

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«БОГДАНОВИЧСКИЙ ПОЛИТЕХНИКУМ»



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ОУД.16 ФИЗИКА В ПРОФЕССИИ

Профессия

15.01.01 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Форма обучения – очная

Срок обучения 2 года 10 месяцев

2017 г.

Организация-разработчик: ГБПОУ СО «Богдановичский политехникум»

Разработчик:

Черданцева Т.И., преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ СО «Богдановичский политехникум», г. Богданович

Рассмотрено на заседании Методического совета ГБПОУ СО «Богдановичский политехникум»

протокол № 1 от «30» августа 2017 г.

Председатель: _____ / Е.В. Снежкова

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка	4
2	Практическая работа обучающегося	6
3	Содержание отчетных работ	8
4	Критерии оценки отчетных работ	8
	Приложения. Темы практических работ	
	Практическая работа №1. Определение условия равновесие тела под действием сил. Сложение параллельных сил	9
	Практическая работа №2. Определение условия равновесия тел	9
	Практическая работа №3. Измерение момента силы	10
	Практическая работа №4. Определение центра тяжести твёрдого тела	12
	Практическая работа №5. Определение параметров вещества в газообразном состоянии. Определение принципа работы манометров	13
	Практическая работа №6. Определение типов потоков: ламинарный и турбулентный поток жидкости (газа)	15
	Практическая работа №7. Исследование механических свойств твердых тел	17
	Практическая работа №8. Плавление, кристаллизация или отвердевание	19
	Практическая работа №9 Исследование деформации растяжения	20
	Практическая работа №10. Зависимость электрического сопротивления металлов от температуры	22
	Практическая работа №11. Расчет значений силы тока и напряжения на элементах цепи переменного тока. Исследование принципа действия трансформатора	23
	Практическая работа №12. Расчёт активной и реактивной мощности	25
	Практическая работа №13. Выявление характерных особенностей излучений. Составление сравнительной таблицы	27
	Практическая работа №14. Контроль сварных швов на проницаемость, прочие методы (проверка с использованием вихревых токов и т.п.).	27

Пояснительная записка

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

Дидактическая цель практических работ - формирование у обучающихся профессиональных умений, а также практических умений, необходимых для изучения последующих учебных дисциплин, а также подготовка к применению этих умений в профессиональной деятельности.

В ходе практических работ обучающиеся овладевают умениями пользоваться информационными источниками, справочниками, выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления.

Задачи, которые решаются в ходе практических занятий по дисциплине "Физика в профессии":

- 1) обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по физике, полученных в ходе лекционных занятий;
- 2) формирование практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой;
- 3) совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- 4) выработка таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Результатом выполнения практических работ является овладение общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.
ОК 3	Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.
ОК 4	Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 7	Исполнять воинскую обязанность <*>, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

Программой УОД предусмотрено выполнение 14-ти двухчасовых практических работ.

В методических рекомендациях к практическим работам приведены необходимые теоретические сведения, порядок проведения работы, содержание отчета.

Предварительная подготовка обучающихся к практической работе, понимание ее цели и содержания – важнейшее условие качественного выполнения работ. Поэтому прежде чем приступить к выполнению практической работы, обучающиеся должны:

- изучить содержание работы и порядок ее выполнения;
- повторить теоретический материал, связанный с выполнением данной работы.

Завершается практическая работа составлением отчета, который должен содержать все необходимые результаты и выводы.

По практической работе сдается зачет в форме собеседования.

Зачет по практическим работам является обязательным для получения допуска к дифференцированному зачёту.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

	2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ		
Тема	Вид, название и краткое содержание задания	Планируемые часы на выполнение внеаудиторной работы	Форма отчетности и контроля
1.2	<p>Практическая работа №1. Определение условия равновесие тела под действием сил. Сложение параллельных сил.</p> <p><u>Цель работы:</u> экспериментально установить соотношение между силами, действующими на рычаг, и плечами этих сил, при котором рычаг находится в равновесии проверка утверждения о том, что тело, имеющее закреплённую ось вращения, находится в равновесии, если сумма моментов сил, стремящихся вращать тело по часовой стрелке, равна сумме моментов сил, стремящихся вращать его против часовой стрелки.</p>	1	отчетная работа, собеседование
1.2	<p>Практическая работа №2. Определение условия равновесия тел.</p> <p><u>Цель работы:</u> проверить выполнение правила моментов</p>	1	отчетная работа, собеседование
1.2	<p>Практическая работа №3. Измерение момента силы.</p> <p><u>Цель работы:</u> экспериментально проверить выполнение второго условия равновесия твердого тела</p>	1	отчетная работа, собеседование
1.2	<p>Практическая работа №4. Определение центра тяжести твёрдого тела.</p> <p><u>Цель работы:</u> научиться определять практически положение центра тяжести тел произвольной формы.</p>	1	отчетная работа, собеседование
2.1	<p>Практическая работа №5. Определение параметров вещества в газообразном состоянии. Определение принципа работы манометров.</p> <p><u>Цель работы:</u> изучить физические величины, используемые при определении параметров состояния газообразных тел; изучить устройство и принцип действия, назначение манометров.</p>	1	отчетная работа, собеседование
2.2	<p>Практическая работа №6. Определение типов потоков: ламинарный и турбулентный поток жидкости (газа).</p> <p><u>Цель работы:</u> рассмотреть закономерности типов газовых потоков и их учёт при выполнении сварочных работ.</p>	1	отчетная работа, собеседование
2.3	<p>Практическая работа №7. Исследование механических свойств твердых тел.</p> <p><u>Цель работы:</u> Изучение теории механических свойств твёрдых тел, знакомство с различными видами деформаций.</p>	1	отчетная работа, собеседование
2.3	<p>Практическая работа №8. Плавление, кристаллизация или отвердевание.</p> <p><u>Цель работы:</u> определить физические основы плавления и кристаллизации металлов, фазовые и структурные превращения протекающие при сварке плавлением.</p>	1	отчетная работа, собеседование

2.3	<p>Практическая работа №9. Исследование деформации растяжения.</p> <p><u>Цель работы:</u> экспериментально проверить закон Гука и определить модуль упругости резины, построить диаграмму растяжения и определить область пластических деформаций и пределы упругости прочности.</p>	1	отчетная работа, собеседование
3.1	<p>Практическая работа №10. Зависимость электрического сопротивления металлов от температуры.</p> <p><u>Цель работы:</u> изучении зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры и в измерении температурных коэффициентов сопротивления.</p>	1	отчетная работа, собеседование
3.1	<p>Практическая работа №11. Расчет значений силы тока и напряжения на элементах цепи переменного тока. Исследование принципа действия трансформатора.</p> <p><u>Цель работы:</u> изучить зависимость индуктивного сопротивления от частоты переменного тока и параметров элементов.</p>	1	отчетная работа, собеседование
3.1	<p>Практическая работа №12. Расчёт активной и реактивной мощности.</p> <p><u>Цель работы:</u> рассмотреть величины, характеризующие процесс преобразования электрической энергии при работе сварочного аппарата; влияние реактивной мощности на обмен энергией между источниками и реактивными элементами цепи.</p>	1	отчетная работа, собеседование
4.2	<p>Практическая работа № 13. Выявление характерных особенностей излучений. Составление сравнительной таблицы</p> <p><u>Цель работы:</u> определить излучения, возникающие при сварочных работах, выяснить их физическую природу.</p>	1	отчетная работа, собеседование
5.1	<p>Практическая работа № 14. Контроль сварных швов на проницаемость, прочие методы (проверка с использованием вихревых токов и т.п.).</p> <p><u>Цель работы:</u> определить физические свойства методов контроля и их практическое применение.</p>	1	отчетная работа, собеседование

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТНЫХ РАБОТ

Отчеты по практическим работам. Практическая работа выполняется в тетради.

Обязательно указываются:

- номер и название практической работы;
- цели работы;
- заполненные таблицы, ответы на теоретические вопросы с использованием информационных технологий
- выводы.

4 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТЧЕТНЫХ РАБОТ

Форма зачета по практическим работам – собеседование.

Практическая работа считается выполненной и принимается к зачету по следующим критериям:

Оценка «отлично» выставляется, если студент обстоятельно, с достаточной полнотой излагает программный материал, дает правильные формулировки, точные определения ключевых понятий, обнаруживает полное понимание материала и может обосновать свой ответ, привести примеры, демонстрирует самостоятельность мышления, правильно отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает единичные ошибки, которые сам же исправляет после замечаний преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент демонстрирует знание и понимание основных положений программного материала, но при этом допускает неточности в формулировке правил или определений, излагает материал недостаточно связно и последовательно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает незнание большей части программного материала, допускает ошибки в формулировке правил и определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, сопровождая изложение частыми запинками, перерывами.

Практическая работа № 1. Изучение равновесия тел под действием нескольких сил. Сложение параллельных сил

Цель работы: экспериментально установить соотношение между силами, действующими на рычаг, и плечами этих сил, при котором рычаг находится в равновесии проверка утверждения о том, что тело, имеющее закреплённую ось вращения, находится в равновесии, если сумма моментов сил, стремящихся вращать тело по часовой стрелке, равна сумме моментов сил, стремящихся вращать его против часовой стрелки.

Оборудование: рычаг с балансиrom, груз 100 г (4 шт.), стержень штатива с муфтой, динамометр, линейка.

Для равновесия твёрдого тела необходимо и достаточно выполнение двух условий:

1) векторная сумма внешних сил, действующих на тело, должна быть равна нулю: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0$;

2) алгебраическая сумма моментов сил, действующих на твёрдое тело, относительно оси вращения должна быть равна нулю: $M_1 + M_2 + \dots = 0$.

Момент силы считается положительным, если сила вызывает вращение против часовой стрелки, и отрицательным, если сила вызывает вращение по часовой стрелке.

Порядок выполнения работы

Проверьте первое условие равновесия.

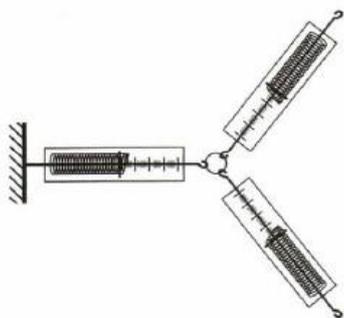


Рис. 1.

1. Укрепите конец одного из динамометров (рис. 1). Второй его конец зацепите за кольцо.

2. Зацепите два других динамометра за это же кольцо и тяните таким образом, чтобы два последних динамометра образовывали прямой угол. Когда кольцо станет неподвижным, снимите показания динамометров.

3. Повторите опыт, стараясь расположить динамометры так, чтобы угол между ними был 120° . Снимите показания динамометров.

4. Запишите результаты измерений в таблицу №1.

Таблица №1

Номер опыта	$F_1, \text{Н}$	$F_2, \text{Н}$	$F_3, \text{Н}$

5. Рассчитайте равнодействующую сил F_2 и F_3 : $F = \sqrt{F_2^2 + F_3^2}$. Сравните полученное значение со значением F_1 . Сделайте вывод.

6. Нарисуйте три силы под углом 120° . Убедитесь в том, что при равновесии эти силы равны.

Практическая работа № 2. Определение условия равновесия тел

Цель работы: проверить выполнение правила моментов.

Проверьте второе условие равновесия.

