

Министерство образования и науки Забайкальского края  
Государственное профессиональное образовательное учреждение  
«Приаргунский государственный колледж»



Утверждаю  
и.о. заместителя директора  
по УПР ГПОУ «ПГК»  
Кокухина К. Н.  
« 15 » 01 2025 года

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для обучающихся по выполнению практических работ  
по МДК 01.01. «Технология электромонтажных и сборочных работ устройств  
электропитания и электрооборудования»  
по профессии  
13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования  
(по отраслям)»

Методические указания предназначены для организации работы обучающихся при выполнении практических работ по МДК 01.01. «Технология электромонтажных и сборочных работ устройств электроснабжения и электрооборудования». Содержат рекомендации и задания согласно рабочей программе, разработанной в соответствии с ФГОС СПО по профессии 13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)», утвержденного приказом Минпросвещения России от 28.04.2023 N 316.

**Организация-разработчик:** ГПОУ «Приаргунский государственный колледж»

**Авторы:**

Лончакова О.В. – преподаватель профессионального цикла ГПОУ «ПГК»

Вторушина И.А. – заместитель по НМР ГПОУ «ПГК»

Рассмотрено на ПЦК

Протокол № 5 от «15» 01 2025 г.

Председатель ПЦК Лончакова Лончакова О.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	4
Тематическое планирование практических работ.....	5
Задания для практических работ.....	6
Литература .....	46

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по МДК 01.01. «Технология электромонтажных и сборочных работ устройств электроснабжения и электрооборудования» по выполнению практических работ предназначены для обучающихся по профессии 13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)».

Практические задания направлены на подтверждение теоретических знаний, формирование учебных, профессиональных и практических умений, они составляют важную часть теоретической и профессионально-практической подготовки по освоению МДК 01.01. «Технология электромонтажных и сборочных работ устройств электроснабжения и электрооборудования». В результате выполнения лабораторно-практических работ у обучающихся формируются профессиональные компетенции (ПК):

ПК 1.1. Выполнять сборку, монтаж и установку основных узлов электрических аппаратов, электрических машин, электрооборудования трансформаторных подстанций и цехового электрооборудования.

ПК 1.2. Выполнять монтаж электрических сетей.

ПК 1.3. Принимать в эксплуатацию электрические аппараты, электрические, электрооборудование трансформаторных подстанций и цеховое электрооборудование.

ПК 1.4. Производить оперативные переключения и испытания устройств электроснабжения и электрооборудования.

и общие компетенции (ОК):

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

ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК.04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

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

ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.

Подготовка к практическим занятиям заключается в самостоятельном изучении теории по рекомендуемой литературе, предусмотренной программой. Выполнение заданий производится индивидуально в часы, предусмотренные расписанием занятий в соответствии с методическими указаниями к практическим работам.

Отчёт по практической работе каждый обучающийся выполняет индивидуально с учётом рекомендаций по оформлению. Защита проводится путём индивидуальной беседы или выполнения зачётного задания. Практическая работа считается выполненной (зачёт), если она соответствует критериям, указанным в пояснительной записке.

Отчёты обучающихся о проделанной работе помогают им лучше усвоить объяснения преподавателя и способствуют более прочному закреплению теоретического курса.

Каждая работа оценивается по пятибалльной системе:

оценка «5», если работа выполнена на 90-100%;

оценка «4» выставляется, если работа выполнена на 70-89%;

оценка «3» выставляется, если работа выполнена на 50-69%

## 2. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

<b>№ п/п</b>	<b>Название лабораторных/практических работ</b>	<b>Количество часов</b>
1.	Практическая работа №1 Составление технологической карты на различные виды слесарных работ	2
2.	Практическая работа №2 Техника измерений линейкой и штангенциркулем	1
3.	Практическая работа №3 Техника измерений микрометром и угломером	1
4.	Практическая работа №4 Изучение правила пользования электромонтажными механизмами и инструментами	1
5.	Практическая работа №5 Изучение технологии и правила соединений проводов и кабелей	2
6.	Практическая работа №6 Расчет электрических сетей и электрического освещения	2
7.	Практическая работа №7 Порядок приемки электроустановки в эксплуатацию. Анализ признаков неисправностей в электроустановках	2
8.	Практическая работа №8 Изучение правила по переключениям в электроустановках. Анализ ошибочных действий оперативного персонала.	1
<b>ИТОГО</b>		<b>12</b>

### 3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

**МДК 01.01** Технология электромонтажных и сборочных работ устройств электроснабжения и электрооборудования

**Раздел 1. (ПК1.1)** Выполнение сборки, монтажа и установки основных узлов электрических аппаратов, электрических машин, электрооборудования трансформаторных подстанций и цехового электрооборудования

#### Задание 1

**Проверяемые результаты:** ПК1.1: 31,32,38; У1,У10

**Тема 1.1.** Технологии слесарных работ

#### Практическая работа № 1

**Составление технологической карты на различные виды слесарных работ**

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучение инструкционно - технологических карт и анализ технологических операций на виды слесарных работ: «Опиливание», «Разметка».

#### УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

#### Теоретическая часть

#### Пример №1

#### Инструкционно – технологическая карта № 1

#### Тема 1.1 Технологии слесарных работ «Опиливание металла»

Инструменты	Материалы	Оборудование
1. Плоские тупоносые напильники с насечкой № 1,2,3,4,5 длиной 250...300 мм с насаженными ручками; 2. Штангенциркуль; 3. Лекальная линейка; 4. Напильники и надфили разных профилей и номеров насечек; 5. Поверочные линейки; 6. Угольники; 7. Чертилки; 8. Кернеры; 9. Разметочные молотки; 10. Слесарные молотки; 11. Разные шаблоны; 12. Кронциркуль; 13. Ножовки; 14. Слесарные зубила; 15. Сверла.	1.Щетки; 2. Мел; 3. Лак; 4. Чугунные или стальные плитки (заготовки); 5. Заготовки молотков с квадратным бойком; 6. Заготовки державок для резцов; 7. Заготовки угольников; 8. Заготовки призм; 9. Заготовки шаблонов для проверки углов заточки; 10. Разные фасонные детали; 11. Заготовки шаблонов с криволинейным профилем; 12. Заготовки радиусных гаечных ключей;	1. Слесарный верстак с тисками; 2. Кондукторы; 3. Накладные губки; 4. Разметочные плиты.

13. Различные производственные заготовки.

### 1. Упражнения и приемы работы при опиливании металла

- Подготовка рабочего места

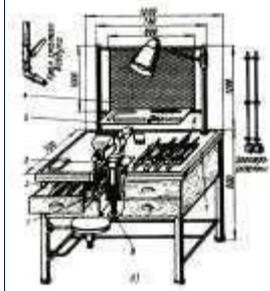


Рис.1

1. Разложить заготовки, инструменты и приспособления в порядке выполнения упражнений.
2. Установить высоту тисков по росту.
3. Зажать заготовку в тисках только усилием ручки.
4. При использовании параллельных тисков согнутую в локте левую руку ставят на губки тисков так, чтобы концы выпрямленных пальцев руки касались подбородка.

Установка высоты тисков по росту.

1. При использовании параллельных тисков согнутую в локте левую руку ставят на губки тисков так, чтобы концы выпрямленных пальцев руки касались подбородка.

- Выбор напильника по профилю, по длине, по номеру и по номеру насечки.

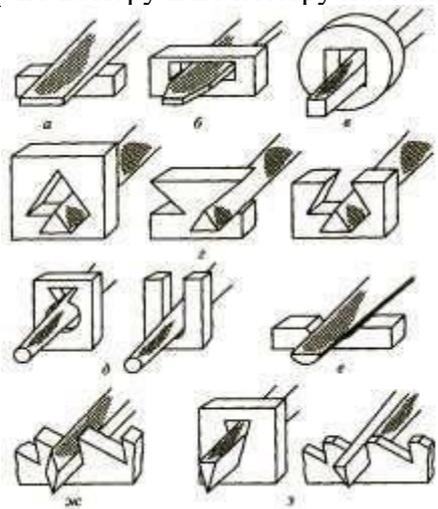


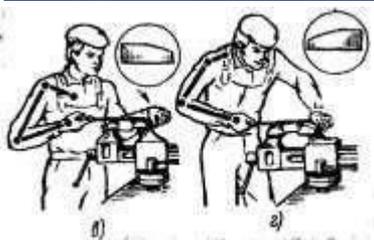
Рис.2

1. Выбрать профиль напильника в зависимости от формы обрабатываемой заготовки (плоский, круглый, полукруглый, квадратный и т. п.).
2. Выбрать длину напильника (она должна быть больше обрабатываемой заготовки на 150 – 200 мм).
3. Выбрать напильник по номеру и по номеру насечки:
  - № 0, 1 – драчевые;
  - № 2, 3 – личные;
  - № 4, 5 – бархатные.
4. Напильник выбирается в зависимости от толщины снимаемого слоя металла и шероховатости поверхности заготовки (Рис.2).

- Демонстрация рабочего положения при опиливании

Рис.3

Рис.4



1. Стоять перед тисками прямо и устойчиво вполборота к ним, под углом 45° к оси тисков.
2. Поставить ступни ног под углом 60 -70° одна к другой.
3. Расстояние между пятками 200-300 мм (Рис.3).
4. Установить высоту тисков по росту.

**Внимание!**

- в случае ослабления нажима правой рукой и усиления левой может произойти завал вперед (Рис.4 в).
- при усилении нажима правой рукой и ослабления левой произойдет завал назад (Рис.4 г))

- Демонстрация рабочих движений и балансировки напильника. (Рис.5)

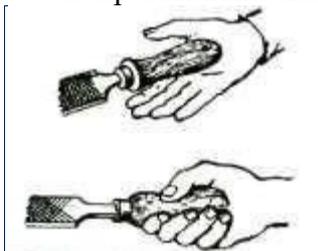
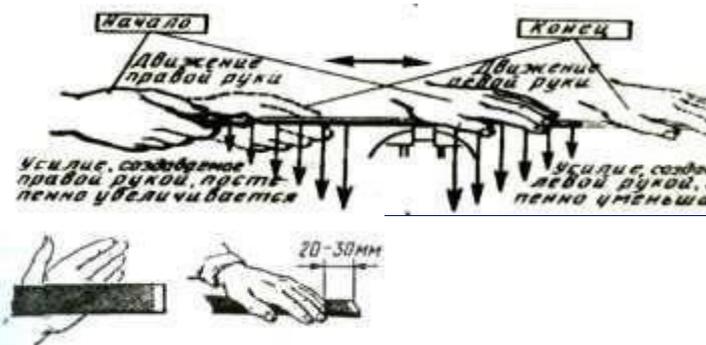


Рис.6

Рис.7



1. Взять правой рукой конец ручки так, чтобы ее овальная головка упиралась в мякоть ладони.
2. Наложить большой палец вдоль оси, а остальными пальцами обхватить ручку, прижимая ее к ладони (Рис.5).

1. Наложить левую руку ладонью поперек напильника на расстоянии 20 – 30 мм от его конца. Пальцы слегка согнуть, но не свешивать. Локоть левой руки слегка приподнять (Рис.6).
2. Двигать напильником плавно, делая 40 – 60 движений в минуту, строго горизонтально обеими руками вперед и назад так, чтобы он касался обрабатываемой заготовки всей поверхностью.

**Внимание!**

Усилия правой и левой рук распределять следующим образом:

- нажимать на напильник только при его движении вперед;
- в начале рабочего хода (вперед) выполнять основной нажим;
- в середине рабочего хода усилия нажима обеими руками должны быть одинаковы;
- в конце рабочего хода основной нажим выполнять правой рукой;
- корпус слегка наклонить в сторону тисков, упор делать на левую ногу( Рис. 7).

2. Приемы и способы

опилования металла.

