — плечомаятника; *H* — начальная высота подъема маятника; *α*— угол подъема маятника; *β* — угол отклонения маятника; *h* — высота подъема маятника после отклонения

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.

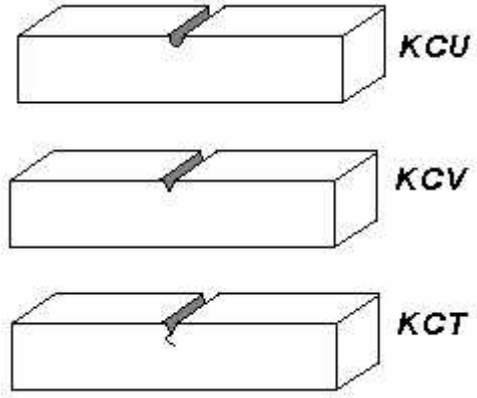


Рис. 2. Образцы для испытаний на ударную вязкость

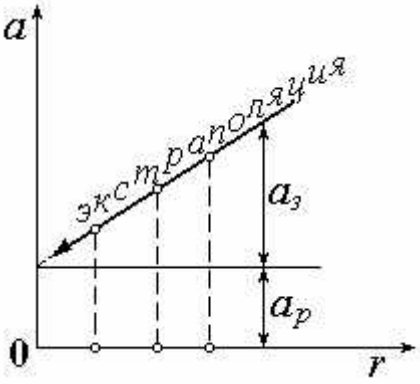


Рис. 3. Определение работы зарождения трещины

Ударная вязкость тоже является критерием надёжности материала, гарантией, что он не будет разрушатьсяхрупко, внезапно.Строго говоря, ударная вязкость являетсякомплексной характеристикой, включающейудельную работу зарождения трещины $a_з$ иудельную работу распространения трещины $a_р$.Для более достоверной оценки надёжности материала методом экстраполяции определяютударную вязкость при радиусе концентратора r,стремящемся к нулю (рис. 3). Это и будет работа распространения трещины $a_р$, позволяющаяоценить надёжность (зародыши трещин в материале есть почти всегда, вопрос в том, будут лиони 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?

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.
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.