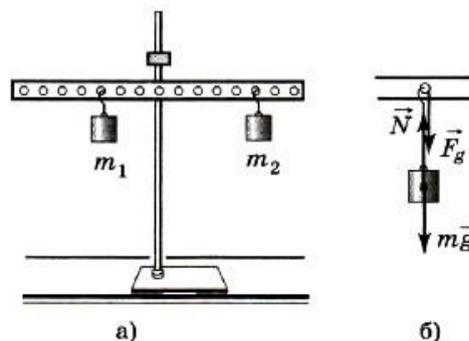
1. Возьмите планку с отверстиями (рис. 2, а) и закрепите её на штативе.

2. С одной стороны от точки закрепления на расстоянии $l_1 = 4$ см подвесьте грузик массой m_1 .

3. Подвешивайте меньший грузик массой m_2 с другой стороны на разных расстояниях l_2 до тех пор, пока планка не установится горизонтально. Запишите значения масс грузиков и расстояний от точки закрепления планки до грузиков в таблицу 2.

4. К первому грузику на левой стороне планки подвесьте ещё один грузик массой m_3 .

5. С правой стороны подвесьте ещё один грузик



массой m_4 на таком расстоянии l_4 , чтобы планка опять вернулась в горизонтальное положение. Запишите все значения в таблицу 2.

Таблица 2

Номер опыта	m_1 , г	l_1 , см	m_2 , г	l_2 , см	m_3 , г	l_3 , см	m_4 , г	l_4 , см

При подвешивании грузика на планку действует сила давления крючка (рис. 2, б). Эта сила давления по третьему закону Ньютона равна силе, действующей на крючок, которая, в свою очередь, равна силе тяжести, так как грузик находится в состоянии равновесия. Поэтому при расчётах можно использовать силу тяжести грузика.

По данным таблицы 2 вычислите сумму моментов сил, действующих на планку и алгебраическую сумму сил, действующих на планку.

Сделайте вывод.

Практическая работа № 3. Измерение момента силы

Цель работы: экспериментально проверить выполнение второго условия равновесия твердого тела

Моментом силы относительно оси вращения тела называется взятое со знаком «плюс» или «минус» произведение модуля силы на ее плечо.

Момент силы \vec{F} обозначается буквой M : $M = \pm F \cdot d$ (3)

Будем считать момент силы \vec{F} положительным, если в отсутствие других сил она может вызвать поворот тела против часовой стрелки, и отрицательным, если \vec{F} при тех же условиях может повернуть тело по часовой стрелке.

За единицу вращающего момента в СИ принимается момент силы в 1Н, линия действия которой находится на расстоянии 1 м от оси вращения. Эту единицу называют *ньютон-метром* ($H \cdot m$).

Второе условие равновесия твердого тела: при равновесии твердого тела сумма моментов всех внешних сил, действующих на него относительно любой оси, равна нулю:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n = 0 \quad (4)$$

Общее условие равновесия тела. Объединяя два вывода, можно сформулировать общее условие равновесия тела: *тело находится в равновесии, если равны нулю геометрическая сумма векторов всех приложенных к нему сил и алгебраическая сумма моментов этих сил относительно оси вращения.*

При выполнении общего условия равновесия тело необязательно находится в покое. Согласно второму закону Ньютона при равенстве нулю равнодействующей всех сил ускорение тела равно нулю и оно может находиться в покое или двигаться равномерно и прямолинейно.

Равенство нулю алгебраической суммы моментов сил не означает также, что при этом тело обязательно находится в покое. На протяжении нескольких миллиардов лет с постоянным периодом продолжается вращение Земли вокруг оси именно потому, что алгебраическая сумма моментов сил, действующих на Землю со стороны других тел, очень мала. По той же причине продолжает вращение с постоянной частотой раскрученное велосипедное колесо, и только внешние силы останавливают это вращение.

Два условия равновесия твердого тела являются необходимыми и достаточными для равновесия твердого тела. Если же тело не абсолютно твердое, то под действием приложенных к нему внешних сил оно может и не находиться в равновесии, хотя сумма внешних сил и сумма их моментов относительно любой оси равна нулю. Это происходит, потому что под действием внешних сил тело может деформироваться и сумма всех сил, действующих на каждый его элемент, в этом случае не будут равна нулю.

Виды равновесия. В практике большую роль играет не только выполнение условия равновесия тел, но и качественная характеристика равновесия, называемая *устойчивостью*. Различают три вида равновесия тел: устойчивое, неустойчивое, безразличное.

Равновесие называется устойчивым, если после небольших внешних воздействий тело возвращается в исходное состояние равновесия. Это происходит, если при небольшом смещении тела в любом направлении от первоначального положения равнодействующая сил, действующих на тело, становится отличной от нуля и направлена к положению равновесия. В устойчивом равновесии находится, например, шар на дне углубления (рис. 3).

Равновесие называется неустойчивым, если при небольшом смещении тела из положения равновесия равнодействующая приложенных к нему сил отлична от нуля и направлена от положения равновесия (рис. 3.2).

Если при небольших смещениях тела из первоначального положения равнодействующая приложенных к телу сил остается равной нулю, то тело находится в состоянии безразличного равновесия. В безразличном равновесии находится шар на горизонтальной поверхности (рис. 3.3).

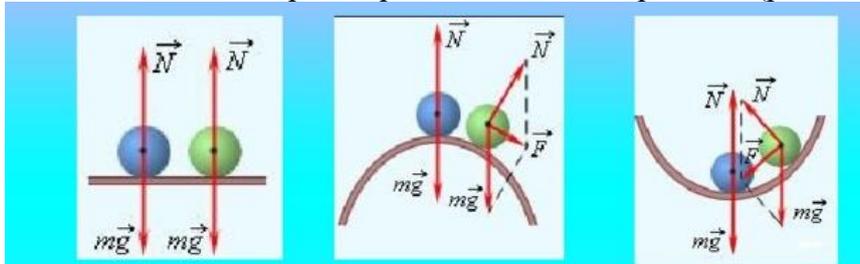


Рис. 3.1.

Рис. 3.2.

Рис. 3.3.

Тело, имеющее неподвижную ось вращения, находится в устойчивом равновесии, если его центр тяжести расположен ниже оси вращения и находится на вертикальной прямой, проходящей через ось вращения (рис. 3.5, а).

При небольшом отклонении от этого положения равновесия алгебраическая сумма моментов сил, действующих на тело, становится отличной от нуля, и возникающий момент сил поворачивает тело к первоначальному положению равновесия (рис. 3.5, б).

Если же центр тяжести находится на вертикальной прямой, проходящей через ось вращения, но расположен выше оси вращения, то равновесие неустойчивое (рис. 3.6.в).

Тело находится в безразличном равновесии, когда ось вращения тела проходит через его центр тяжести.

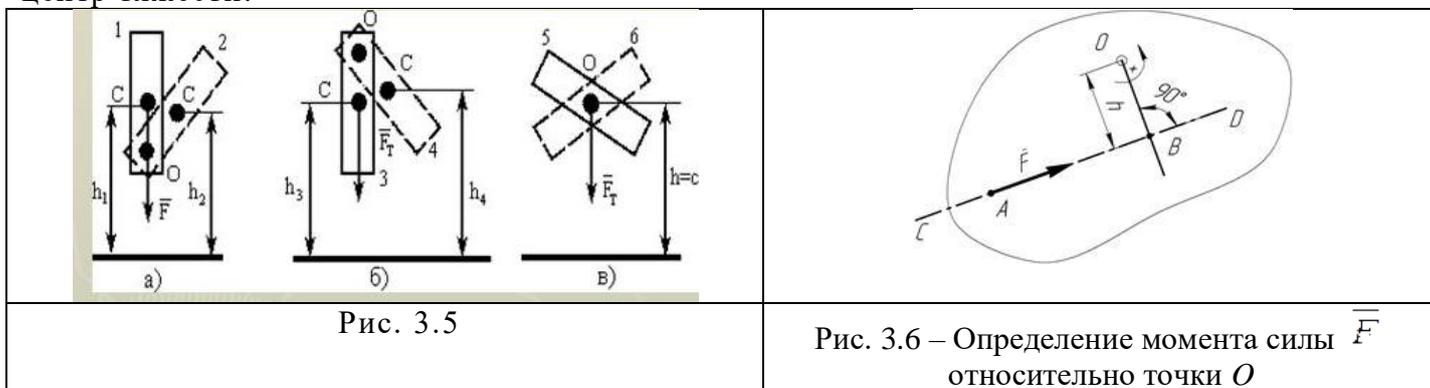


Рис. 3.5

Рис. 3.6 – Определение момента силы \vec{F} относительно точки O

Равновесие тела на опоре. Если вертикальная линия, проведенная через центр тяжести C тела, пересекает площадь опоры, то тело находится в равновесии. Если же вертикальная линия, проведенная через центр тяжести, не пересекает площадь опоры, то тело опрокидывается.

В инженерной практике случается, что возникает необходимость вычислить координаты центра тяжести сложной плоской фигуры, состоящей из простых элементов, для которых расположение центра тяжести известно. Часто с подобными вопросами приходится сталкиваться инженерам-конструкторам вырубных штампов при определении координат центра давления, разработчикам схем погрузки различного транспорта при размещении грузов, проектировщикам строительных металлических конструкций при подборе сечений элементов

Свойства момента силы относительно точки:

1. Момент силы относительно точки не изменится при переносе точки приложения силы вдоль ее линии действия, так как при этом не изменяется ни модуль силы, ни длина ее плеча.

2. Момент силы относительно точки равен нулю только тогда, когда модуль силы равен нулю или когда линия действия силы проходит через точку, так как в этом последнем случае длина плеча равна нулю

Практическая работа № 4. Определение центра тяжести твёрдого тела.

Эксперимент: Определение центра тяжести плоской пластины

Оборудование: плоская фигура произвольной формы из пластика (картона, фанеры), гвоздь, отвес, штатив с муфтой и лапкой, линейка, карандаш.

Цель работы: практически определить положение центра тяжести тел произвольной формы.

Основным признаком взаимодействия тел в динамике является возникновение ускорений. Однако часто бывает нужно знать, при каких условиях тело, на которое действует несколько различных сил, не движется с ускорением. Подвесим шар на нити. На шар действует сила тяжести, но не вызывает ускоренного движения к Земле. Этому препятствует действие равной по модулю и направленной в противоположную сторону силы упругости. Сила тяжести и сила упругости уравновешивают друг друга, их равнодействующая равна нулю, поэтому равно нулю и ускорение шара (рис. 4.1).

Точку, через которую проходит равнодействующая сил тяжести при любом расположении тела, называют центром тяжести (рис.4. 2). Раздел механики, изучающий условия равновесия сил, называется

Абсолютно твердым телом называют тело, расстоянием между любыми двумя точками которого неизменно.

Равновесие не вращающихся тел. Равномерное прямолинейное поступательное движение тела или его покой возможны только при равенстве нулю геометрической суммы всех сил, приложенных к телу. Таким образом, не вращающееся тело находится в равновесии, если геометрическая сумма сил, приложенных к телу, равна нулю.