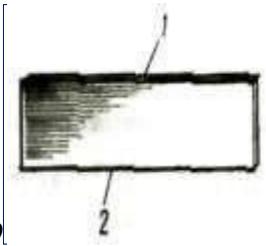
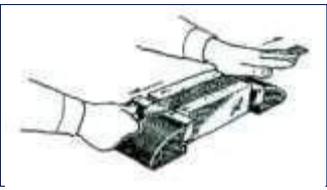
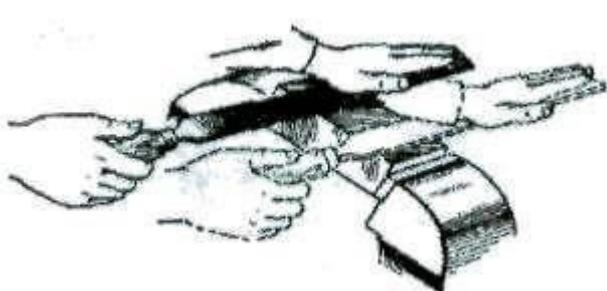
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опиливание параллельных поверхностей с проверкой кронциркулем.</li> </ul> <p><b>Рис.8</b></p>  <p><b>Рис.9</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Опилить грань 1 заготовки под линейку с наведением продольного штриха (<b>Рис.8</b>).</li> <li>Опилить грань 2 (узкую) под линейку (обе узкие грани должны быть взаимно параллельны).</li> <li>Освободить заготовку из тисков и проверить параллельность граней 1 и 2 кронциркулем (<b>Рис.9</b>).</li> <li>Держать заготовку горизонтально, губки кронциркуля передвигать сверху вниз.</li> <li>Там, где губки кронциркуля застревают, заготовка толще требуемого, там, где проходит легко, заготовка тоньше, если кронциркуль проходит с легким трением по всем четырем углам, стороны параллельны.</li> </ol>
<p><b>Рис.10</b></p>  <p>Опиливание параллельных поверхностей с проверкой штангенциркулем.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Опилить базовую поверхность с наведением на ней продольного штриха.</li> <li>Проверить плоскостность линейкой.</li> <li>Опилить вторую поверхность (параллельную базовой), выдерживая заданный размер (<b>Рис.10</b>).</li> <li>Проверить параллельность сторон штангенциркулем: <ul style="list-style-type: none"> <li>- освободить заготовку из тисков;</li> <li>- производить замеры в двух-трех местах, не допуская перекоса губок штангенциркуля.</li> </ul> </li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опиливание широких поверхностей с продольными штрихами.</li> </ul> <p><b>Рис.11</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Встать справа от тисков, правым боком к верстаку.</li> <li>Повернуть корпус на 45° вправо от линии движения напильника.</li> <li>Соблюдать балансировку напильника (<b>Рис.11</b>).</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опиливание широких поверхностей поперечными штрихами.</li> </ul> <p><b>Рис.12</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Закрепить заготовку на 5-8 мм выше губок тисков.</li> <li>Соблюдать балансировку напильника.</li> <li>Добиваться получения прямого угла между обрабатываемой и прилегающими гранями.</li> <li>Не допускать завалов.</li> <li>Поправить наведенный штрих напильником с насечкой № 2 (<b>Рис.12</b>).</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опиливание широких поверхностей перекрестным штрихом.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>При опиливании соблюдать требования изложенные выше.</li> <li>Переносить движение напильника</li> </ol>



Рис.13

попеременно с угла на угол.

3. Опилить плоскость слева направо, а затем справа налево путем поворота тисков под углом 30-40°.
4. Выдерживать движение напильника по диагонали.
5. Изменить рабочую позу и положение напильника и перейти к опиливанию по второму диагональному направлению (Рис.13).

- Проверка плоскости после опиливания.



Рис.14

1. Освободить заготовку из тисков.
2. Поставить линейку лезвием перпендикулярно проверяемой поверхности (линейку переставлять, отнимая от поверхности плитка).
3. Повернуться к источнику света, поднять заготовку на уровень глаз и поставить линейку перпендикулярно проверяемой поверхности.
4. Проверить опиленную поверхность вдоль, поперек и по диагонали с угла на угол.
5. Проконтролировать качество обработки (если просвет равномерный - поверхность опилена правильно).

- Опиливание поверхностей под внешним углом 90° Рис.15.

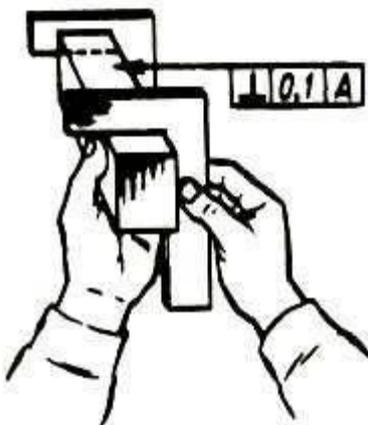


Рис.16

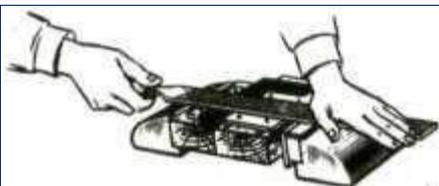
1. Разметить и проверить правильность разметки заготовки.
2. Зажать заготовку горизонтально (обрабатываемой поверхностью вверх) в тисках с нагубниками так, чтобы обрабатываемая поверхность выступала выше уровня губок тисков на 8 – 10 мм.
3. Опилить поверхность драчевым напильником перекрестным штрихом.
4. Проверить прямолинейность поверхностей линейкой, а перпендикулярность их базовой поверхности – поверочным угольником.
5. Опилить поверхность начисто по разметке личным напильником.
6. Проверить правильность опиливания линейкой и угольником до точной подгонки к базовой поверхности под угол 90°.
7. В таком же порядке опилить в размер и под угол 90° сторону.
8. Провести проверку опиленных поверхностей угольником «на просвет» в нескольких местах на уровне глаз.

- Опиливание поверхности под внутренним

1. Проверить правильность разметки.
2. Опилить перекрестным штрихом последовательно широкие поверхности сначала плоским драчевым, а затем личным напильником

углом  $90^\circ$

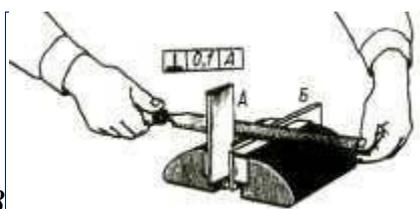
Рис.17



(Рис.17).

3. Зажать угольник в тисках с нагубниками и опилить наружное ребро до получения прямого угла между ним и широкими поверхностями.
4. Опилить в такой же последовательности ребро, проверяя его угольником относительно ребра.
5. Просверлить в вершине внутреннего угла отверстие диаметром 3 мм и сделать прорезь к нему шириной 1 мм для выхода инструмента.

Рис.18



1. Опилить последовательно внутренние ребра выдерживая параллельность ребра к ребру, а добиваясь, чтобы внутренний и наружный угол между ребрами были прямыми (Рис.18).
2. Опилить последовательно торцы, выдерживая размеры по чертежу и угол  $90^\circ$  по отношению к ребрам.
3. Снять заусеницы с ребер.
4. Провести контроль на просвет на уровне глаз 2-раза (при правильном опиливании световой зазор должен быть узким и равномерным).

- Опиливание цилиндрического стержня

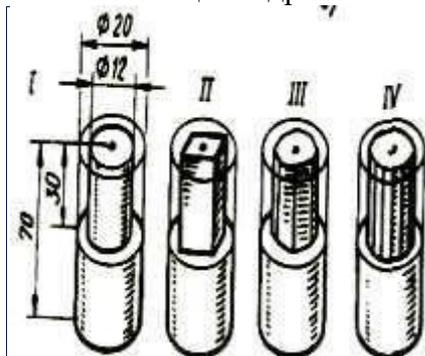
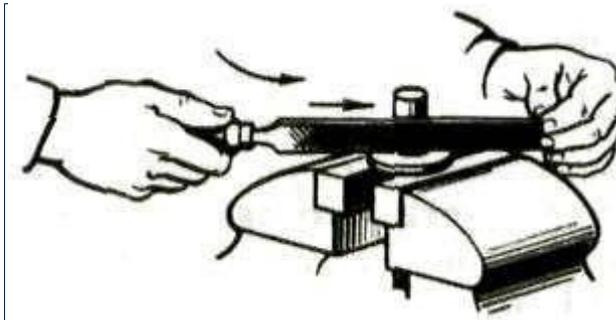


Рис.19

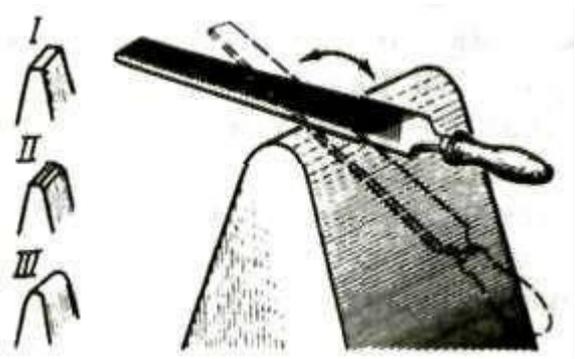
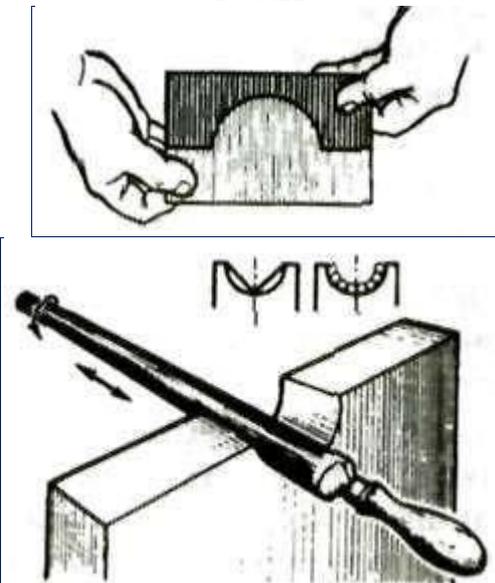
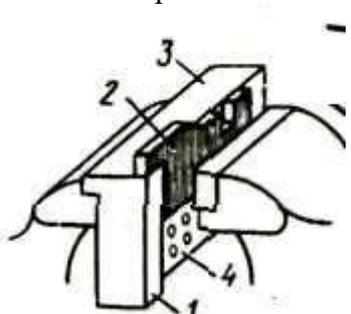
- Рис.20



1. Разметить стержень и провести на его торце окружности заданного диаметра; нанести разметочную риску вокруг цилиндра.
2. Закрепить заготовку в тисках горизонтально так чтобы ее конец выступал от края губок немного более длины обрабатываемого стержня.
3. Опилить заготовку:
4. При движении напильником вперед (рабочий ход) правая рука с ручкой напильника опускается вниз, а передняя часть (носик) напильника левой рукой поднимается вверх.
5. При движении напильника назад (холостой ход) правая рука с напильником поднимается, а левая концом напильника опускается (см. рисунок).
6. Чередовать при опиливании перемещение в тисках заготовки: поворачивать ее на  $\frac{1}{4}$  - 1 оборот так, чтобы необработанная поверхность находилась в сфере работы напильника:
7. Опилить цилиндрический стержень на квадрат;
8. Опилить у квадрата углы для получения восьмигранника;
9. Опилить восьмигранник до получения шестнадцатигранника;
10. Опилить до получения цилиндрического стержня.
11. Опилить окончательно цилиндрическую поверхность плоским напильником с насечкой № 2.
12. Проверить диаметр стержня в нескольких местах штангенциркулем, а цилиндрическую поверхность сверху – радиусомером.

Опиливание выпуклых поверхностей. Рис.21

1. Разметить заготовку по чертежу.
2. Отрезать ножовкой углы заготовки.