Первое условие равновесия твердого тела: если его тело находится в равновесии, то геометрическая сумма внешних сил, приложенных к нему, равна нулю: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$ (1)

Равновесие тел, имеющих ось вращения. В повседневной жизни и технике часто встречаются тела, которые не могут двигаться поступательно, но могут вращаться вокруг оси. Примерами таких тел могут служить двери и окна, колеса автомобиля, качели и т. д. Если вектор силы \vec{F} лежит на прямой, пересекающей ось вращения, то эта сила уравновешивается силой упругости $\vec{F}_{упр}$ со стороны оси вращения (рис. 4.3). Если же прямая, на которой лежит вектор силы \vec{F} , не пересекает ось вращения, то эта сила не может быть уравновешена силой упругости со стороны оси вращения, и тело поворачивается вокруг оси (рис. 4.4). Вращение тела вокруг оси под действием одной силы \vec{F}_1 может быть остановлено действием второй силы \vec{F}_2 . Опыт показывает, что если две силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 по отдельности вызывают вращение тела в противоположных направлениях, то при их одновременном действии тело находится в равновесии, если выполняется условие: $F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$ (2)

где d_1 и d_2 — кратчайшие расстояния от прямых, на которых лежат векторы сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 (линии действия сил), до оси вращения (рис. 4.5). Длину перпендикуляра d , опущенного из оси вращения на линию действия силы, называют *плечом силы*.

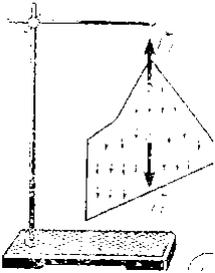
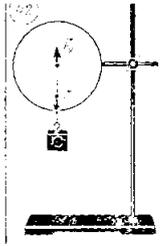
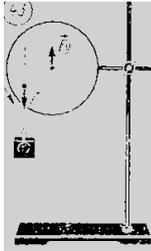
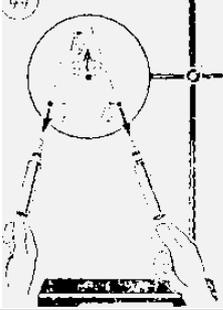
Практическая часть

Цель: определить центр тяжести твёрдого тела.

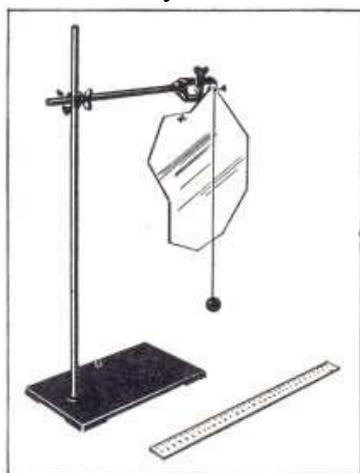
Оборудование: лист плотного картона, ножницы, булавка, нить, небольшой груз (уровень0, карандаш, линейка)

Порядок выполнения работы.

1. За любое из отверстий, имеющихся в фигуре, подвесьте ее на гвоздь, зажатый в лапке штатива.
2. Наденьте на гвоздь нить отвеса. Остро отточенным карандашом отметьте точкой положение нити отвеса. Сняв пластинку, проведите прямую через точку подвеса и отмеченную точку.

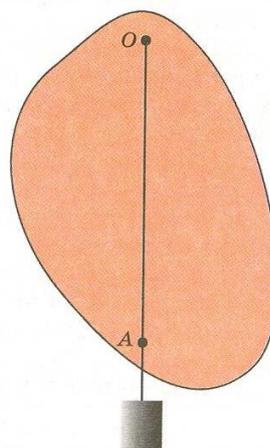
				
Рис. 4.1.	Рис. 4.2.	Рис. 4.3.	Рис. 4.4	Рис. 4.5.

3. Подвесьте фигуру за другие отверстия и проделайте аналогичные операции.
4. Убедитесь, что точка пересечения линий есть центр тяжести фигуры, поместив центр тяжести на острие булавки. Фигура должна лежать в горизонтальной плоскости.
5. Сделайте вывод и запишите его в тетрадь.
6. Пластинку вложить в тетрадь.



Ход работы

1. Вырежьте из листа плотного картона фигуру неправильной формы.
2. Обозначьте вблизи края фигуры точку O и проткните картон булавкой в этой точке. Удерживая булавку горизонтально, убедитесь, что тело может свободно вращаться вокруг оси, проходящей через эту точку.
3. Привяжите нить к грузу, а на другом её конце сделайте петельку. Подвесьте нить с грузом к булавке. Когда нить будет неподвижна, отметьте её положение на картоне точкой A (для повышения точности — вблизи нижнего края фигуры).



4. Снимите с булавки отвес и картон. Положив картон на стол, проведите с помощью линейки отрезок OA .

Практическая работа № 5. Определение параметров вещества в газообразном состоянии. Определение принципа работы манометров.

Цель работы: изучить физические величины, используемые при определении параметров состояния газообразных тел; изучить устройство и принцип действия, назначение манометров.

Характеристика газообразного состояния вещества. Параметры газа. Параметры газа. Изохорный процесс. Удар сосуда, охлаждение и нагревание сосуда, испускание газа. Правила эксплуатации баллонов с газом.

В ходе выполнения практикума каждому обучающемуся необходимо:

- 1) изучить физические величины, используемые при определении параметров состояния газообразных тел.
- 2) записать исходные данные к задаче: давление P , температуру T , объем V ,
- 3) произвести расчет по приведенной методике.

Сила и вес тел в системе СИ измеряется в *ньютон*ах (Н). Однако на практике часто пользуются внесистемной единицей – *килограмм-силой* (кгс). $1 \text{ кгс} = 9,8 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н}$.

Давление и механическое напряжение (возникающее в теле под воздействием приложенных к нему сил) в системе СИ измеряются в *паскалях* ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$). Паскаль – это очень малая величина, поэтому используют кратные величины: *килопаскаль* (кПа) и *мегапаскаль* (МПа).

Иногда используют бары: $1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 100 \text{ кПа}$, что примерно соответствует атмосферному давлению.

Полезно запомнить, что атмосферное давление равно примерно 100 кПа, а давление за конденсационной паровой турбиной составляет 3–8 кПа. Давление пара перед современными паровыми турбинами 12–30 МПа, перед газовыми турбинами 1,0–1,8 МПа. Эксплуатационный персонал ТЭС обычно пользуется *техническими атмосферами* (ат):

$$1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Па} = 98 \text{ кПа} = 0,098 \text{ МПа}.$$

Кроме технических атмосфер, применяемых в технике, используют физические атмосферы (*атм*):

$$1 \text{ атм} \approx 1,033 \text{ ат} \approx 1,013^5 \text{ Па}.$$

Физическая атмосфера равна среднему давлению атмосферного воздуха на уровне океана и на 45° географической широты. Это давление называется часто «нормальным».

В ряде случаев давление в сосудах измеряют с помощью ртутных приборов – высотой ртутного столба (*мм рт. ст.*). Например, упомянутое выше нормальное давление 1 атм = 760 мм рт. ст. и соответственно 1 мм рт. ст. = 133,3 Па.

Давления абсолютное и избыточное:

Допустим, что имеется сосуд, к которому присоединена U-образная трубка с какой-нибудь жидкостью (рис. 5.1).

При открытом сосуде давление внутри него будет, очевидно, равно давлению окружающей среды (атмосферы) $P_{\text{окр}}$, и в этом случае жидкость в обоих коленах U-образной трубки по закону сообщающихся сосудов будет находиться на одном уровне.

Если закрыть сосуд и увеличить в нем давление, то часть жидкости из левого колена трубки будет вытеснена в правое, вследствие чего образуется разность уровней.

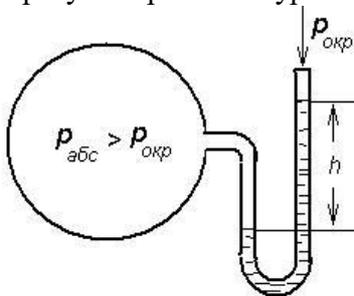


Рис. 5.1. Измерение избыточного давления U-образным манометром

Теперь давление в сосуде будет уравниваться давлением атмосферного воздуха и, кроме того, весом столба жидкости высотой h . В этом примере участвуют три вида давлений: атмосферное давление, равное $P_{\text{окр}}$; давление, создаваемое столбом жидкости высотой h и называемое избыточным давлением $P_{\text{изб}}$, и, наконец, давление внутри сосуда, равное сумме обоих этих давлений и называемое абсолютным давлением $P_{\text{абс}}$. Таким образом, $P_{\text{абс}} = P_{\text{изб}} + P_{\text{окр}}$.

Задание: изучить устройство, принцип действия и назначение манометра. Определить области применения манометров в быту и производстве.

Пружинными манометрами измеряют значительные давления жидкостей и газов. Схема такого манометра показана на рис. 5.2. Он состоит из спиральной трубки 1, один конец которой запаян, а другой, открытый, конец сообщается с сосудом, в котором измеряют давление. Рабочее тело оказывает давление p на внутреннюю поверхность трубки. На внешнюю ее поверхность действует давление p_n наружного воздуха. Под действием разности давлений трубка раскручивается (выпрямляется) тем сильнее, чем больше эта разность. К запаянному концу трубки прикреплен механизм, поворачивающий на соответствующий угол указательную стрелку 2.

Принцип действия пружинного манометра основан на использовании упругой деформации специальных пружин, возникающих под влиянием измеряемого давления. По роду применяемых пружин манометры делятся на трубчатые (одновитковые и многовитковые пружины) и мембранные (с гармониковой мембраной – сильфоном).

Трубчатая пружина 1 эллиптического сечения одним концом жёстко соединена с держателем 8, укреплённым в корпусе 6 манометра.

Держатель имеет штуцер 7 с резьбой служащей для сообщения прибора с окружающей средой. Свободный конец пружины закрыт запаянной трубкой 4 с шарнирной осью. С помощью поводка 5 он связан с передаточным механизмом, состоящим из зубчатого сектора 3, сцепленного с шестерёнкой, сидящей неподвижно на оси вместе с указанной стрелкой 2.



Рис. 5.2 Пружинный манометр

Спиральная пружина 10 прижимает зубцы шестерёнки к зубцам сектора и устраняет "мёртвый ход".

Таким образом, с помощью манометра измеряют не абсолютное давление в сосуде, а избыточное давление в нем. Абсолютное давление в сосуде:

$$P_{\text{абс}} = P_{\text{ман}} + P_{\text{а}}, \quad \text{где } p_{\text{ман}} \text{ это давление, которое показывает манометр.}$$

В термодинамических уравнениях давление всегда берется абсолютное. Атмосферное давление измеряется, как известно, барометрами. Так как величина этого давления изменяется обычно незначительно, то при измерении давлений в кг/см² иногда его принимают равным единице.

Таблица 1. Соотношения между единицами давления

Единицы	Па	бар	ат	мм.рт.ст.	атм
1 Па		10^{-5}	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$0,987 \cdot 10^{-5}$
1 бар	10^5		1,02		0,987
1 ат	$9,81 \cdot 10^4$	0,981			0,968
1мм. рт. ст.	133,3	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$1,36 \cdot 10^{-3}$		$1,32 \cdot 10^{-3}$
1 атм	1,013	$1,013 \cdot 10^5$	1,033		

Задача 1. Перевести в технические атмосферы давления: 0,05 кг/мм²; 1600 кг/мм²; 0,2 кг/мм².
 Ответ: 5 ат; 0,16 ат; 20 ат.