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Опилить драчевым напильником слой металла, не доходя до разметочной риски на 0,8 – 1,0 мм.</li> <li>4. Опилить личным напильником окончательно по риске (Рис.21).</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опиливание вогнутых поверхностей. <i>Рис.22</i></li> </ul> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разметить контур заготовки по чертежу.</li> <li>2. Удалить большую часть металла вырезанием ножовкой, придав вырезу форму треугольника, или высверливанием (см. рисунок).</li> <li>3. Опилить грани или выступы полукруглым или круглым напильником с насечкой № 1, не доходя до риски разметки 0,3 – 0,5 мм.</li> <li>4. Опилить окончательно личным напильником.</li> <li>5. Проверить качество по шаблону «на просвет», перпендикулярность поверхности – угольником.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опиливание в плоскопараллельных наметках <i>Рис.24</i></li> </ul> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нанести разметку всего контура по чертежу.</li> <li>2. Установить наметку 4 в тисках так, чтобы она легла выступом 1 на неподвижную губку (см. рисунок).</li> <li>3. Обрабатываемую заготовку 2 расположить между подвижной губкой тисков и плоскостью 3 наметки.</li> <li>4. Зажать тиски и совместить разметочную риску с верхней кромкой наметки (использовать молоток массой 100 гр.).</li> <li>5. Зажать окончательно наметку с заготовкой.</li> <li>6. Опилить предварительно драчевым напильником выступающие части заготовки (соблюдать параллельность движения; припуск – 0,3 – 0,5 мм).</li> <li>7. Опилить окончательно заготовку начисто личным напильником заподлицо с рабочей поверхностью приспособления.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Опиливание в металлической рамке</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разметить заготовку по чертежу.</li> <li>2. Вставить обрабатываемую заготовку 6 в рамку 5 и слегка зажать винтами 7 (см. рисунок).</li> <li>3. Добиться совпадения риски на заготовке с внутренним ребром рамки.</li> <li>4. Закрепить окончательно винты 7.</li> <li>5. Установить рамку с заготовкой в тиски.</li> </ol>

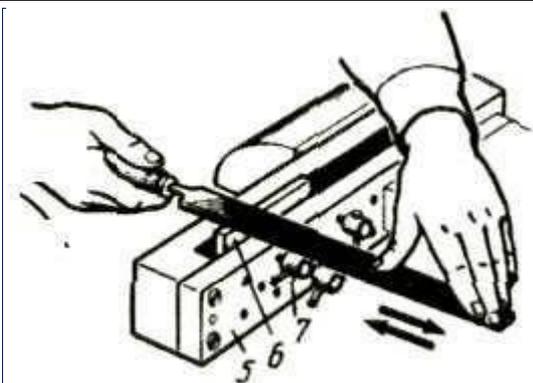


Рис.25

6. Опилить заготовку предварительно драчевым напильником (припуск – 0,3 – 0,5 мм).
7. Опилить заготовку окончательно личным напильником до плоскости рамки.
8. Вынуть рамку из тисков.
9. Освободить винты, вынуть заготовку.

- Опиливание в универсальной

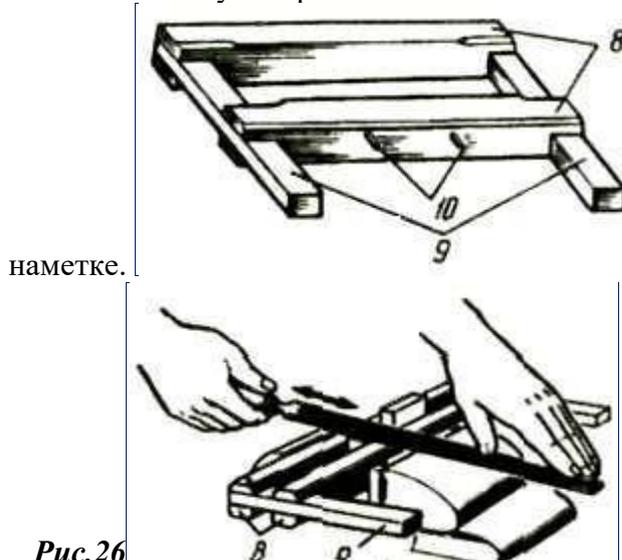


Рис.26

1. Разметить заготовку по чертежу.
2. Установить в тиски раздвижную рамку 8, 9 (Рис. 26), которая должна упираться в губки тисков двумя парами штырей 10.
3. Совместить разметочную линию с верхней плоскостью рамки.
4. Зажать заготовку с рамкой в тисках (расстояние между направляющими планками должно быть больше, а между штифтами – меньше ширины губок тисков).
5. Опилить заготовку предварительно драчевым напильником (припуск – 0,2 – 0,3 мм).
6. Опилить заготовку окончательно личным напильником до поверхности рамки.
7. Вынуть рамку из тисков.
8. Снять заготовку.

- Опиливание по кондуктору.



Рис.27

1. Точно установить заготовку 12 в кондуктор 11 (Рис. 27).
2. Зажать кондуктор вместе с заготовкой в тисках.
3. Опилить выступающую часть заготовки до уровня рабочей поверхности кондуктора.
4. Освободить кондуктор из тисков и снять заготовку.

### Пример №2

#### Инструкционно – технологическая карта №2

#### Тема 1.1 Технологии слесарных работ

#### «Разметка плоскостная»

Технологический процесс	Указания и пояснения
1. Окрашивание поверхности под разметку.	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбор красителя в зависимости от материала заготовки.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Для окрашивания необработанных поверхностей применяют меловой раствор (600 гр. мела + 50 гр. столярного клея + 4 л воды).</li> <li>Чисто обработанные поверхности изделий из черных металлов окрашивают раствором медного купороса (2-3 чайные ложки медного купороса на стакан воды) или специальным лаком для разметки.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Окрашивание поверхности</li> </ul> <div data-bbox="371 629 799 958" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="209 931 363 965">раствором.</p> <p data-bbox="501 969 576 999">Рис.1</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Взять заготовку в левую руку и держать наклонно.</li> <li>Кисть взять в правую руку и перекрестными вертикальными и горизонтальными движениями нанести ею на поверхность детали тонкий равномерный красящий слой (Рис.1); краситель надо набирать только концом кисти в небольшом количестве во избежание образования потеков.</li> <li>Просушить окрашенную поверхность.</li> </ol>
<h3>2. Нанесение рисок.</h3>	
<div data-bbox="528 1167 954 1346" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="528 1352 608 1382">Рис.2</p> <div data-bbox="635 1420 970 1630" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="560 1608 639 1637">Рис.4</p> <div data-bbox="113 1637 352 1872" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="225 1608 304 1637">Рис.3</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выбрать чертилку в зависимости от металла размечаемой детали (Рис.2): <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Стальные</b> – при разметке грубых и предварительно обработанных деталей.</li> <li><b>Латунные</b> – при разметке отшлифованных поверхностей готовых деталей.</li> </ul> </li> <li>Нанести риски чертилкой, располагая ее с наклоном по направлению перемещения (Рис.3) и с наклоном в сторону от вертикали линейки (Рис.4); угол наклона чертилки не должен изменяться в процессе нанесения рисок; заостренный конец чертилки все время должен быть прижат к линейке, а линейка – плотно прижата к детали.</li> <li>Риску проводить только один раз.</li> </ol> <p data-bbox="1235 2018 1394 2047" style="text-align: right;"><b>Внимание!</b></p>

*Разметку нужно начинать с нанесения основных центровых рисок, осей, а затем всех горизонтальных, вертикальных и, наконец, наклонных рисок.*

### 3. Графические построения.

- Построение прямой  $AB$ .



Рис.5

Рис. 6

1. Подготовить поверхность заготовки к разметке.
2. Взять обработанный торец или ребро заготовки за начало отсчета – базу (Рис. 5).
3. Наложить линейку на размечаемую поверхность, совместив деление отсчитываемого размера с базой (нижняя и боковая стороны детали).
4. По нулевому делению линейки чертилкой нанести метку (Рис.6).
5. Нанести такую же метку и с другой стороны детали.
6. Через нанесенные метки по наложенной на деталь линейке провести чертилкой линию.

- Нанесение прямых параллельных рисок.



рисок.

Рис.7

1. Наложить угольник на размечаемую поверхность так, чтобы полка его была прижата к обрабатываемой стороне заготовки. Придерживая угольник левой рукой (Рис.7), провести риску, прижимая при этом чертилку к ребру угольника. Передвигая угольник вдоль обработанной стороны заготовки, проводить на ней параллельные риски.

- Нанесение прямой линии параллельно заданной прямой  $AB$  на определенном расстоянии  $L$ .

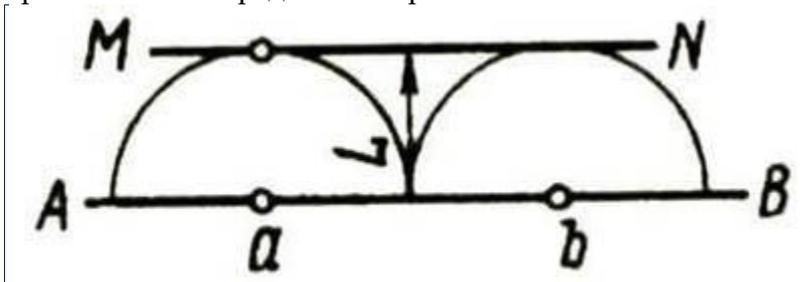


Рис.8

1. Из произвольных точек  $a$  и  $b$  на прямой  $AB$  с помощью разметочного циркуля провести дуги радиусом  $L$ .
2. Прямая  $MN$ , касательная к этим дугам, будет параллельной заданной прямой  $AB$  и отстоять от нее на заданном расстоянии  $L$  (Рис.8)

- Нанесение взаимно перпендикулярных рисок с помощью разметочного циркуля.

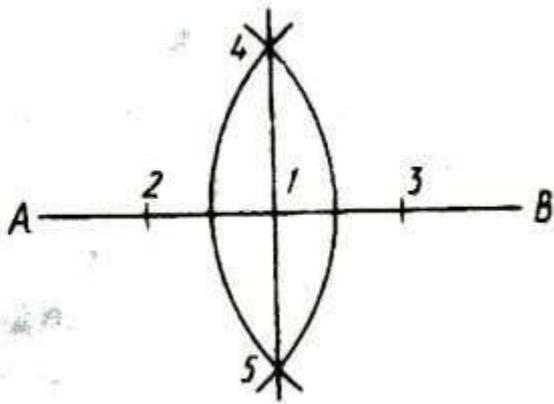


Рис.9

1. Подготовить поверхность заготовки к разметке.
2. Провести на подготовленной поверхности произвольную риску *AB* (Рис.9). Примерно на середине риски отметить и накернить точку *1*.
3. По обе стороны от точки *1* циркулем, установленным на один размер, сделать на риске засечки *2* и *3*, а в них – керновые углубления.
4. Установить циркуль на размер, превышающий размер между точками *1* и *2* (*1* и *3*) на 6-8 мм.
5. Установить неподвижную ножку циркуля в точку *2* и подвижной ножкой провести дугу, пересекающую риску.
6. То же самое проделать, установив неподвижную ножку циркуля в точку *3*.
7. Провести через точки пересечения дуг *4* и *5* и точку *1* риску, которая будет перпендикулярна первоначальной.

- Нанесение взаимно перпендикулярных рисок с помощью угольника.