Задача 2. Для газовой сварки используется баллон с кислородом, выдерживающим давление не выше $2 \cdot 10^7$ Па. Емкость баллона $4 \cdot 10^{-2}$ м³. Какое давление установится в баллоне, если его соединить с пустым 10-литровым баллоном? Процесс считать изотермическим, объемом соединительной трубки по сравнению с объемами баллонов можно пренебречь.

Задача 3. После того, как в первом баллоне с кислородом установилось давление, он был отключен от второго баллона и использован для газосварки. В процессе работы с помощью редуктора в горелке было установлено давление, равное $5 \cdot 10^5$ Па. На какое время хватит кислорода для непрерывной сварки, если горелка потребляет его со скоростью $2 \cdot 10^{-23}$ м/ч? Учесть, что сварка прекратится, как только давление в баллоне сравняется с давлением в горелке. Температуру считать постоянной.

Практическая работа № 6. Определение типов потоков: ламинарный и турбулентный поток жидкости (газа)

Цель работы: рассмотреть закономерности типов газовых потоков и их учёт при выполнении сварочных работ.

Ламинарное и турбулентное течение

Изучение свойств потоков жидкостей и газов очень важно для промышленности и коммунального хозяйства. Ламинарное и турбулентное течение сказывается на скорости транспортировки воды, нефти, природного газа по трубопроводам различного назначения, влияет на другие параметры. Этими проблемами занимается наука гидродинамика.

Несмотря на то, что электрические способы сварки плавлением и давлением преобладают в сварочном производстве, газовая сварка, пайка, газотермическая резка и газопламенное напыление покрытий используются также достаточно широко. В связи с возрастающим дефицитом карбида кальция и углеводородных горючих газов-заменителей ацетилена, пропана, бутана, природного и других газов, возникает проблема поиска альтернативных горючих газов для газопламенной обработки материалов (ГПОМ).

Изменение характера течения продуктов горения влияет на геометрию пламени, распределение температуры и скорость газовой струи по длине факела пламени. При этом возможно управление окислительно-восстановительными процессами в сварочной ванне путем регулирования состава горючей газовой смеси насыщением парами жидких углеводородных соединений с помощью барботирования

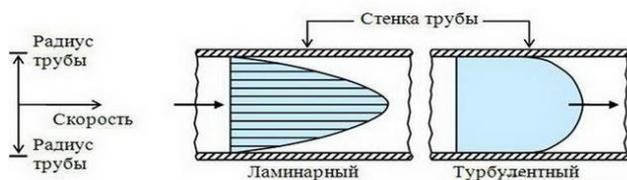
Классификация. В научной среде режимы течения жидкости и газов разделяют на два совершенно разных класса: ламинарные (струйные); турбулентные. Также различают переходную стадию. Термин «жидкость» имеет широкое значение: она может быть несжимаемой (это собственно жидкость), сжимаемой (газ), проводящей и т. д.

Ламинарное течение Отличие ламинарного течения от турбулентного состоит в характере и направлении водных (газовых) потоков. Они перемещаются слоями, не смешиваясь и без пульсаций. Другими словами, движение проходит равномерно, без беспорядочных скачков давления, направления и скорости. Ламинарное течение жидкости образуется, например, в узких кровеносных сосудах живых существ, капиллярах растений и в сопоставимых условиях, при течении очень вязких жидкостей (мазута по трубопроводу). Чтобы наглядно увидеть струйный поток, достаточно немного приоткрыть водопроводный кран – вода будет течь спокойно, равномерно, не смешиваясь. Если краник отвернуть до конца, давление в системе повысится и течение приобретет хаотичный характер.

Турбулентное течение. В отличие от ламинарного, в котором близлежащие частицы движутся по практически параллельным траекториям, турбулентное течение жидкости носит неупорядоченный характер. Если использовать подход Лагранжа, то траектории частиц могут произвольно пересекаться и вести себя достаточно непредсказуемо. Движения жидкостей и газов в этих условиях всегда нестационарные, причем параметры этих нестационарностей могут иметь весьма широкий диапазон. Как ламинарный режим течения газа переходит в турбулентный, можно отследить на примере струйки дыма горячей сигареты в неподвижном воздухе. Вначале частицы движутся практически параллельно по неизменяемым во времени траекториям. Дым кажется неподвижным. Потом в каком-то месте вдруг возникают крупные вихри, которые движутся совершенно хаотически. Эти вихри распадаются на более мелкие, те – на еще более мелкие и так далее. В конце концов, дым практически смешивается с окружающим воздухом.

При высоких значениях давления и очень высоких значениях потока газа средняя длина свободного пути молекул очень мала по сравнению с размерами трубопровода или вакуумного сосуда, так что поток газа ограничивается вязкостью газа. Поток газа при этих условиях называется вязкостным, а режим его течения может быть либо турбулентным, либо ламинарным.

При малой скорости потока в гладкой трубе (число Рейнольдса $Re < 2300$) режим движения жидкости ламинарный, а при высокой скорости ($Re > 10000$) – турбулентный



Когда скорость газа превышает определенные значения, течение становится турбулентным, слои газа перестают быть параллельными, их направление меняется под воздействием любого препятствия на их пути. В пространствах между слоями появляются области с более низким давлением. При более низких значениях скорости газа вязкостный поток становится ламинарным, т. е. слои потока газа являются параллельными, их скорость увеличивается в направлении от стенок к

оси трубопровода. По мере уменьшения давления средняя длина свободного пути молекул становится эквивалентной размерам сосуда, и поток регулируется сочетанием скорости и молекулярных взаимодействий. В этих условиях устанавливается промежуточный, молекулярно-вязкостный режим течения газа. По мере дальнейшего уменьшения давления средняя длина свободного пути молекул становится больше размеров сосуда, и поток зависит только от столкновений молекул со стенками сосуда; поэтому поток в таких условиях называется молекулярным.



Вывод. Несмотря на столетия изучения, нельзя сказать, что и ламинарное, и турбулентное течение досконально изучены. Экспериментальные исследования на микроуровне ставят новые вопросы, требующие аргументированного расчетного обоснования. Характер исследований носит и прикладную пользу: в мире проложены тысячи километров водо-, нефте-, газо-, продуктопроводов. Чем больше будет внедряться технических решений по уменьшению турбулентности при транспортировке, тем более эффективной она будет.

Практическая работа № 7. Исследование механических свойств твердых тел.

Цель работы: изучение теории механических свойств твёрдых тел, знакомство с различными видами деформаций.

Незакреплённое абсолютно твёрдое тело под действием внешней силы будет двигаться с ускорением в соответствии со вторым законом Ньютона. Закреплённое твёрдое тело под действием внешней силы будет деформироваться.

Твёрдыми называют тела, которые обладают постоянством формы и объёма. Кристаллические твёрдые тела имеют правильную геометрическую форму (кристаллическую решётку) и повторяющееся на протяжении всего кристалла расположение составляющих его частиц (атомов, ионов, молекул). Каждая частица в кристаллической решётке испытывает действие сил межмолекулярного взаимодействия (притяжения и отталкивания). Совместное действие этих сил приводит к тому, что частицы совершают колебания около средних положений равновесия, называемых узлами кристаллической решётки.

У металлов в узлах кристаллической решётки находятся положительные ионы, образовавшиеся после отрыва от атомов внешних (валентных) электронов, которые образуют электронный газ коллективизированных свободных частиц. Возникшая при этом *металлическая связь* является специфическим видом химической связи между ионами кристаллической решётки и электронным газом. За счёт электростатических сил электроны уравнивают силы отталкивания между положительными ионами. При расстояниях между ионами, равных периоду кристаллической решётки, образуется устойчивое состояние металлического кристалла.

Задание: перечислить виды деформации тел. Механические свойства твёрдых тел обусловлены их молекулярной структурой. Внешнее механическое воздействие на тело может приводить к изменению его формы и объёма, т.е. к деформации.

Деформация - изменение формы и размера твёрдого тела под действием внешних сил.

Различают два вида деформаций - упругую и пластическую.

Упругая деформация - деформация, сохраняющаяся после прекращения действия внешней силы.

Упруго деформируются резина, сталь, человеческое тело, кости и сухожилия.

Пластическая деформация - деформация, сохраняющаяся после прекращения действия внешней силы.

Пластичны свинец, алюминий, воск, пластилин, замазка, жевательная резинка.

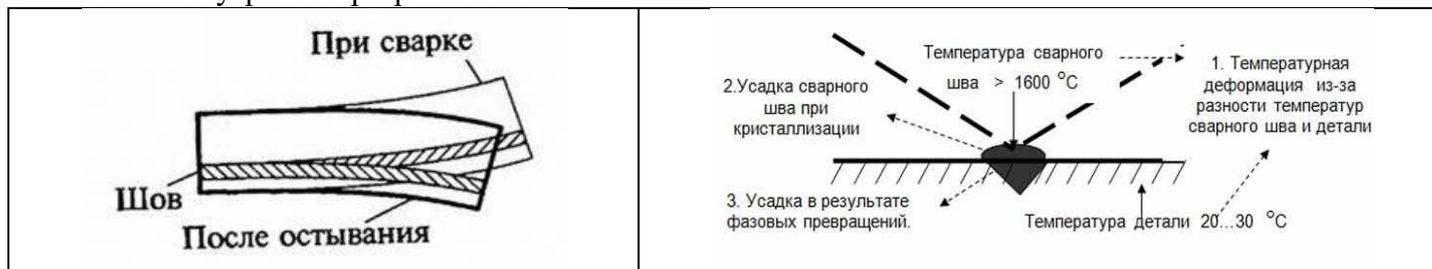
Упругая деформация.

Напряжения и деформации в сварочных соединениях

В процессе сварки участки соединяемых деталей, которые оказываются в зоне сварного шва и вокруг него, подвергаются интенсивному температурному воздействию: вначале быстро нагреваются до температур плавления, а затем почти с такой же интенсивностью остывают. Деформации и напряжения при сварке — неизбежное следствие таких процессов.

При сверхбыстром нагреве в любом металле происходят структурные изменения. Они вызваны тем, что составляющие микроструктуры любого металла имеют различные размеры зерна.

Основной причиной возникновения сварочных напряжений и деформаций является неравномерность свойств соединяемых деталей. Различают внутренние (остаточные) и поверхностные напряжения. Первые образуются в сваренных деталях при их охлаждении. Они вызывают коробление конструкций, а при повышенных параметрах твердости могут приводить к появлению внутренних разрывов в металле.



Задание:

1. Как определить наличие поверхностных напряжений и устранить их?
2. Перечислить деформации, возникающие в результате действия поверхностных напряжений.

(Наличие поверхностных напряжений выявляется легко по короблению элементов сварной конструкции, особенно в тонкостенных. Такие напряжения легко исправляются после сварки. Если такие напряжения превышают предел прочности металла, то на поверхности появляются трещины. Для малоответственных изделий их можно заварить, в остальных случаях сварка считается бракованной. Вероятность возникновения напряжений снижается, если сваривать металлы с примерно схожими физико-механическими свойствами. Более опасными считаются объёмные сварочные напряжения, поскольку их знак и абсолютное значение трудно оценить обычными методами). Следствием действия напряжений являются возникающие деформации при сварке. Они могут быть упругими и пластическими.

Упругие деформации возникают в результате действия поверхностных напряжений, когда линейные и объёмные параметры металла изменяются: увеличиваются в процессе сварки и уменьшаются при охлаждении зоны сварного шва. Пластические деформации — следствие необратимых изменений формы изделия под воздействием внутренних напряжений, превысивших предел прочности металла.



Практическая работа № 8. Плавление, кристаллизация или отвердевание.

Цель работы: определить физические основы плавления и кристаллизации металлов, фазовые и структурные превращения протекающие при сварке плавлением.

Плавление и кристаллизация

Кристаллизация - это процесс образования зерен (кристаллитов) металла при его охлаждении. Кристаллитом называют кристалл неправильной формы. Возникновение и рост кристаллитов при переходе металла из жидкого состояния в твердое называют первичной кристаллизацией. Преобразование первичных кристаллитов при охлаждении затвердевшего металла, структурные превращения в нем, называют вторичной кристаллизацией.

Несмотря на различие физических процессов, лежащих в основе того или иного способа поверхностного упрочнения металлов (плазменного, лазерного, электронно-лучевого и т.д.), для всех характерна общая особенность - фазовые и структурные превращения протекают в условиях далеких от равновесия. Рассмотрим физические причины, позволяющие использовать сверхскоростной нагрев при термической обработке металлов.

Сварка плавлением

При сварке происходит ряд достаточно сложных физико-химических процессов, определяющих качество сварного соединения.

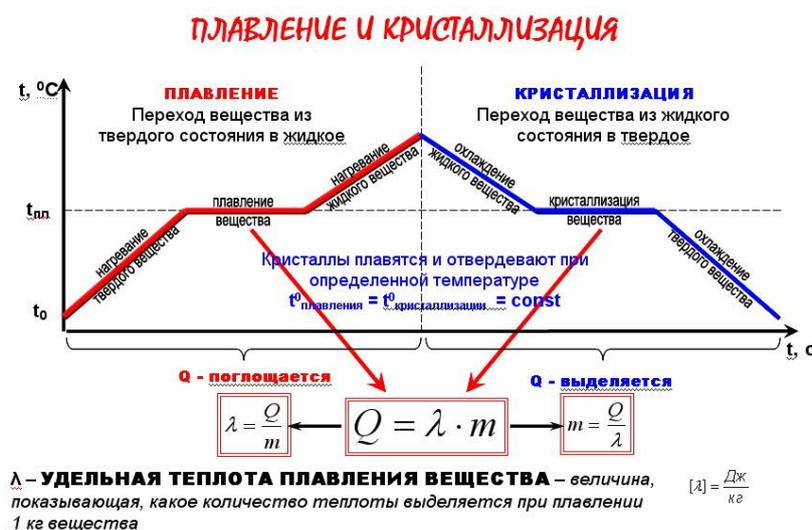
Под физическими понимают процессы, которые не меняют строения элементарных частиц и не приводят к изменению химических свойств основного металла. К таким процессам относятся: прохождение электрического тока и тепловые колебания кристаллической решетки; переход основного и электродного вещества из твердого состояния в жидкое (плавление), перемешивание их между собой, кристаллизация металла в зоне сварочной ванны; напряжения и деформации, возникающие в кристаллической решетке сварочного шва и прилегающей к нему зоны основного металла.

В процессе сварки металл плавится, образуя сварочную ванну, а затем затвердевает в виде сварного шва. В зоне сварки происходит взаимодействие жидкого металла с окружающей средой (шлаком и газом).

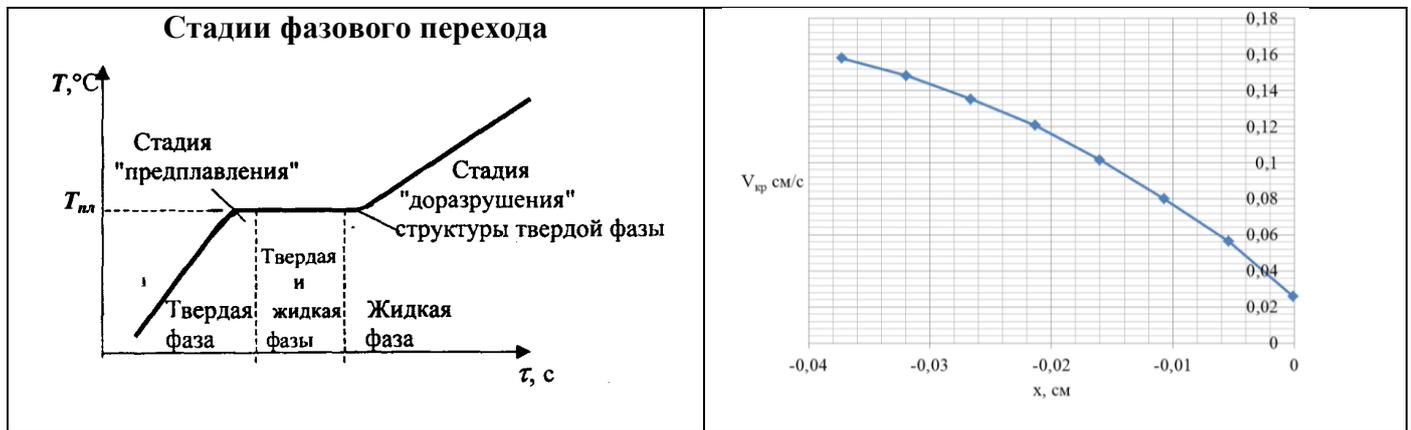
Сварка плавлением — это процесс соединения двух деталей или заготовок в результате кристаллизации общей сварочной ванны, полученной расплавлением соединяемых кромок. Этот процесс наиболее распространен в сварочной технике.

Источник энергии при сварке плавлением должен быть большой мощности, высокой сосредоточенности, т. е. концентрировать выделяющуюся энергию на малой площади сварочной ванны и успевать расплавлять все новые и новые порции металла, обеспечивая этим определенную скорость сварки.

Из всех источников энергии, применяемых при сварке плавлением, наибольшей плотностью энергии обладает электронный луч (10^9 Вт/см²).



Однако наиболее широкое применение в качестве источников энергии для сварки плавлением получил дуговой электрический разряд, или электрическая дуга.



Определим скорость роста кристаллитов $v_{кр}$ в функции расстояния от оси шва, воспользовавшись формулой $v_{кр} = v_{св} \cos \alpha$

Два простых эксперимента наглядно демонстрируют фазовые превращения в железе.

Эксперимент №1. Нагреть железный пруток до температуры выше $770\text{ }^\circ\text{C}$ и подвесить его охлаждаться на воздухе. Поднести к прутку магнит. Когда температура достигнет $770\text{ }^\circ\text{C}$, горячий пруток начнет притягиваться к магниту. Как показывает диаграмма на рисунке 4 феррит (альфа-железо) является магнитным только ниже $770\text{ }^\circ\text{C}$, аустенит (гамма-железо) никогда не бывает магнитным.

Эксперимент №2. Железную проволоку натянуть горизонтально между двумя электрическими изоляторами на расстоянии около 1 м. Подвесить небольшой груз в центре проволоки. Пропустить через проволоку электрический ток так, чтобы нагреть проволоку выше $912\text{ }^\circ\text{C}$ – до оранжево-желтого цвета. Поднимать напряжение нужно медленно с помощью источника тока с переменной мощностью. Когда проволока нагреется, она удлинится и груз немного опустится. После этого нужно отключить от проволоки напряжение и наблюдать ее охлаждение в затемненной комнате. При достижении проволокой температуры $912\text{ }^\circ\text{C}$ можно наблюдать два явления:

- 1) Когда проволока будет охлаждаться, будет происходить уменьшение ее длины, и грузик начнет подниматься. Однако при $912\text{ }^\circ\text{C}$ будет наблюдаться временное опускание груза: как раз в то время, когда аустенит перейдет в феррит с меньшей плотностью и от этого проволока немного удлинится.
- 2) Тепло, которое выделяется при превращении аустенита в феррит, будет приводить к видимому мерцанию цвета нагретой проволоки.

Оба эти явления можно наблюдать в обратном порядке и при нагреве, но в этом случае они не так хорошо видны из-за трудности быстрого нагрева проволоки.

Практическая работа № 9. Изучение деформации растяжения.

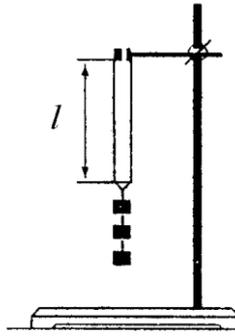
Цель работы: экспериментально проверить закон Гука и определить модуль упругости резины, построить диаграмму растяжения и определить область пластических деформаций и пределы упругости прочности.

Приборы и материалы: резиновый шнур длиной 20...30 см; набор разновесов по 100 г; линейка измерительная; штатив универсальный; штангенциркуль.

Ход работы:

1. Штангенциркулем измерьте ширину h и толщину d поперечного сечения резинового шнура и вычислите его площадь по формуле: $S = hd$.
2. Закрепите свободный конец резинового шнура в штативе и измеряйте с помощью линейки его начальную длину от нижнего края лапки штатива до места крепления груза
3. Подвешивая к нижней петле по очереди грузики, измеряйте каждый раз новую длину резинового шнура. Рассчитайте абсолютное удлинение полоски по формуле
4. Определите приложенную силу $F = mg$, де $g = 9.8\text{ м/с}^2$.
5. Результаты запишите в таблицу:

№ опыта	1	2	3	4	5
F					



Цель работы – исследовать зависимость удлинения стальной проволоки от приложенной нагрузки, определить модуль продольной упругости.

Приборы и принадлежности: перекладина с укрепленной на ней проволокой, набор грузов, индикатор, микрометр.

Общие положения

Под воздействием внешних сил твердые тела деформируются, т.е. изменяют свои размеры и форму. Если после прекращения действия внешних сил первоначальные форма и размеры тела восстанавливаются, то деформация называется упругой. Если первоначальные размеры и форма не восстанавливаются, то деформация называется пластической (неупругой).

Однородные стержни ведут себя при растяжении подобно пружине. Деформация приводит к возникновению в стержне упругих сил.

Если деформация однородная, то силы равномерно распределены по поверхности поперечного сечения S . Величина $\sigma = \frac{F}{S}$ (1)

определяет упругую силу, действующую на единицу площади поперечного сечения, перпендикулярного к направлению силы. Она называется нормальным механическим напряжением.

Мерой деформации при растяжении (сжатии) является относительное удлинение

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2)$$

где $\Delta l = l - l_0$ – абсолютное удлинение; l_0 – первоначальная длина.

По закону Гука в пределах упругой деформации нормальное напряжение прямо пропорционально относительному удлинению: $\sigma = E\varepsilon$, (3)

где E – коэффициент пропорциональности, называемый модулем продольной упругости (модулем Юнга) материала образца. Он характеризует упругие свойства вещества, зависит от материала образца. Модуль Юнга равен такому нормальному напряжению, при котором относительное удлинение было бы равно единице (т.е. абсолютное удлинение l равнялось бы первоначальной длине l_0 стержня), если бы столь большие упругие деформации были возможны. В действительности, например, железные стержни разрушаются при σ , равных примерно $0,002E$.