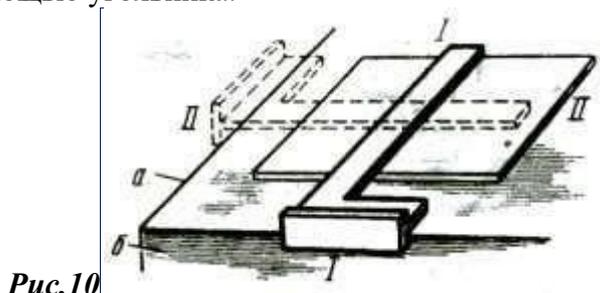


Рис.10

1. Подготовить поверхность заготовки к разметке.
2. Заготовку положить в угол разметочной плиты, выверить ее положение относительно боковых поверхностей *a* и *b* плиты и слегка прижать грузом или закрепить струбциной (Рис.10), чтобы она не сдвигалась в процессе разметки.
3. Приложить угольник к боковой поверхности *b* разметочной плиты (положение угольника I – I) и провести первую риску.
4. Приложить угольник полкой к боковой поверхности *a* (положение II – II) и провести вторую риску, которая будет перпендикулярна первой.

- Нанесение рисок под углом  $90^\circ$

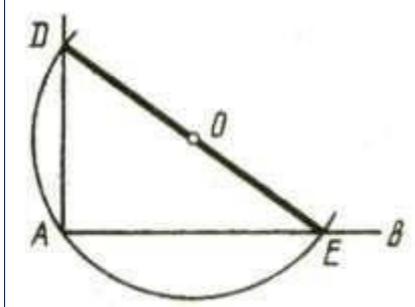


Рис.11

1. Подготовить поверхность заготовки к разметке.
2. С помощью линейки нанести на нее произвольную риску  $AB$  (Рис.11).
3. Из произвольной точки  $O$  провести окружность через будущую вершину угла – точку  $A$ ; эта окружность пересечет прямую  $AB$  в точке  $E$ .
4. Через точки  $O$  и  $E$  провести прямую до пересечения с окружностью в точке  $D$ ; отрезки  $AD$  и  $AB$  образуют прямой угол.

- Нанесение рисок под углом  $45^\circ$ :

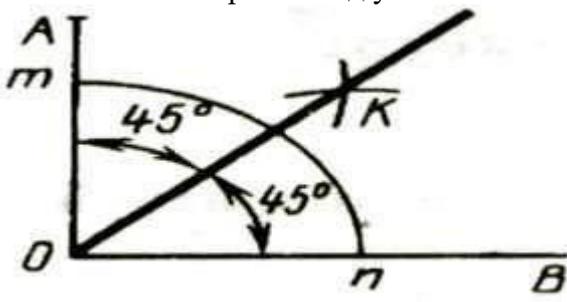


Рис.12

1. Подготовить поверхности заготовки к разметке.
2. Разметить на ней плоским угольником прямой угол  $AOB$  (см. рис. № 2).
3. Из вершины произвольным радиусом описать дугу, пересекающую стороны угла в точках  $m$  и  $n$ .
4. Из точек  $m$  и  $n$  радиусом, большим половины дуги, сделать засечки и точку пересечения этих засечек  $K$  соединить прямой с вершиной угла  $O$ ; каждый из полученных двух углов будет равен  $45^\circ$ .

- Нанесение рисок с помощью транспортира.

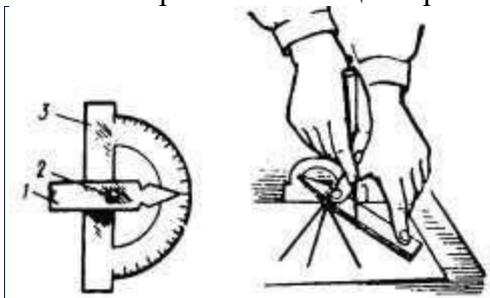


Рис.13

1. Подготовить поверхности заготовки к разметке.
2. Провести прямую риску и отметить на ней произвольную точку, накернив ее (Рис.13).
3. Приложить к риску основание транспортира 3.
4. Удерживая левой рукой основание транспортира, правой рукой поворачивать широкий конец линейки 1 до тех пор, пока конец линейки, имеющий форму стрелки, не совпадет с делением заданных градусов, нанесенных на дуге транспортира.
5. Закрепить линейку винтом 2 и чертилкой нанести риску.

#### 4. Разметка плоских фигур.

- Построение квадрата внутри окружности

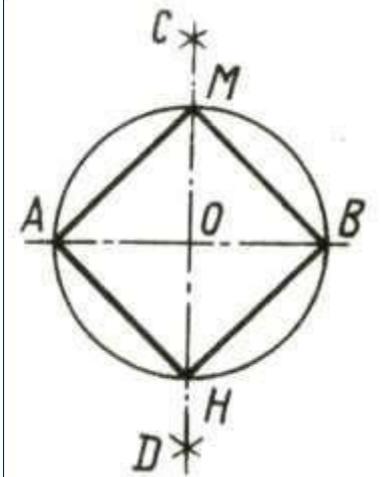
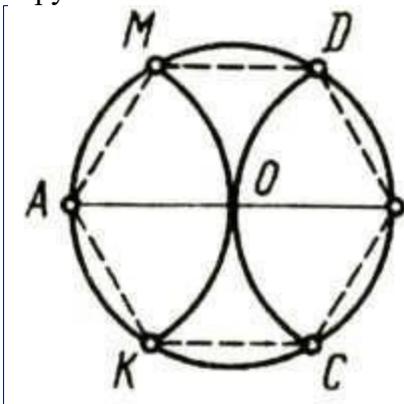


Рис.14

1. Подготовить поверхность заготовки к разметке.
2. Наметить и накернить центр окружности  $O$ ; провести из него разметочным циркулем окружность.
3. Провести диаметр окружности  $AB$  и из точек  $A$  и  $B$  произвольным радиусом сделать по две засечки, пересекающиеся в точках  $C$  и  $D$ . Прямая  $CD$  пересекает окружность в точках  $M$  и  $N$  и делит диаметр  $AB$  на две равные части; точки  $A, M, B, N$  делят окружность на четыре равные части.
4. Соединив рисками эти точки, получим квадрат.

- Построение шестиугольника внутри окружности. Рис.15



1. Подготовить поверхность заготовки к разметке.
2. Наметить и накернить центр  $O$  окружности и провести из него с помощью разметочного циркуля окружность.
3. Провести диаметр  $AB$ .
4. Из точек  $A$  и  $B$  прочертить дуги радиусом данной окружности, которые пересекут ее в точках  $M, D$  и  $C, K$ . Точки  $A, M, D, B, C$  и  $K$  делят окружность на шесть равных частей.
5. Соединив рисками эти точки, получим шестиугольник (Рис.15).

- Разметка центров отверстий на данном расстоянии от ребер заготовки.

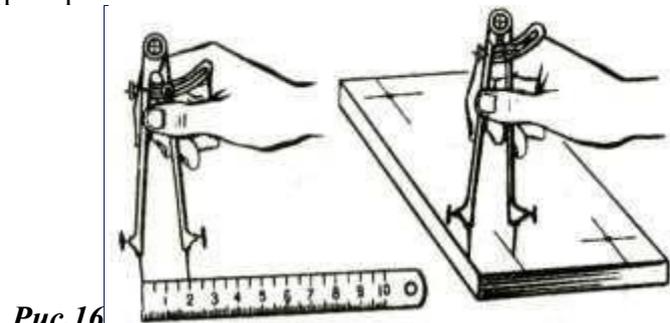
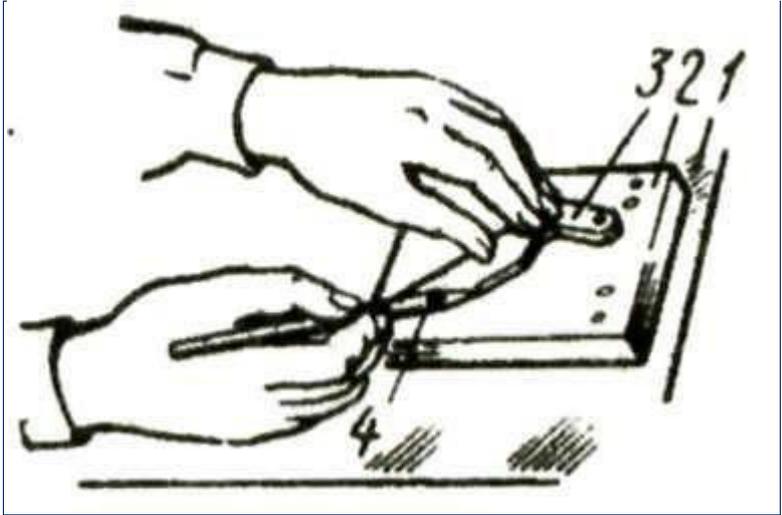
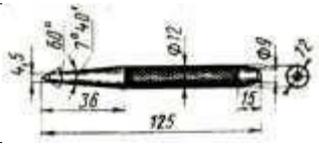


Рис.16

1. Подготовить поверхность заготовки к разметке.
2. Принять за базу боковые обработанные стоны заготовки.
3. Циркулем по масштабной линейке снять размер 20 мм.
4. Не сбивая циркуля, прочертить от ребер заготовки по две пересекающиеся риски.
5. В точках пересечения рисок выполнить керновые углубления для центров отверстий.

<ul style="list-style-type: none"> <li>Разметка по шаблону.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Рис.17</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовить поверхность заготовки к разметке.</li> <li>2. Установить заготовку 2 на разметочную плиту 1 так, чтобы она плотно прилегала к ней (Рис.17).</li> <li>3. Наложить шаблон 3 на размечаемую заготовку так, чтобы он плотно прилегал к ней.</li> <li>4. Пальцами левой руки прижимать шаблон к заготовке, а пальцами правой руки прочерчивать чертилкой 4 вдоль контура шаблона риски, строго сохраняя неизменный угол наклона и нажим на чертилку.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Кернение разметочных рисок.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Рис.18</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбрать кернер (Рис.18) и проверить соответствие его размеров и угла заточки размечаемой заготовке.</li> <li>2. Взять кернер тремя пальцами левой руки и поставить острым концом точно на разметочную риску так, чтобы острие кернера находилось строго на середине риски, наклонив кернер в сторону от себя, прижать его к намеченной точке.</li> <li>3. Поставить кернер вертикально и нанести легкий удар молотком.</li> </ol>

### Контрольные вопросы:

1. Какие существуют приемы и способы опилования металла?
2. В чем заключается подготовка рабочего места при опиловании металла?
3. Как устанавливаются высота тисков по росту?
4. С каких технологических операций начинаю выполнять разметку?
5. От чего зависит выбор чертилок? Какие бывают виды чертилок?

### Содержание отчета

1. Номер, тема и цель работы.
2. Составить перечень технологических операций при опиловании металла и разметки плоскостной.
3. Ответы на контрольные вопросы:

### Задание 2

**Проверяемые результаты:** ПК1.1: 36,39,310; У1, У2, У10

**Тема 1.2.** Технологии сборочных работ

### Практическая работа № 2

**Техника измерений линейкой и штангенциркулем**

### Цель работы:

Измерение линейных размеров бруска и диаметра проволоки.

**Оборудование:** линейка, штангенциркуль, 2 бруска разных размеров, два куса проволоки разного диаметра.

## УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

### Теоретическая часть

#### 1. Оценка погрешностей измерений

Измерение физической величины заключается в сравнении измеряемой величины с эталоном.

Измерить физическую величину – это значит с использованием специальных технических средств (средств измерения) опытным путём найти значение физической величины, а также степень её приближения к истинному значению, которое в принципе неизвестно.

В данной работе линейные размеры измеряемого тела сравниваются с расстоянием между штрихами на рабочей поверхности измерительного инструмента. Точность измерений определяется точностью нанесения штрихов на рабочей поверхности инструмента и точностью определения положения измеряемого тела относительно измерительного инструмента, например, линейки длиной 30 – 50 см изготавливаются с точностью до 1 мм.

Максимальную погрешность измерения, обусловленную неточностью изготовления инструмента, называют допустимой инструментальной погрешностью или границей абсолютной инструментальной погрешности. Её обозначают  $\Delta$  и  $\delta$ . Она равна цене деления прибора.

При выполнении измерений возникает погрешность отсчета – погрешность, обусловленная необходимостью округления результата с избытком или недостатком при установлении стрелки на шкале. Её обозначают  $\Delta_0$ . Максимальное значение её можно принять равной:

- половине цены деления, если стрелка прибора неподвижна.
- цене деления, если стрелка колеблется (измерения в движущейся системе).

Граница абсолютной погрешности измерения (её обозначают  $\Delta$ ) складывается из границы инструментальной погрешности и границы погрешности отсчета:

$$|\Delta| = |\Delta_{\text{и}}| + |\Delta_0| \quad (1)$$

Вторым показателем качества измерений является максимальная относительная погрешность. Отношение максимальной абсолютной погрешности к модулю приближенного значения измеряемой величины называют максимальной относительной погрешностью или границей относительной погрешности. Её обозначают  $\xi$  и выражают числом без наименования или в процентах:

$$\xi = \frac{|\Delta|}{a} \quad \text{или} \quad \xi = \frac{|\Delta|}{a} \cdot 100 \% \quad (2)$$

#### 2. Измерительные приборы

##### 2.1. Линейка.

Линейка в общем виде представляет собой протяженный объект с ровным краем.

На линейку вдоль края нанесена шкала с длинными и короткими штрихами. Отметка «0» соответствует началу отсчета. На школьной линейке длинные штрихи соответствуют сантиметрам, короткие – миллиметрам. Отрезок между двумя длинными штрихами разделен короткими штрихами на 10 равных частей: 1 см = 10 мм.

$$\text{Цена деления линейки } ЦД = \frac{1 \text{ см} - 0 \text{ см}}{10 \text{ делений}} = \frac{\text{см}}{\text{дел.}} = 0,1 \frac{\text{см}}{\text{дел.}} = \frac{\text{мм}}{\text{дел.}} = 1 \frac{\text{мм}}{\text{дел.}}$$

Характеристики линейки:

- цена деления.....1мм
- инструментальная погрешность..... $\pm$  цена деления..... $\pm 1$  мм
- погрешность отсчета.....пол цены деления.....0,5 мм
- абсолютная погрешность измерения.....(формула (1)).....1,5 мм

При измерении линейных размеров тел поступают так:

- тело помещают на опору, например, на стол;
- линейку прикладывают к измеряемой грани так, что нуль на шкале линейки совпадает с одним краем грани тела;
- смотрят, с каким делением на шкале линейки совпадает другой край грани тела;
- по количеству штрихов  $N$  между нулем и этим делением с использованием цены деления шкалы (ЦД) определяют линейный размер (длину тела или его части).

$$L = (\text{ЦД}) \cdot N \quad (3)$$

## 2.2. Штангенциркуль

Штангенциркуль представляет собой протяженный объект, состоящий из двух подвижным образом соединенных частей. Каждая часть снабжена шкалой разной цены деления. Одна часть называется основой (базой) и имеет шкалу обычной линейки, а, значит, и её характеристики. Другая часть называется подвижной линейкой (нониусом) и её шкала позволяет измерять десятые доли миллиметра. Точность измерения линейных размеров тел с помощью штангенциркуля выше, чем при измерении линейкой. Шкала нониуса имеет 10 делений на подвижной линейке; цена деления составляет 0,9 мм. Название – нониус – произошло от фамилии автора – португальского математика Нуниша (пишется Nonius).

Штангенциркуль снабжен двумя парами губок. Между первыми зажимается измеряемый объект, а вторые вставляются в отверстие.

При пользовании штангенциркулем показания снимают по двум шкалам: по базовой шкале длину в миллиметрах, а по штриху подвижной шкалы, совпавшему с миллиметровым штрихом неподвижной шкалы, отсчитывают десятые доли миллиметра. Характеристики штангенциркуля:

- цена деления базы (ЦД 1).....1 мм
- цена деления нониуса (ЦД 2).....0,1 мм
- инструментальная погрешность.....  $\pm$  минимальная цена деления.....  $\pm 0,1$  мм
- погрешность отсчета.....минимальная цена деления.....0,1 мм
- абсолютная погрешность измерения.....(формула (1)).....0,2 мм

## 2.3. Пример использования штангенциркуля

При измерении предмет зажимают между неподвижной и подвижной частями штангенциркуля. Если нуль шкалы нониуса при этом точно попал на миллиметровое деление основной шкалы, размер предмета равен целому числу миллиметров (показанию основной шкалы).

Если размер предмета не равен целому числу миллиметров, то нуль шкалы нониуса попадет между двумя делениями основной шкалы. В этом случае и работает шкала нониуса, которая позволяет определить размер предмета с точностью до 0,1 мм.

Это делается так. Поскольку цена деления шкалы нониуса равна 0,9 мм, то 10 делений шкалы нониуса (полная шкала) равны 9 мм, 9 делений шкалы нониуса – 8,1 мм, 8 делений шкалы – 7,2 мм, 7 делений – 6,3 мм, 6 делений – 5,4 мм, 5 делений – 4,5 мм, 4 деления – 3,6 мм, 3 деления – 2,7 мм, 2 деления – 1,8 мм, 1 деление – 0,9 мм.

Если размер предмета равен целому числу миллиметров плюс 0,9 мм, расстояние от нуля шкалы нониуса до следующего миллиметрового деления основной шкалы будет равно 0,1 мм, и с одним из делений основной шкалы совпадет девятое деление шкалы нониуса (поскольку оно находится от нуля шкалы нониуса на расстоянии 8,1 мм).

Если размер предмета равен целому числу миллиметров плюс 0,8 мм, расстояние между нулем шкалы нониуса и следующим миллиметровым делением основной шкалы равно 0,2 мм, и с одним из делений основной шкалы совпадет восьмое деление шкалы нониуса. Если размер предмета равен целому числу миллиметров плюс 0,7 мм, расстояние между нулем шкалы нониуса и следующим миллиметровым делением основной шкалы

равно 0,3 мм, и с одним из целых значений основной шкалы совпадет седьмое деление шкалы нониуса. И т.д.

Таким образом, размер предмета определяется так: он равен целому числу миллиметровых делений основной шкалы, которое «перешагнул» нуль шкалы нониуса, и такому числу десятых долей миллиметра, какое деление шкалы нониуса точно совпало с одним из миллиметровых делений основной шкалы (для примера, показанного на рисунке, - 7,6 мм).

### ВЫПОЛНЕНИЕ

- Используя инструкцию (см. пункт № 2.1 «Линейка»), определите длину, ширину, высоту бруска 1, бруска 2.
- Заполните таблицу № 1 «Линейные размеры бруска».

Таблица № 1.

№ опыта	L, см	$\Delta L$ , см	$\Delta L$ $\xi = \frac{\Delta L}{L} \cdot 100\%$	$\Delta L$ $\xi = \frac{\Delta L}{L} \cdot 100\%$
<b>Брусок 1</b>				
(1)длина				
(2)ширина				
(3)высота				
<b>Брусок 2</b>				
(1)длина				
(2)ширина				
(3)высота				

- Сравните абсолютные и относительные погрешности, сделайте вывод.
- Используя инструкцию (см. пункт № 2.2 «Штангенциркуль»), определите диаметр проволоки.
- Заполните таблицу № 2 «Диаметр проволоки».

Таблица № 2.

№ опыта	d, мм	$\Delta d$ , мм	$\Delta d$ $\xi = \frac{\Delta d}{d} \cdot 100\%$	$\Delta d$ $\xi = \frac{\Delta d}{d} \cdot 100\%$
1.				
2.				

- Проанализируйте таблицы, сделайте выводы о точности произведённых измерений.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Дайте определение:
  - цены деления прибора.
  - инструментальной погрешности.
  - абсолютной погрешности отсчета.
  - абсолютной погрешности измерения.
  - относительной погрешности.
- Что означает фраза «измерить физическую величину»?
- Как нужно производить измерения линейных размеров тел с помощью:
  - линейки?
  - штангенциркуля?
- Какова точность измерения при совмещении края грани тела не с нулём, а с любым делением шкалы?

5. Как использовать линейку для измерения диаметра проволоки? Разработайте методику проведения опыта и методику вычисления погрешностей.

### **Примечание**

1. Можно построить график зависимости относительного удлинения от длины.
2. Результат измерения можно представить в виде двойного неравенства, показать диаграмму.

### **Задание 3**

**Проверяемые результаты:** ПК1.1: 36,39,310; У1, У2, У10

**Тема 1.2.** Технологии сборочных работ

### **Практическая работа № 3**

#### **Техника измерений микрометром и угломером**

#### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

Измерение размеров деталей с помощью микрометра и угломера

**Оборудование:** микрометр, угломер, образцы для измерения

#### **УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ**

#### **Теоретическая часть**

#### **Средство измерения**

В практической работе для контроля размеров детали используется гладкий микрометр (рис. 2.1), диапазон измерения которого от 0 до 25 мм. Цена деления шкалы стебля 0,5 мм, шкалы барабана — 0,01 мм.

Скоба является основанием микрометра, а винтовая пара, состоящая из стопорного микрометрического винта 3 и микрометрической гайки, расположенной в стебле 5, — передаточным устройством. В скобе 1 установлены стебель 5 и пятка 2. Положение микрометрического винта и пятки фиксируется зажимным (стопорным) винтом 4.

Измеряемая деталь охватывается измерительными поверхностями пятки 2 и микрометрического винта 3. Барабан 6 присоединен к микрометрическому винту корпусом 7 трещотки 8. Для приближения микрометрического винта к измеряемой поверхности детали его вращают за барабан или за трещотку правой рукой от себя, а для удаления микрометрического винта от поверхности детали его вращают на себя. Измерительное усилие микрометра в момент плотного соприкосновения измерительных его поверхностей с деталью стабилизируется благодаря повороту трещотки, который сопровождается небольшим треском.

Целое число миллиметров определяется по шкале стебля, для чего выбирается штрих, ближайший наименьший к коническому скосу барабана. Если на нижней части шкалы стебля виден штрих, делящий пополам расстояние между верхними штрихами шкалы, то прибавляется еще 0,5 мм. Затем на шкале барабана определяется штрих, совпадающий с горизонтальной линией на стебле. Этот штрих показывает сотые доли миллиметра. Результат измерения размера микрометром определяют как сумму показаний по шкале стебля 5 и барабана 6

#### **Измерение детали**

1. Тщательно протереть поверхности детали, подлежащие контролю, для удаления налипших частичек металла, например стружки

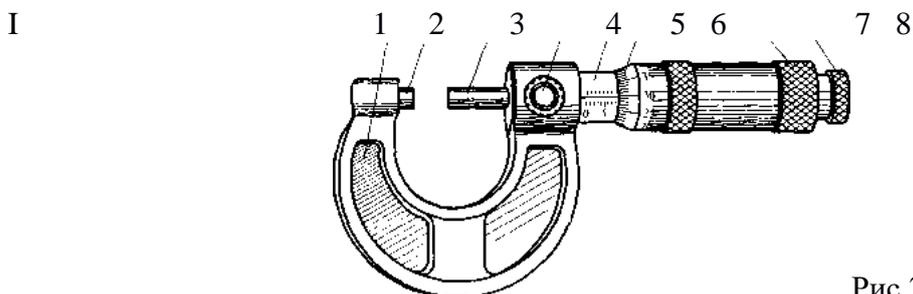


Рис 2.1.