Из анализа формулы (4) следует, что абсолютное удлинение l должно быть пропорционально нагрузке P , что является подтверждением справедливости закона Гука. Используя соотношение (4),

получим формулу для расчета модуля Юнга. Площадь поперечного сечения проволоки $S = \frac{\pi d^2}{4}$ (5)

где d – диаметр проволоки. Подставим (5) в (4), получим: $E = \frac{4Pl_0}{\pi d^2}$ (6).

Задание: построить диаграмму растяжения и определить область пластических деформаций и пределы упругости прочности.



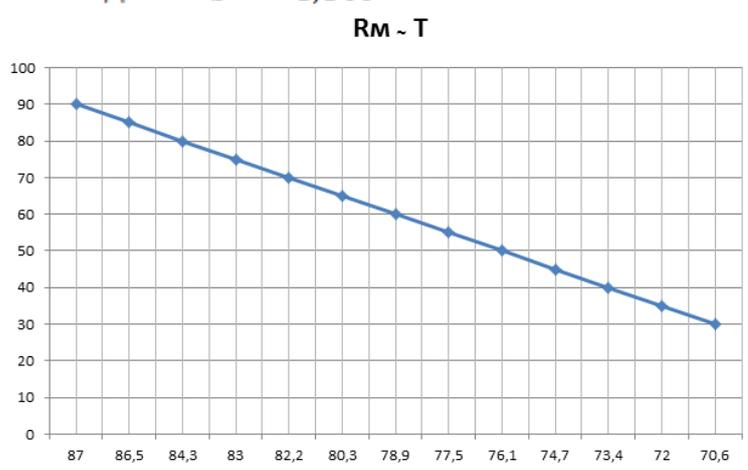
Практическая работа № 10. Зависимость электрического сопротивления металлов от температуры.

Цель данной работы состоит в экспериментальном изучении зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры и в измерении температурных коэффициентов сопротивления.

С точки зрения способности проводить электрический ток все вещества делятся на три класса: проводники, полупроводники и диэлектрики (изоляторы). Электрическое сопротивление полупроводников занимает промежуточное значение между сопротивлением металлов и диэлектриков. Удельная электропроводность (или просто проводимость) металлов (σ) имеет порядок ($10^8 \dots 10^6$) $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$, диэлектриков ($10^{15} \dots 10^{18}$) $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ полупроводников ($10^2 \dots 10^{11}$) $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Удельное сопротивление проводников зависит от проводимости: $\rho = \frac{1}{\sigma}$. Для металлов удельные сопротивления имеют значения порядка $10^7 \dots 10^8$ $\text{Ом} \cdot \text{м}$.

Аналитический метод. $a = -391,01$ $b = 5,544$ $\Delta b = 0,0491$

$$\Delta E = 2ka = 1,07 * 10^{-24} \text{ Дж} \quad \alpha = \frac{a}{b} = -\frac{391,01}{5,544} = -70$$



Графики зависимости сопротивления магния от температуры.

На баллоне электрической лампы написано 220 В, 100 Вт. Для измерения сопротивления нити накала в холодном состоянии на лампу подали напряжение 2 В, при этом сила тока была 54 мА. Найти приблизительно температуру накала вольфрамовой нити

Решения задач:

$$1. \quad R = R_0(1 + \alpha t) = 4 \text{ Ом} \left(1 + 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{К}} \cdot 50 \text{ К} \right) = 4,86 \text{ Ом}$$

$$2. \quad R = R_0(1 + \alpha t); 1 + \alpha t = \frac{R}{R_0} = 2; \alpha t = 1; t = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0,004} \text{ град} = 250 \text{ град.}$$

(№864)

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{\frac{1}{R_0} - \frac{1}{R}}{\frac{1}{R_0}} = \zeta \frac{R - R_0}{R} = \frac{\alpha(t - 0^\circ \text{C})}{1 + 0,0043 \frac{1}{\text{К}} \cdot 30^\circ \text{C}} = \frac{0,0043^\circ \text{C}^{-1} (30^\circ \text{C} - 0^\circ \text{C})}{1 + 0,0043 \frac{1}{\text{К}} \cdot 30^\circ \text{C}} = 11$$

$$P_0 = \frac{U^2}{R_0}; P = \frac{U^2}{R}; \zeta$$

3. (№868)

Ответ: уменьшится на 11%

$$4. \quad 1 + \alpha t = \frac{R}{R_0}; R_0 = \frac{2 \text{ В}}{0,054 \text{ А}} = 37 \text{ Ом}; R = \frac{U^2}{P} = \frac{48400}{100} \text{ Ом} = 484 \text{ Ом}$$

(№869)

$$1 + \alpha t = \frac{R}{R_0} = \frac{484}{37} = 13; \alpha t = 12; t = \frac{12}{0,0048} = 2500 \text{ град}$$

В ходе работы была изучена зависимость сопротивлений проводников и полупроводников от температуры. Построив график, можно утверждать, что эта зависимость линейная и описывается уравнением:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t)$$

Практическая работа № 11. Расчет значений силы тока и напряжения на элементах цепи переменного тока. Исследование принципа действия трансформатора.

Цель: изучить зависимость индуктивного сопротивления от частоты переменного тока и параметров элементов.

Оборудование: источник тока, катушка индуктивности, генератор, резистор, вольтметр, амперметр, соединительные провода.

Катушка в цепи переменного тока

Рассмотрим, что происходит в цепи, содержащей резистор и катушку индуктивности. Колебания силы тока, протекающего через катушку:

$$i = I_m \cdot \cos \omega t$$

вызывают падение напряжения на концах катушки в соответствии с законом самоиндукции и правилом Ленца:

$$u_L = L \frac{di}{dt} = -L \omega I_m \sin(\omega t) = \omega L I_m \cos(\omega t + \pi/2)$$

т.е. колебания напряжения опережают по фазе колебания силы тока на $\pi/2$. Произведение $\omega L I_m$ является амплитудой колебания напряжения:

$$U_L = \omega L I_m$$

Произведение циклической частоты на индуктивность называют *индуктивным сопротивлением* катушки:

$$X_L = \omega L \quad (1)$$

Амплитуды напряжения и тока на катушке совпадают по форме с законом Ома для участка цепи постоянного тока:

$$U_L = X_L I_m \quad (2)$$

Как видно из выражения (1), индуктивное сопротивление не является постоянной величиной для данной катушки, а пропорционально частоте переменного тока через катушку. Поэтому амплитуда колебаний силы тока I_m в проводнике с индуктивностью L при постоянной амплитуде U_L напряжения убывает обратно пропорционально частоте переменного тока:

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L}$$

1. Соберите цепь, показанную на рисунке 11.1. 2. Установите следующие значения параметров: Генератор – напряжение (эффективное) 100 В, частота 100 Гц; Катушка - индуктивность 50 мГн; Резистор – рабочая мощность 500 Вт, сопротивление 100 Ом. Рассчитайте эффективное значение токов, текущих в цепи, в зависимости от значения индуктивности катушки (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление).
2. Определите индуктивные сопротивления катушки для соответствующих значений ее индуктивности и сравните их с рассчитанными по формуле (1).
3. Установите индуктивность катушки 100 мГн. Изменяя частоту генератора от 20 до 100 Гц через 10 Гц, повторите измерения и расчеты индуктивного сопротивления в зависимости от частоты переменного тока.

Принцип действия трансформатора

Трансформатор преобразует переменный ток одного напряжения при неизменной частоте.

Трансформатор состоит: из замкнутого сердечника, изготовленного из специальной листовой трансформаторной стали.

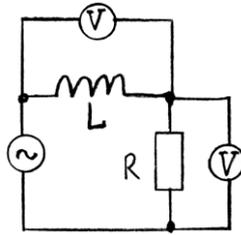


Рис. 11.1

На нем располагаются две катушки с различным числом витков из медной проволоки. Одна из обмоток, называется первичной, она подключается к источнику переменного напряжения. Устройства, потребляющие электроэнергию, подключаются к вторичной обмотке, их может быть несколько.

Принцип действия основан на законе электромагнитной индукции. При прохождении переменного тока по первичной обмотке в сердечнике возникает переменный магнитный поток, который возбуждает ЭДС индукции в каждой обмотке. Магнитное поле концентрируется внутри сердечника и одинаково во всех его сечениях. Мгновенное значение индукции ε_i в любом витке и первичной, и вторичной обмоток одинаково: $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$

Практически вся энергия тока, проходящего по первичной обмотке трансформатора, превращается в энергию индукционного тока, возникающего во вторичной обмотке. Поскольку каждый виток первичной и вторичной обмоток пронизывает один и тот же магнитный поток, то в них возникают одинаковые ЭДС, равные по закону Фарадея для электромагнитной индукции, то:

$$e_1 = e_2 = - \Phi'$$

ЭДС E_1 и E_2 действующие во всей первичной или вторичной обмотках, равны произведению ЭДС в одном витке e_1 или e_2 на число витков в обмотке N_1 и N_2

$$E_1 = e_1 \cdot N_1 \qquad E_2 = e_2 \cdot N_2$$

Вывод: ЭДС, действующие в обмотках, прямо пропорциональны числу витков в них.

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Сила тока в первичной обмотке трансформатора во столько раз больше силы тока во вторичной обмотке, во сколько раз напряжение в ней больше напряжения в первичной обмотке:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1}$$

Если пренебречь падением напряжения на сопротивлениях обмоток, когда сопротивления малы, то можно записать отношение и для напряжений на обмотках трансформатора

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Работа трансформатора на холостом ходу

Если первичную обмотку подключить к источнику переменного напряжения, а вторичную оставить разомкнутой, (этот режим трансформатора называют холостым ходом), то тока в ней не будет, а в первичной обмотке появится слабый ток, создающий в сердечнике переменный магнитный поток. Этот поток наводит в каждом витке обмоток одинаковую ЭДС, поэтому ЭДС индукции в каждой обмотке будет прямо пропорциональна числу витков в этой обмотке.

$$\varepsilon \sim N$$

При разомкнутой вторичной обмотке напряжение на ее зажимах U_2 будет равно наводимой в ней ЭДС ε_2 . $U_2 \approx \varepsilon_2$

В первичной обмотке ЭДС ε_1 по числовому значению мало отличается от подводимого к этой обмотке напряжения U_1 , практически их можно считать равными. $U_1 \approx \varepsilon_1$

Величина, показывающая, во сколько раз данный трансформатор изменяет напряжение переменного тока, называется **коэффициентом трансформации**.

При подаче на первичную обмотку трансформатора какого-либо напряжения U_1 на вторичной обмотке мы получаем на выходе U_2 . Оно будет больше первичного, если обмотка содержит больше витков, чем первичная.