3. Проверить плавность работы трещотки и легкость вращения зажимного винта в микрогайке и стебле

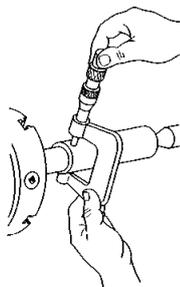


Рис. 2.5

4. Проверить готовность микрометра к работе: микрометр должен быть установлен на нулевое деление линейки (установлен на «О»), В этом положении нулевой штрих шкалы барабана должен находиться над нулевым штрихом шкалы стебля. Если такого совпадения нет, то микрометром проводить измерения нельзя. (рис 2.4)

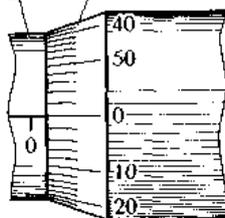


Рис. 2.4

5. Установить микрометр на «О», для чего необходимо:

довести до плотного соприкосновения измерительные поверхности микрометрического винта 3 (см. рис. 2.1) и пятки 2, закрепить микрометрический винт стопором, вращая зажимной винт 4 по часовой стрелке до прочного закрепления;

отсоединить барабан 6 от микрометрического винта, для чего левой рукой охватить барабан, а правой — корпус трещотки и вращать его против часовой стрелки до появления осевого люфта барабана на микрометрическом винте;

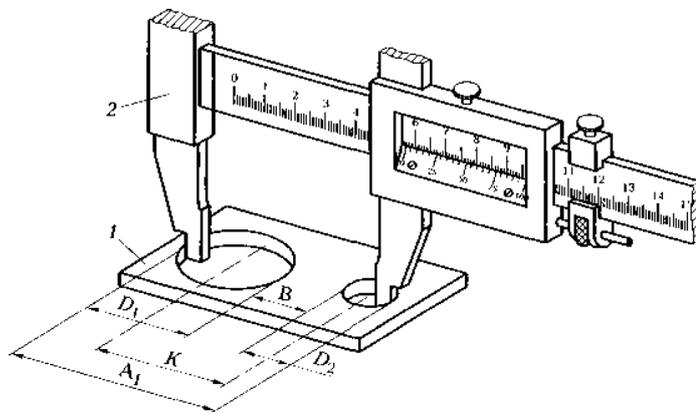
совместить нулевой штрих шкалы барабана с продольным штрихом шкалы стебля (рис. 2.4), для чего левой рукой охватить скобу микрометра, удерживая барабан в положении совпадения нулевых штрихов, а правой рукой вращать корпус трещотки по часовой стрелке до полного закрепления барабана на микровинте;

освободить зажимной (стопорный) винт 4, вращая его против часовой стрелки

При проверке правильности выполненной установки микрометра на «О» отвести микрометрический винт от пятки, повернув его за трещотку против часовой стрелки на три-четыре оборота, и затем плавным движением подвести микровинт к пятке, как было указано ранее. Если установка микрометра на «О» не удалась, выполнять ее необходимо снова до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность совпадения нулевых штрихов шкал.

**Проведение измерений**

Отвести микровинт в исходное положение, взять микрометр левой рукой за скобу около пятки, как показано на рис. 2.5, а правой рукой вращать микрометрический винт за трещотку против часовой стрелки до появления из-под барабана на шкале стебля штриха, показывающего размер на 0,5 мм больше, чем величина контролируемого размера, заданного на эскизе детали. Далее, если, например, требуется проконтролировать цилиндрическую поверхность измеряемого вала в диаметральном сечении, охватить ее измерительными поверхностями микро -винта и пятки. Для этого положить измеряемую деталь на стол перед собой (осью вала на себя), взять левой рукой микрометр за скобу около пятки, а правой рукой за трещотку и наложить микрометр на деталь так, чтобы измеряемая поверхность вала оказалась на оси измерения (осью измерения считают общую ось микрометрического винта и пятки).



Подвести микрометрический винт к поверхности вала до его зажима так, чтобы трещотка повернулась 2 — 3 раза. Измерение необходимо проводить аккуратно, чтобы не было перекоса детали в процессе контроля. Результаты измерения требуется записать. Для достоверности данных контроль детали рекомендуется провести в нескольких сечениях

Для выполнения задания 5 используется штангенциркуль ШЦ с которым вы работали на практической работе 9

Основы проведения измерений штангенциркулем ШЦ-1 изложены в лабораторно-практической работе № 9. В практической работе № 10 с помощью штангенциркуля ШЦ-П требуется провести прямые и косвенные измерения размеров детали 2, в том числе размеры А 1, В 1, D 1, D2 определяются по шкале штангенциркуля 2, а расстояние К между осями двух отверстий вычисляют по формулам:

$$K = A_1 - \frac{D_1 + D_2}{2} \quad \text{и} \quad K = B + \frac{D_1 + D_2}{2}$$

### Содержание отчета

Оформите отчет.

В отчете необходимо представить:

1. Указание темы, цели работы, задания, средства измерения
2. Указание размеров детали, полученных в результате прямого измерения
3. Запись формул, используемых для вычисления требуемого размера косвенным методом
4. Выполнение эскиза детали и нанесения размера детали

### Задание 4

**Проверяемые результаты:** ПК1.1: 31,32,38,39; У1,У10,У12

**Тема 1.3.** Технология электромонтажных работ

### Практическая работа № 4

**Изучение правила пользования электромонтажными механизмами и инструментами**

**Цель:** Изучение электромонтажных механизмов, инструментов и приспособлений и правилами их пользования.

**Оборудование:** Конспект. Ресурсы интернет:

[http://www.kgau.ru/distance/etf\\_02/montag/tema22.htm](http://www.kgau.ru/distance/etf_02/montag/tema22.htm)

Время выполнения: 2 часа

### Ход работы

1. Изучить материал по данной теме.
2. Заполнить таблицу:

Характеристики	Электромонтажные механизмы	Электромонтажные инструменты	Электромонтажные приспособления
----------------	----------------------------	------------------------------	---------------------------------

*Конспект*

## Электромонтажные механизмы, инструменты и приспособления

Все машины, механизмы и средства механизации, применяемые в электромонтажном производстве, можно разделить на пять групп:

– механизированный и ручной инструмент, приспособления и другие средства малой механизации (электрифицированные, пневматические и пиротехнические инструменты, слесарно-монтажный и режущий инструмент, монтажные инвентарные приспособления);

– сварочное оборудование (сварочные трансформаторы и генераторы постоянного тока, полуавтоматы для дуговой сварки в среде защитных газов, оборудование для газовой сварки и резки);

– специализированные автомашины и автоприцепы и передвижные мастерские;

– металлообрабатывающие станки и механизмы, сосредоточенные главным образом в мастерских на поточных технологических линиях и в ремонтных цехах (ножницы, прессы, шинотрубогибы, вальцы, листогибочные, сверлильные, обдирочные, заточные, токарные, фрезерные и строгальные станки);

– монтажные механизмы для разгрузочно-погрузочных и монтажных работ (автомобильные краны, краны на пневмоколесном ходу, трубоукладчики и тракторные краны, гидроподъемники и телескопические вышки, буровые и бурильно-крановые машины, кран балки и электротали, аккумуляторные и автомобильные погрузчики, башенные краны и краны-погрузчики, тали и лебедки, блоки и полиспасты), а также общестроительные механизмы (тракторы, бульдозеры и др.).

**Электроперфораторы** предназначены для выполнения отверстий, гнезд, штроб в бетонных и кирпичных поверхностях стен.

Характеристики: Потребляемая мощность 780 Вт. Число оборотов 0-1100 об/мин. Число ударов 0-4500 уд/мин. Сила удара 2,7 Дж. Макс. диам. Сверления в бетоне 24 мм, в стали 13 мм, в дереве 32 мм, Бурильная коронка 65 мм

**Электросверлильные машины** или дрели бывают трех исполнений:

пистолетного типа для сверления отверстий диаметром до 10 мм с одной верхней закрытой рукояткой для отверстий диаметром до 15 мм с двумя боковыми рукоятками и грудным или винтовым упором для сверления отверстий диаметром более 15 мм.

Электросверлильные машины имеют три основные части: электродвигатель, зубчатую передачу и шпиндель. Они выпускаются на напряжение 220 В и ток промышленной частоты с одинарной и двойной изоляцией и на напряжение 36 В и ток повышенной частоты 200 Гц. При питании электросверлильных машин током с повышенной частотой применяются преобразователи частоты.

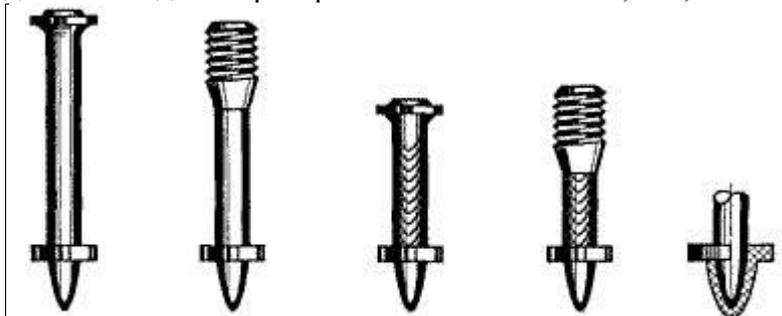
Технические характеристики дрели пистолетного типа Makita 6410 – мощность 530 Вт, число оборотов 0-2200 об/мин, сверлильный патрон 10 мм.

**Электрические молотки** представляют собой ручные машины ударного действия, в которых рабочий инструмент совершает возвратно-поступательное перемещение от двигателя, а поворот инструмента производится вращением рукоятки.

Технические характеристики электромолотка МЭУ-125 – номинальное напряжение, 220 ± 22В, потребляемая мощность, 125 Вт, частота ударов в минуту– 50; 25; 16; 6, энергия удара, 0,7 Дж, режим работы – S2 (повторно кратковременный), масса – 1,5 кг

**Строительно-монтажный пистолет ПЦ84**, однозарядный самовзводный монтажный инструмент, предназначен для забивания стальных дюбель-гвоздей в конструкции, изготовленные из бетона, низкоуглеродистой стали и в кирпичную кладку. С помощью пистолета можно производить: – несъемное крепление путем "пристрелки" дюбель-гвоздями; – съемное крепление на дюбель-винтах. Технические характеристики ПЦ-84: габаритные размеры пистолета не более – 385x75x150 мм, масса пистолета без принадлежностей, инструмента и запасных частей не более – 4,6 кг, толщина стальной «пристреливаемой» детали, 1...4 мм, толщина неметаллической "пристреливаемой" детали, 10...50 мм.

При работе с пистолетом обычно используют дюбеля-гвозди длиной от 27 до 100 мм с диаметром стержня 3,7; 4,5; 6,8 мм, реже используются дюбеля-винты длиной от 35 до 70 мм с диаметром резьбовой головки М4, М6, М8 и М10.



**Клещи КСИ** состоят из трех частей, связанных между собой шарнирно: рычага для зажатия проводов, рычага с ножами для надреза изоляции и рычага с ползунком-эксцентриком, перемещающим прижим и фасонный нож в губках клещей. Работают они следующим образом. Провод вставляют в отверстие при сомкнутом положении губок; сжав рукоятки верхнего и среднего рычагов 3, его зажимают и надрезают изоляцию. Затем, не разжимая сжатых рукояток, подхватывают той же рукой рукоятку нижнего рычага и нажимают на нее, при этом губки клещей раздвигаются и снимают изоляцию с проводника на установленной длине. Откусывание проводов производится специальными ножами при сжиге нижнего и среднего рычагов клещей.

**Секторные ручные ножницы** предназначены для перерезания кабелей различных марок, сечений и диаметров. Секторные ножницы представляют собой неподвижный и подвижный нож с храповым механизмом, приводимым в движение двумя рукоятками.

применяются для перерезания кабелей с медными и алюминиевыми жилами с сечениями до 240 и 300 мм<sup>2</sup> соответственно. Ножницы НС-02-45 применяются для перерезания кабелей с медными и алюминиевыми жилами с сечениями до 360 и 480 мм<sup>2</sup> соответственно, имеют выдвигаемые ручки.

**Ручные и приводные шиногибы** и трубогибы предназначены для изгибания шин на плоскость и ребро при изготовлении ошиновки трансформаторных подстанций (ТП) и распределительных устройств (РУ) и изгибания труб.