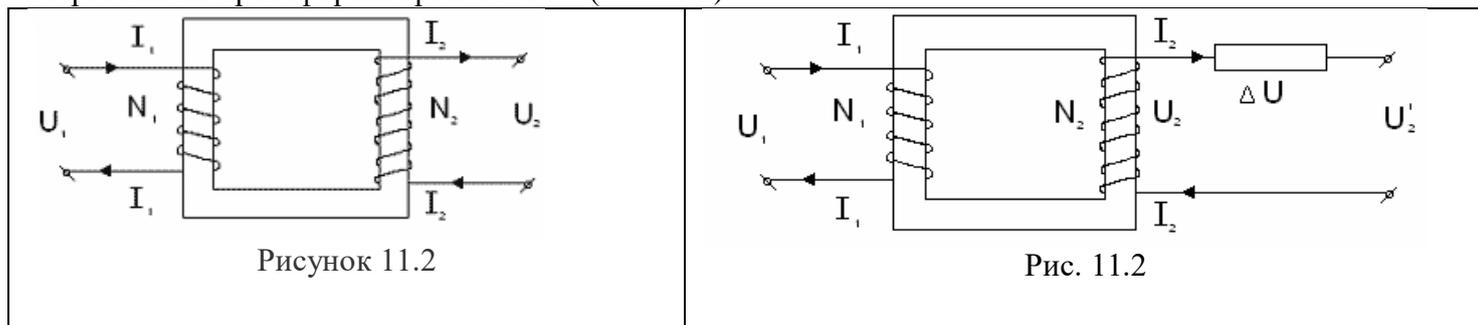
Итак, если $N_2 > N_1$, то $U_2 > U_1$, коэффициент трансформации $k < 1$ и трансформатор называется **повышающим**.

Если $N_2 < N_1$ и $U_2 < U_1$, то $k > 1$ и трансформатор называется **понижающим**.

Эти формулы справедливы, если ни первичная, ни вторичная обмотки не содержат активного сопротивления R . Первичная обмотка, как правило, не содержит такого сопротивления, а вторичная обмотка может его содержать. Если она все же не содержит сопротивления или им можно пренебречь, то напряжение на выходе такой обмотки равно напряжению U_2 .

Работа трансформатора с нагрузкой

Если во вторичную цепь трансформатора включить нагрузку, то во вторичной обмотке возникает ток. Этот ток создает магнитный поток, который согласно правилу Ленца, должен уменьшить изменение магнитного потока в сердечнике, что в свою очередь, приведет к уменьшению ЭДС индукции в первичной обмотке, поэтому ток в первичной обмотке должен возрасти, восстанавливая начальное изменение магнитного потока. При этом увеличивается мощность, потребляемая трансформатором от сети. (Рис.11.2).



1. Рассмотрите устройство трансформатора. Определите первичную обмотку (клеммы с надписью: 36 или 42 В) и две вторичных клеммы 2,2 В и 4,4 В)
2. Начертите электрическую схему трансформатора.
3. Подсоедините электрическую лампочку к вторичной обмотке трансформатора
4. Измерьте напряжение на первичной и вторичной обмотках
5. Рассчитайте коэффициент трансформатора, определите вид трансформатора

Бланк отчёта

Измерено		Табличные данные		Вычислено		
$U_1, В$	$U_2, В$	$\Delta_n U, В$	$\Delta_0 U, В$	$\Delta U, В$	$\delta_{U, \%}$	K

Практическая работа №12. Расчёт активной и реактивной мощности.

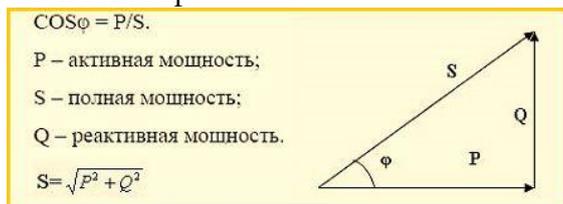
Цель: рассмотреть величины, характеризующие процесс преобразования электрической энергии при работе сварочного аппарата; влияние реактивной мощности на обмен энергией между источниками и реактивными элементами цепи.

В электротехнике среди множества определений довольно часто используются такие понятия, как активная, реактивная и полная мощность. Эти параметры напрямую связаны с током и напряжением в замкнутой электрической цепи, когда включены какие-либо потребители. Для проведения вычислений применяются различные формулы, среди которых основной является произведение напряжения и силы тока. Прежде всего, это касается постоянного напряжения. Однако в цепях переменного тока мощность разделяется на несколько составляющих, отмеченных выше. Вычисление каждой из них также осуществляется с помощью формул, благодаря которым можно получить точные результаты.

Формулы активной, реактивной и полной мощности

Основной составляющей считается активная мощность. Она представляет собой величину, характеризующую процесс преобразования электрической энергии в другие виды энергии. То есть по-другому является скоростью, с какой потребляется электроэнергия. Именно это значение

отображается на электросчетчике и оплачивается потребителями. **Вычисление активной мощности выполняется по формуле:** $P = U \times I \times \cos\phi$.



В отличие от активной, которая относится к той энергии, которая непосредственно потребляется электроприборами и преобразуется в другие виды энергии – тепловую, световую, механическую и т.д., реактивная мощность является своеобразным невидимым помощником. С ее участием создаются электромагнитные поля, потребляемые электродвигателями. Прежде всего она определяет характер нагрузки, и может не только генерироваться, но и потребляться. **Расчеты реактивной мощности производятся по формуле:** $Q = U_x \cdot I_x \cdot \sin\phi$.

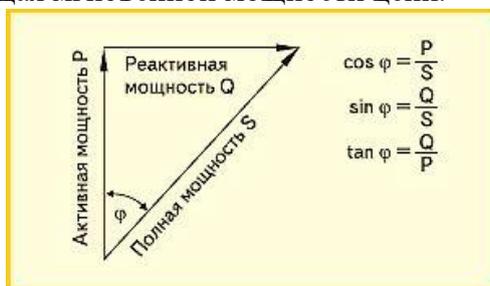
Полной мощностью является величина, состоящая из активной и реактивной составляющих. Именно она обеспечивает потребителям необходимое количество электроэнергии и поддерживает их в рабочем состоянии. Для ее расчетов применяется формула: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$.

Задание: Как найти активную, реактивную и полную мощность?

Активная мощность относится к энергии, которая необратимо расходуется источником за единицу времени для выполнения потребителем какой-либо полезной работы. В процессе потребления она преобразуется в другие виды энергии.

В цепи переменного тока значение активной мощности определяется, как средний показатель мгновенной мощности за установленный период времени. Следовательно, среднее значение за этот период будет зависеть от угла сдвига фаз между током и напряжением и не будет равной нулю, при условии присутствия на данном участке цепи активного сопротивления. Последний фактор и определяет название активной мощности. Именно через активное сопротивление электроэнергия необратимо преобразуется в другие виды энергии.

При выполнении расчетов электрических цепей широко используется понятие реактивной мощности. С её участием происходят такие процессы, как обмен энергией между источниками и реактивными элементами цепи. Данный параметр численно будет равен амплитуде, которой обладает переменная составляющая мгновенной мощности цепи.



Существует определенная зависимость реактивной мощности от знака угла ϕ , изображенного на рисунке. В связи с этим, она будет иметь положительное или отрицательное значение. В отличие от активной мощности, измеряемой в ваттах, реактивная мощность измеряется в вар – вольт-амперах реактивных. Итоговое значение реактивной мощности в разветвленных электрических цепях представляет собой алгебраическую сумму таких же мощностей у каждого элемента цепи с учетом их индивидуальных характеристик.

Для расчета методом эффективных нагрузок предварительно распределяют машины дуговой сварки по фазам АВ, ВС, СА таким образом, чтобы получить наиболее равномерную нагрузку. Считается, что нагрузка распределена равномерно, если $\Sigma P_{\text{ном}}$, остающееся не распределённой, не превышает 15 % общей нагрузки узла системы.

СВАРОЧНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ И РЕГУЛЯТОРЫ

Сварочные агрегаты применяются в различных отраслях отечественного производства, главным образом при строительстве и монтаже всевозможных объектов.

При электродуговой и электрошлаковой сварке основным потребителем электрической энергии является дуговой разряд, представляющий собой мощное сосредоточение источника тепла.

Источником электрической энергии при этом служит сварочный трансформатор, к которому подключаются электроды. Сварочные трансформаторы состоят из трансформатора и регулирующего устройства (реактора), служащего для регулирования тока на вторичной стороне трансформатора. Сварочный ток регулируется за счет изменения индуктивного сопротивления реактора (изменяется воздушный зазор магнитопровода). При увеличении воздушного зазора реактивное сопротивление уменьшается и растет сварочный ток.

Среди различных аппаратов для электродуговой сварки выделяются устройства, способные не только повышать силу тока, необходимую для плавления кромок металлов, но и выравнять переменную частоту напряжения до постоянного значения. Это позволяет лучше формировать швы, уменьшает разбрызгивание жидкого металла, и дает более прочное соединение. Называется такой агрегат — сварочный выпрямитель. Как он устроен и за счет чего происходит преобразование тока?

Вопрос: Какие разновидности аппаратов существуют?

Сварочные выпрямители являются устройствами для преобразования напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока для получения сварочной дуги.

Назначение сварочного выпрямителя состоит в преобразовании переменного тока сети (однофазной или трехфазной) с частотой 50Гц и напряжением 220/380В на постоянный ток, питающий сварочную дугу между электродом и свариваемой деталью.

Сварка на постоянном токе имеет преимущества по сравнению со сваркой на переменном токе: повышается стабильность горения дуги из-за отсутствия нулевых значений сварочного тока, увеличивается глубина проплавления свариваемого металла, снижается разбрызгивание металла, повышается прочность металла шва и снижается количество дефектов шва. Поэтому сварку ответственных соединений лучше выполнять на постоянном токе. Элементами сварочного выпрямителя являются силовой трансформатор, выпрямительный блок на полупроводниковых приборах, устройства пуска, регулирования, защиты, измерения, охлаждения.

Элементами сварочного выпрямителя являются силовой трансформатор, выпрямительный блок на полупроводниковых приборах, устройства пуска, регулирования, защиты, измерения, охлаждения.

В сварочных выпрямителях желательнее применение трехфазного тока, при котором меньше пульсации выпрямленного напряжения.

Сварочный выпрямитель — это аппарат, состоящий из нескольких блоков, в которых входящее напряжение понижается и преобразовывается. Одновременно увеличивается величина тока. В результате, на выходе получается постоянный ток достаточной силы, чтобы производить сварку стали и цветных металлов.



Преимущества использования.

Эксплуатация выпрямителей в производстве при сварочных процессах дает несколько преимуществ перед обычными трансформаторами:

- более стабильное горение дуги;
- малое количество брызг расплавленного присадочного и основного металла;
- ровная поверхность шва с мелким чешуйчатым рисунком;
- лучшая свариваемость цветных и легированных металлов;
- экономия расходных материалов.

Практическая работа №13. Выявление характерных особенностей излучений. Составление сравнительной таблицы

Цель: определить излучения, возникающие при сварочных работах, выяснить их физическую природу.

Излучение сварочной дуги

Известно, что от дуги идет сильное излучение. Одной вспышки достаточно, что бы в глазах появилось ощущения шершавого песка. Однако не многие знают, что реальное излучение многократно выше, чем мы можем видеть. Дело в том, что около 70% лучевой энергии выделяется в виде ультрафиолета. 15% в виде инфракрасного излучения, это все не видимые для человеческого глаза лучи и только 15% в виде видимого света. Спектр излучения дуги Вы можете найти в графике ниже. Рассмотрим сварочный ультрафиолет. Его спектр имеет 3 составляющих. Короткий средневолновый и длинный ультрафиолет. С длинным ультрафиолетом живые организмы на земле научились сосуществовать. По-другому дело обстоит со средним и коротковолновым излучением. От этого крайне опасного космического излучения нас спасает озоновый слой. При сварке от средне и коротковолнового ультрафиолета может спасти только правильно подобранные средства защиты. Это крайне опасное излучение для кожи и глаз. К сожалению не все средства защиты выдерживают это испытание. Данный ультрафиолет имеет глубокую проникающую способность и способен проникать сквозь индивидуальные средства защиты. Опытные сварщики знают, что после долгой работы в паранитовой маске лицо краснеет. Это значит, что этот корпус маски не защищает лицо сварщика от коротковолнового ультрафиолета. У производителей масок имеется понятие, тон пропускания ультрафиолета корпуса маски. Это тон для высококачественных масок варьируется в пределах 13-16 DIN. К сожалению эти характеристики не принято показывать. Сварочное стекло и самозатемняющийся картридж, тоже должен иметь защиту от ультрафиолета.