#### **Электромонтажные инвентарные приспособления**

Для организации рабочих мест электромонтажников на высоте с учетом правил техники безопасности применяются инвентарные лестницы и подмости.

Лестница-стремянка монтажная – ЛСМ, сваренная из профильного алюминиевого сплава и алюминиевого листа, состоит из двух шарнирно соединенных звеньев и применяется в качестве приставной лестницы и стремянки. Ее масса 12,5 кг, размер до верхней ступеньки в рабочем положении в качестве приставной лестницы 3180 мм, в качестве стремянки – 2120 мм.

Лестница с площадкой Л-312 используется для производства работ на высоте до 4,5 м и состоит из двух опор-стоек, сваренных из дюралюминиевого листа, и горизонтальной площадки размером 500 х 600 мм с ограждением. Стойки снабжены опорными изолирующими оконцевателями с рифленной поверхностью и соединены стяжками. В транспортном положении лестницы стяжки снимаются, а стойки складываются. Масса лестницы 28 кг, высота до рабочей площадки 3 м.

Сборно-разборные подмости, снабженные грузоподъемной поворотной стрелкой для грузов до 100 кг, предназначены для работы двух монтажников на высоте от 2,2 до 7 м. Комплекуют их из опорной рамы и плоских трубчатых секций, которые позволяют собирать различные по высоте подмости с шагом высоты рабочей площадки 0,9 м. Площадь рабочего настила 1500х800 мм.

Гидравлическая подъемная платформа ГМПП-5Д предназначена для производства электромонтажных работ на высоте, до 6,5 м. Подъем рабочей площадки осуществляется гидродомкратом вручную рукояткой или электроприводом; перемещается она вручную с помощью тележки с колесами. Масса платформы 390 кг, максимальная высота подъема

рабочей площадки 5 м, грузоподъемность 250 кг. Скорость подъема вручную 1,2 м/мин, электроприводом – 5 м/мин.

Роликовая ручная тележка ТРР предназначена для перевозки бухт провода и других грузов по твердому основанию и состоит из рамы, двух колес, двух концевых роликов (вспомогательные колеса) и съемных трубчатых бортов. Масса тележки 72 кг, грузоподъемность 300 кг.

Канаты и стропы, широко применяющиеся при такелажных работах (погрузке, разгрузке, горизонтальном перемещении и подъеме), могут быть пеньковые и стальные проволочные (тросы). Пеньковые канаты используются обычно для оснастки механизмов малой грузоподъемности (не более 200 кг), а стальные как более прочные - для подъема и перемещения грузов более 200 кг. Стropы служат для подвешивания (подвязывания) груза на крюк подъемного механизма. Они могут быть универсальные, облегченные с кольцами и облегченные с крюками. При такелажных работах применяются также различные механизмы и приспособления: блоки, лебедки, полиспасты, тали, домкраты и др.

**Сделайте вывод:** В результате выполненной работы я познакомился....

### **Задание 5**

**Проверяемые результаты:** ПК1.1: 31, 38,39; У1, У10

**Тема 1.4.** Технологические приемы получения контактных соединений

#### **Практическая работа № 5**

#### **Изучение технологии и правила соединений проводов и кабелей**

#### **Цель работы:**

- Закрепление теоретических знаний о видах соединений и ответвлений проводов и кабелей.
- Получение практических навыков определения площади поперечного сечения проводников по их диаметру, расчета тока и сопротивления проводников.
- Развитие умения анализировать электрические схемы и выбирать оптимальные способы соединения проводников.

#### **Задание 1.**

1. Заполните таблицу, указав достоинства и недостатки различных способов соединения и ответвления проводов и кабелей:

Способ соединения/ответвления	Достоинства	Недостатки
Скрутка		
Сварка		
Пайка		
Опрессовка		
Соединительные зажимы		

Кратко опишите устройство и принцип действия следующих типов контактов:

- Контакт сжатия (болтовой)
- Контакт накруткой (винтовой)
- Разрывной контакт

#### **Задание 2. Расчетная часть.**

1. Определите площадь поперечного сечения медного проводника, если его диаметр равен 2 мм.

Формула для расчета:  $S = \pi d^2/4$ , где:

- $S$  – площадь поперечного сечения, мм<sup>2</sup>

- $d$  – диаметр проводника, мм
  - $\pi$  – математическая константа, равная 3,14
2. Рассчитайте ток, протекающий по алюминиевому проводнику с площадью поперечного сечения  $4 \text{ мм}^2$ , если его сопротивление равно  $0,5 \text{ Ом}$ , а напряжение на концах проводника составляет  $220 \text{ В}$ .
- Формулы для расчета:
- $I = U/R$  (Закон Ома), где:
    - $I$  – сила тока, А
    - $U$  – напряжение, В
    - $R$  – сопротивление, Ом
3. Определите сопротивление медного провода длиной  $100 \text{ м}$  и площадью поперечного сечения  $2,5 \text{ мм}^2$ , если удельное сопротивление меди равно  $0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .
- Формула для расчета:  $R = \rho l/S$ , где:
- $R$  – сопротивление проводника, Ом
  - $\rho$  – удельное сопротивление материала проводника,  $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$
  - $l$  – длина проводника, м
  - $S$  – площадь поперечного сечения проводника,  $\text{мм}^2$
  - Вывод: \_\_\_\_\_

## **МДК 01.01 Технология электромонтажных и сборочных работ устройств электроснабжения и электрооборудования**

### **Раздел 2. (ПК1.2) Выполнение монтажа электрических сетей**

#### **Задание 6**

**Проверяемые результаты:** ПК1.2: 31,32,33,34Э35,36,37,312; У5,У6,У9,У13

**Тема 2.1. Основные сведения об электрическом освещении**

#### **Практическая работа № 6**

#### **Расчет электрических сетей и электрического освещения**

#### **Цель работы:**

1. Изучение методики расчёта и выбора проводов электрического освещения
2. Получение практических навыков

#### **Порядок проведения работы:**

1. Изучить методику расчёта сети электрического освещения и выбора проводов по справочным данным;
2. Получить индивидуальное задание для проведения расчёта;
3. Произвести расчет в соответствии с заданным вариантом
4. Оформить отчет
5. Сделать вывод.

#### **Основные положения:**

Расчёт сети электроосвещения сводится к выбору сечений и марки проводов на допустимую потерю напряжения и на минимум проводящего материала с проверкой по допустимому нагреву током.

**Потерей напряжения** называется разность между напряжением источника питания и напряжением отдельного электроприемника

При проектировании сети электроосвещения следует руководствоваться следующими основными положениями: от щита низкого напряжения заводской или цеховой подстанции (1) прокладывается самостоятельная четырёхпроводная питающая сеть (2) до распределительного щита (3), от которого через распределительную сеть (4) питаются щитки (5), к которым подключаются отдельные группы светильников через групповую сеть (6). В небольших помещениях возможно совмещение распределительного щита с групповыми щитками. Расчёт сети электрического освещения начинают с разбивки на

отдельные участки. При рассмотрении методики расчёта встречается необходимость использования следующих величин:

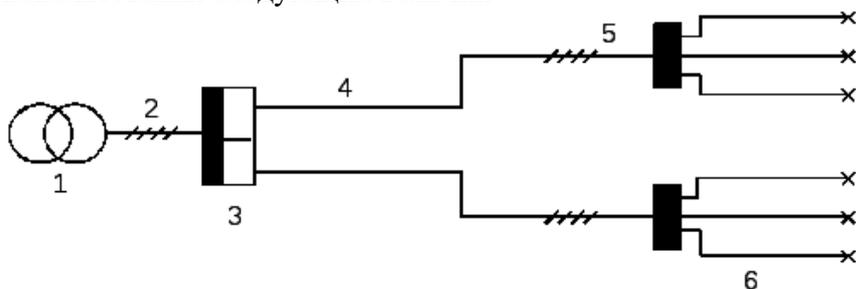


Рисунок 1 - Расчёта сети электрического освещения

1. Момент мощности рассматриваемого участка:

$$M_{\text{ПРИВ}i} = \Sigma P_n * l_n + \alpha * m P_n' * l_n, \text{ кВт} * \text{м}$$

Где  $P_n$  – мощность трехфазной линии, кВт

$l_n$  - длина участка трехфазной линии; м;

$P_n'$  - мощность ответвления от трехфазной линии, м;

$l_n'$  – длина участка ответвления от трехфазной линии, м;

$m$  - количество ответвлений с одинаковой длиной и одинаковой мощностью

$\alpha$  – коэффициент приведенной мощности, зависящий от типа линий и ответвления, выбирается из (табл 3.)

1. Сечение проводов заданного участка :

$$F_i = \frac{M_i}{C \Delta U_{\%i}}, \text{ мм}^2$$

где  $C$  – коэффициент, зависящий от напряжения линии и удельной проводимости металла жил, значения  $C$  в (табл. 2),

$\Delta U$ - допустимые потери напряжения на трансформаторе, выбирается из (табл. 1), в зависимости от коэффициента загрузки трансформатора  $\beta$ , коэффициента мощности  $\cos\phi$ , мощности трансформатора  $S$  (ВА).

По справочным данным (табл. 4) выбирается стандартное сечение провода.

$$F_{\text{стан}} \geq F_{\text{расч.}}$$

1. Проверяется фактическая потеря напряжения на данном участке:

$$U_{\%i} = \frac{M_i}{C F_{\text{см}}}, \%$$

1. Сечение проводов групповой сети, для которой оставшаяся потеря напряжения, определяется как разность общей допустимой потери напряжения за минусом потерь напряжений на предыдущих участках:

$$F_r = \frac{P_r l_r}{C \Delta U_{\%r}}, \text{ мм}^2$$

### Пример:

Рассчитать сеть электрического освещения на минимум проводящего материала при подключении сети к трансформатору 160 кВА по схеме, приведенной на рисунке 2 (напряжение сети 380/220 В; нагрузки на групповых линиях по 1,2 кВт, а всего на шести группах 7,2 кВт; длины участков указаны на схеме). В соответствии с производственными условиями сеть электроосвещения выполняется медными проводами при допустимой потере напряжения в питающей и распределительной сети 5,5%.

Решение.

1. Определяем сечение проводов участка I – II (ТП - РЩ).

В начале определяем приведенный расчётный момент нагрузки с учётом коэффициента приведения  $\alpha$  от четырёхпроводной линии на однофазное ответвление к лампам ( $\alpha = 1,85$  по справочнику [Л. 13])

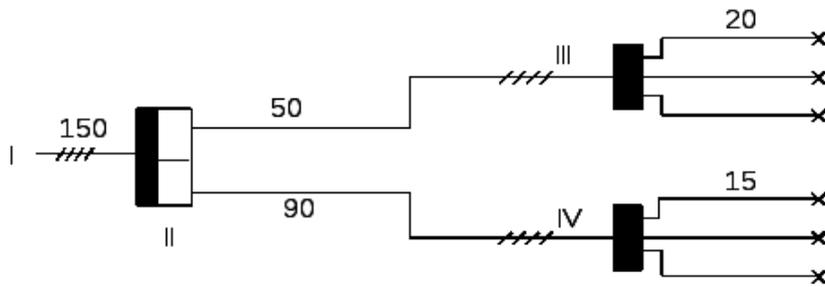


Рисунок 2 - Пример расчёта сети электрического освещения

$$M_{I-II} = \sum M + \sum \square m = 7,2 \cdot 150 + 3,6 \cdot 50 + 3,6 \cdot 90 + 1,85(3 \cdot 24 + 3 \cdot 18) = 1817 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

Определяем сечение участка I – II:

$$F_{I-II} = M_{I-II} / C \cdot \Delta U = 1817 / 72 \cdot 5,5 = 4,7 \text{ мм}^2$$

(коэффициент  $C = 72$  по табл.2).