Инфракрасное излучение не столь опасно как ультрафиолетовое, но оно может привести к головной боли и преждевременному переутомлению. Инфракрасное излучение не столь опасно как ультрафиолетовое, но оно может привести к головной боли и преждевременному переутомлению. Как результат к большей вероятности брака и производственного травматизма.

Задание: определить методы контроля и определить физические основы метода каждого метода.

По источникам ионизирующих излучений радиационные методы контроля различают на:

- рентгеновские - генерирующие рентгеновское излучение;
- гамма методы - при которых генерируются радиоизотопными источниками гамма излучения;
- методы, в которых применяют специальные ускорители электронов для получения рентгеновского излучения большой мощности.

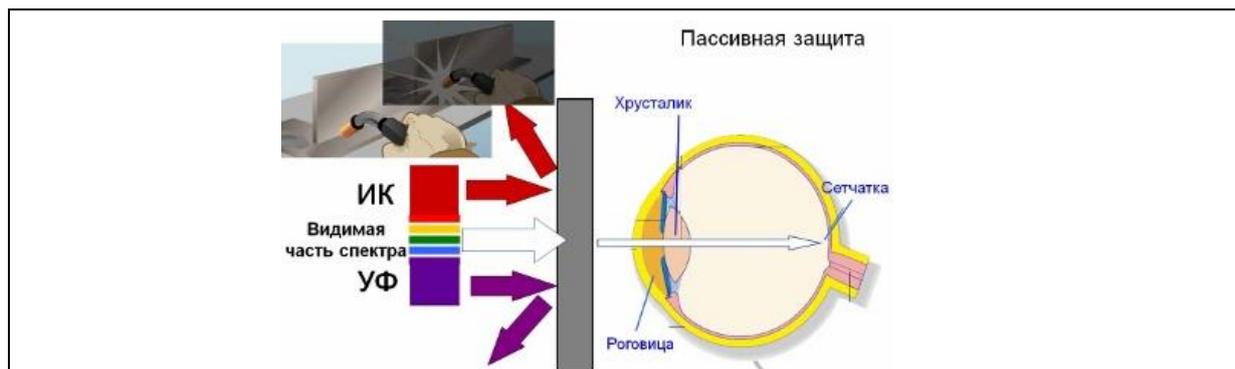
Имеются и другие источники ионизирующих излучений, которые не нашли широкого применения в дефектоскопии.

Физические основы метода

Рентгеновское и гамма-излучения (γ -излучений) относят к ионизирующим излучениям, которые при прохождении через вещество ионизируют его молекулы и атомы. Ионизирующее излучение имеет электромагнитную природу. Длина волн рентгеновских лучей составляет: $6 \cdot (10^{-13} \dots 10^{-9})$ мм, - излучений $10^{-13} \dots 4 \cdot 10^{-9}$ мм.

Обладая большой энергией, рентгеновское и -излучение легко проникают через металл, теряя при этом часть энергии в зависимости от толщины и плотности этого металла.

Рентгеновские лучи возникают тогда, когда поток быстролетающих электронов встречает на своем пути материю. При резком торможении часть энергии летящих электронов переходит в энергию рентгеновских лучей. Все эти процессы осуществляются в специальных вакуумных приборах, называемых рентгеновскими трубками.





Характеристика основных видов ионизирующего излучения

Излучение	Вид излучения	Масса (а.е.м.)	Заряд	Защитные материалы
Альфа	Частица	4	+2	Бумага, кожа, одежда
Бета	Частица	1/1836	-1 +1	Пластмасса, стекло, легкие металлы.
Гамма, рентгеновское	Электромагнитная волна	0	0	Тяжелые металлы, бетон, грунт.
Нейтрон	Частица	1	0	Для замедления быстрых нейтронов: вода, парафин, бетон, пластмассы; для поглощения тепловых нейтронов: бораль, борная сталь, борный графит, сплав кадмия со свинцом

Задание: Дополнить применение видов излучения в сварочном производстве

Виды излучений	Длина волны	Скорость распространения в вакууме	Получение	Регистрация	Характеристика, свойства	Применение
Инфракрасное излучение	0,1 м – 770 нм (3×10^{12} – 4×10^{14} Гц)	$c = 3 \times 10^8$	Электрический камин	Болометр, Фотозлемент, термостолбик	Отражение, Преломление, Дифракция, Поляризация	Приготовление пищи, Нагревание, сушка, Тепловое фотокопирование
Видимый свет	770 – 380 нм (4×10^{14} – 8×10^{14} Гц)	$c = 3 \times 10^8$	Лампа накаливания, Молнии, Пламя	Спектрограф, Болометр	Отражение, Преломление, Дифракция, Поляризация	Наблюдение за видимым миром, Преимущественно путем отражения
Ультрафиолетовое излучение	380 – 5 нм (8×10^{14} – 6×10^{16} Гц)	$c = 3 \times 10^8$	Разрядная трубка, углеродная Дуга	Фотозлемент, Люминесценция, болометр	Фотохимическое	Лечение заболеваний кожи, уничтожение бактерий, сторожевые устройства
Рентгеновское излучение	5 нм – 10^{-2} нм (6×10^{16} – 3×10^{19} Гц)	$c = 3 \times 10^8$	Рентгеновская трубка	Фотопластинка	Проникающая способность, Дифракция	Рентгенография, радиология, обнаружение подделок произведений искусства
γ -излучение	5×10^{-11} – 10^{-15} м	$c = 3 \times 10^8$	Циклотрон, Кобальт - 60	Трубка Гейгера	Порождаются космическими объектами	Стерилизация, Медицина, лечение рака

Практическая работа № 14. Контроль сварных швов на проницаемость, прочие методы (проверка с использованием вихревых токов и т.п.).

Цель работы: определить физические свойства методов контроля и их практическое применение.

Классификация видов сварки

Сварка классифицируется в первую очередь по физическому признаку – форме энергии, используемой для образования сварного соединения. Для сварки используют три формы энергии: термическую, термомеханическую и механическую, и аналогично этому называют классы сварки. Электрическую сварку плавлением в зависимости от характера источников нагрева и расплавления свариваемых кромок можно разделить на следующие **основные виды сварки**.

Задание: Для каждого вида сварки определите источник тепла

Виды сварки	Источник нагрева
1.электрическая дуговая	<i>источником тепла является электрическая дуга</i>
2. электрошлаковая	<i>основным источником теплоты является расплавленный шлак, через который протекает электрический ток</i>
3.электронно-лучевая	<i>нагрев и расплавление кромок соединяемых деталей производят направленным потоком электронов, излучаемых раскалённым катодом</i>
4. лазерная	<i>нагрев и расплавление кромок соединяемых деталей производят направленным сфокусированным мощным световым лучом микрочастиц-фотонов</i>

Электродуговая сварка

Электрический разряд образуется при напряжении 20 – 30В, сила тока 80А. В начальный момент, для возбуждения дуги необходимо несколько большее напряжение, чем при ее последующем горении. Чем это объяснить?

При возбуждении дуги воздушный зазор недостаточно нагрет, степень ионизации невысокая и необходимо напряжение, способное сообщить электронам такую энергию, чтобы произошла ионизация газового промежутка.

Электропроводность повышается за счет нагревания. При сварке на постоянном токе источниками питания служат сварочные преобразователи,

При электрической дуговой сварке основная часть теплоты, необходимая для нагрева и плавления металла, получается за счет дугового разряда, возникающего между свариваемым металлом и электродом. Под действием теплоты дуги кромки свариваемых деталей и торец плавящегося электрода расплавляются, образуя сварочную ванну, которая некоторое время находится в расплавленном состоянии. При затвердевании металла образуется сварное соединение. Энергия, необходимая для образования и поддержания дугового разряда, получается от источников питания дуги постоянного или переменного тока. Дуга, представляющая вид электрического разряда в газах, является весьма высокотемпературным источником тепла. Температура столба дуги превышает 5000°С; максимальная температура катода при металлических электродах близка к температуре кипения металлов, из которых сделаны электроды; температура анода, как правило, выше. Тепловая мощность дуги легко регулируется изменением тока. Эти особенности дуги позволяют применять дуговую электросварку для соединения разнообразных материалов металлов и их сплавов, стекла, фарфора, некоторых пластмасс, различных минералов и др. Наибольшее распространение в промышленности получила дуговая электросварка металлов и их сплавов.

Сварка трением

Сварка трением является разновидностью сварки давлением, при которой неразъемное соединение образуется в твердой фазе в результате совместной пластической деформации свариваемых металлов. От других видов сварки давлением она отличается только источником нагрева. Суть процесса сводится к тому, что поджатые усилием торцы двух свариваемых деталей приводятся в относительное движение. В результате работы сил трения в тонких приповерхностных слоях деталей генерируется тепло, количества которого достаточно для нагрева металла до пластического состояния. После прекращения относительного движения под действием приложенного усилия происходит образование сварного соединения при совместной пластической деформации приконтактных объемов металла. При классическом способе сварки трением круглый пруток (обычно длиной не более 1 м) приводится во вращение с постоянной скоростью от

электропривода, а второй усилием нагрева поджимается к нему и перемещается вдоль оси (осадка нагрева), осуществляя пластическую деформацию нагреваемых объемов металла. В заданный момент, вращающийся пруток резко тормозится, а усилие поджима возрастает до величины проковки – происходит осевая деформация проковки.

Методы контроля

Задание: *определить физические свойства для каждого метода контроля и практическое применение.*

Метод контроля	Физические свойства	Применение
1. Ультразвуковой метод	<i>Ультразвуковые волны отражаются от границы раздела двух сред: сталь-воздух (раковины, трещины)</i>	<i>Для выявления дефектов в металле толщиной не менее 4мм</i>
2. Магнитный метод	<i>Принцип магнитного рассеивания. Магнитный поток огибает дефект, при намагничивании контролируемого изделия. Фиксируется на магнитную плёнку.</i>	<i>Для выявления дефектов в изделиях из стали и чугуна толщиной от 1 до 16мм.</i>
3. Рентгеновский и радиоактивный методы (радиационные)	<i>Места с дефектами поглощают меньше рентгеновских и γ-лучей, на плёнке после проявления место дефекта более тёмное и соответствует по форме дефекту.</i>	<i>Используется для ответственных металлоконструкций трубопроводов, сосудов</i>
4. Люминесцентный	<i>Флюоресцирующее вещество проникает в трещины, поры, а под действием ультрафиолетовых лучей светится.</i>	<i>Трещины шириной от 0,01мм и глубиной 0,03-0,04мм</i>
5. Метод основанный на явлении капиллярности.	<i>Керосин поднимается по трещинам (как по капиллярам) появляются жирные пятна на поверхности шва.</i>	<i>Дефекты размером от 0,1мм и выше.</i>