Принимаем стандартное сечение  $6 \text{ мм}^2$  и проверяем фактическую потерю напряжения на данном участке

$$\Delta U = 7,2 \cdot 150 / 72 \cdot 6 = 2,3\%$$

1. Определяем сечение проводов участка II – IV (наиболее удалённого).

Приведенный расчётный момент

$$M_{II-IV} = 3,6 \cdot 90 + 1,85 \cdot 3 \cdot 18 = 424 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

Располагаемая потеря напряжения на участке

$$F_{II-IV} = 424 / 72 \cdot 3,2 = 1,7 \text{ мм}^2.$$

Принимаем стандартное сечение проводов  $2,5 \text{ мм}^2$  и проверяем потерю напряжения на участке II – IV

$$\Delta U = 3,6 \cdot 90 / 77 \cdot 2,5 = 1,7\%$$

1. Определяем сечение проводов групповой сети, для которой располагаемая (оставшаяся) потеря напряжения

$$\Delta U = 5,5 - 2,3 - 1,7 = 1,5\%$$

Тогда сечение групповой сети

$$F = 1,2 \cdot 15 / 12,8 \cdot 1,5 = 1 \text{ мм}^2$$

( $C = 12$  по табл2).

Выбираем  $S_{\text{стан.}} = 2,5 \text{ мм}^2$ .

При расчёте приведённого момента групповой сети учитывались длины проводов к лампам.

По ПУЭ для осветительной сети применяется медь, с минимальным сечением  $S = 2,5 \text{ мм}^2$ .

Тогда для выполнения условия селективности необходимо увеличить сечение проводов на участке  $S_{II-IV}$  на одну ступень выше  $S_{\text{стан.}} = 4 \text{ мм}^2$

Таблица 1 - Допустимая потеря напряжения в осветительных сетях

Мощность трансформатора, кВт · А	Коэффициент загрузки трансформатора, β	Потеря напряжения %, при коэффициенте мощности нагрузки, равном cos φ						
		1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
160	0,95	5,9	4,8	4,4	3,9	3,6	3,4	3,3
	0,9	6,0	5,0	4,5	4,0	3,9	3,6	3,5
	0,8	6,1	5,2	4,9	4,5	4,2	4,1	4,0
	0,7	6,3	5,5	5,3	4,8	4,6	4,5	4,4
	0,6	6,5	5,8	5,5	5,2	5,0	5,0	4,9

	0,5	6,7	6,1	5,8	5,6	5,4	5,4	5,3
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Продолжение таблицы 1

Мощность трансформатора, кВ·А	Коэффициент загрузки трансформатора, $\beta$	Потеря напряжения %, при коэффициенте мощности нагрузки,						
		1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
250	0,95	6,1	5,0	4,2	4,0	3,7	3,5	3,3
	0,9	6,2	5,1	4,6	4,1	3,9	3,7	3,5
	0,8	6,3	5,3	5,0	4,5	4,3	4,1	4,0
	0,7	6,5	5,6	5,4	4,9	4,7	4,5	4,4
	0,6	6,6	5,9	5,6	5,3	5,1	5,0	4,9
	0,5	6,8	6,2	5,9	5,6	5,5	5,4	5,3
	0,95	6,2	5,0	4,5	4,0	3,4	3,5	3,3
	0,9	6,3	5,2	4,7	4,2	3,9	3,7	3,6
	0,8	6,4	5,4	5,0	4,6	4,3	4,1	4,0
	0,7	6,5	5,7	5,4	4,9	4,7	4,6	4,4
	0,6	6,6	5,9	5,7	5,3	5,1	5,0	4,9
	0,5	6,8	6,2	5,9	5,7	5,5	5,4	5,3
630	0,95	6,4	4,9	4,3	3,5	3,0	2,8	2,6
	0,9	6,4	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	2,8
	0,8	6,5	5,2	4,8	4,1	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,7	5,6	5,2	4,6	4,3	4,0	3,9
	0,6	6,7	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,4
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,5	5,2	5,0	4,9
1000	0,95	6,2	4,8	4,2	3,5	3,0	2,8	2,5
	0,9	6,3	4,9	4,3	3,7	3,3	3,0	2,8
	0,8	6,5	5,2	4,7	4,2	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,6	5,5	5,1	4,5	4,2	4,0	3,8
	0,6	6,7	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,3
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,4	5,2	5,0	4,9
1600	0,95	6,3	4,8	4,2	3,5	3,0	2,6	2,5
	0,9	6,4	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	2,7
	0,8	6,5	5,2	4,8	4,2	3,8	3,5	3,3

Продолжение таблицы 1

	0,7	6,6	5,6	5,1	4,6	4,2	4,0	3,8
	0,6	6,8	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,4
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,4	5,2	5,0	4,8
2500	0,95	6,4	4,9	4,4	3,7	3,2	2,9	2,6
	0,9	6,5	5,1	4,5	3,9	3,4	3,1	2,9
	0,8	6,6	5,3	4,9	4,3	3,8	3,6	3,4
	0,7	6,7	5,6	5,2	4,7	4,3	4,1	3,9
	0,6	6,9	5,9	5,5	5,1	4,8	4,6	4,4
	0,5	7,0	6,2	5,9	5,5	5,2	5,1	5,0

Таблица 2 – Значения коэффициентов  $C$ , входящих в формулы для расчета сетей по потере напряжения

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Значение коэффициента $C$ для проводников	
		медных	алюминиевых
380/220	Трехфазная с нулем	72	44
380	Трехфазная без нуля	72	44
220/127	Трехфазная с нулем	24	14,7
220	Трехфазная без нуля	24	14,7
36		0,648	0,396
24		0,288	0,176
12		0,072	0,044
380/220	Двухфазная с нулем	32	19,5
220/127		10,7	6,5
	Двухпроводная переменного или постоянного тока	медных	алюминиевых
220		12	7,4
127		4	2,46
36		0,324	0,198
24		0,144	0,088
12		0,036	0,022

Таблица 3 – Значения коэффициентов приведения моментов  $\alpha$

Линия	Ответвление	Коэффициент приведения моментов $\alpha$
Трехфазная с нулем	Однофазное	1,85
Трехфазная с нулем	Двухфазное с нулем	1,39
Двухфазная с нулем	Однофазное	1,33
Трехфазная без нуля	Двухпроводное	1,15

Таблица 4 – Стандартные сечения

Материал проводника	Сечения проводника $S$ , мм <sup>2</sup>													
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Алюминий	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Медь	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185

Таблица 5 - Задание на практическую работу

№№ варианта	Мощность трансфор матора кВ*А	Коэффициент загрузки трансфор матора, β	Cos φ	N схемы	Материал проводника	U-е сети	Система сети	Система ответвления
1	1600	0,5	1,0	2	медь	380/220	3ф +0	Ф + 0
2	250	0,5	1,0	3	алюминий	220/127	3ф +0	2ф
3	1000	0,5	0,95	4	алюминий	380/220	3ф +0	Ф + 0
4	400	0,95	1,0	2	медь	380/220	3ф +0	2ф + 0
5	1600	0,9	1,0	3	медь	220/127	3ф	2ф
6	250	0,5	0,7	4	алюминий	220/127	3ф +0	Ф + 0
7	1000	0,9	1,0	2	алюминий	220/127	3ф	2ф
8	400	0,5	0,8	3	алюминий	220/127	2ф + 0	Ф + 0
9	630	0,95	1,0	4	медь	380/220	3ф +0	Ф + 0
10	1600	0,8	1,0	2	медь	380/220	3ф +0	Ф + 0
11	250	0,6	0,95	3	медь	3ф +0	Ф + 0	Ф + 0
12	1000	0,7	0,95	4	алюминий	380/220	3ф +0	2Ф + 0
13	400	0,8	1,0	2	медь	220/127	2ф +0	Ф + 0
14	630	0,95	1,0	3	алюминий	220/127	3ф	2ф
15	1600	0,6	1,0	4	медь	220/127	3ф	2Ф
16	250	0,8	1,0	2	алюминий	220/127	3ф + 0	Ф +0
17	1600	0,8	0,95	3	медь	380/220	3ф +0	2Ф + 0
18	400	0,6	0,5	4	медь	380/220	3ф +0	Ф + 0
19	630	0,6	0,95	2	алюминий	380/220	3ф +0	Ф + 0
20	1600	0,95	1,0	3	алюминий	380/220	3ф +0	Ф +0
21	250	0,95	1,0	4	алюминий	220/127	3ф	2ф
22	1000	0,95	1,0	2	медь	220/127	2ф +0	Ф + 0
23	400	0,5	0,9	3	медь	220/127	3ф	2Ф
24	630	0,6	0,95	4	медь	220/127	3ф +0	2ф + 0
25	1600	0,5	0,9	2	алюминий	380/220	3ф +0	Ф + 0

Продолжение таблицы 5 - Задание на практическую работу

№№ варианта	Мощность одного ответвления, кВт			Количество ответвлений			Длина участков, м							
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	l <sub>6</sub>	l <sub>7</sub>	l <sub>8</sub>
1	1,6	0,8	1,0	3	9	3	10	70	60	15	25	5	10	-
2	1,0	1,5	2,0	6	3	9	40	40	50	70	5	10	15	6
3	2,4	2,0	2,2	6	3	3	20	30	60	15	20	15	20	
4	5,0	3,0	1,0	3	3	6	70	10	40	30	15	20	10	-
5	1,5	2,0	1,2	6	6	3	20	40	50	10	30	10	10	6
6	4,0	3,0	2,0	3	3	3	50	10	50	50	10	30	20	-
7	6,0	5,0	2,0	6	6	6	50	10	40	70	30	20	20	-
8	3,0	7,0	1,0	9	6	3	20	30	30	40	20	25	15	10
9	4,0	6,0	1,8	6	3	6	30	20	45	15	20	20	15	-
10	2,0	7,0	3,0	6	9	3	30	40	50	60	15	25	25	-
11	1,6	5,0	2,0	3	6	9	10	40	60	15	30	25	15	20
12	4,0	6,0	1,5	3	6	3	50	40	30	20	20	15	10	-
13	4,0	1,0	1,2	6	3	4	25	60	20	5	15	15	10	-

14	3,0	2,0	5,0	9	3	6	20	20	70	50	15	15	15	20
15	3,6	1,8	4,2	3	9	6	70	40	30	15	20	20	20	
16	2,0	2,4	3,0	9	6	3	40	10	20	30	10	25	5	-
17	5,0	3,0	2,0	3	6	3	15	50	50	20	25	15	10	5
18	2,0	1,8	2,2	9	9	9	10	70	10	40	20	20	20	-
19	4,0	4,0	4,0	6	6	6	40	60	80	70	20	15	10	-
20	6,0	9,0	1,8	9	3	9	30	20	40	30	15	10	15	5
21	7,0	4,5	2,0	3	6	4	35	10	70	25	10	10	10	-
22	1,5	3,0	4,5	9	6	3	5	70	40	30	30	30	30	-
23	1,0	2,0	1,0	9	6	9	50	50	40	40	30	15	15	15
24	2,0	2,0	5,0	6	6	3	10	40	60	50	15	25	20	-
25	6,0	6,0	3,0	6	3	3	40	30	40	30	5	10	15	-

**МДК 01.01 Технология электромонтажных и сборочных работ устройств электроснабжения и электрооборудования**

**Раздел 3. (ПК1.3) Принятие в эксплуатацию электрические аппараты, электрические машины, электрооборудование трансформаторных подстанций и цеховое электрооборудование**

**Задание 7**

**Проверяемые результаты:** ПК1.3: 31,32,33,34,35,36; У1,У7,У8,У10,У11

**Тема 3.1. Эксплуатация электроустановок**

**Практическая работа № 7**

**Порядок приемки электроустановки в эксплуатацию. Анализ признаков неисправностей в электроустановках**

**Цель:**

1. Проведение анализа признаков неисправностей в электроустановках.
2. Изучение ПТЭЭП раздел 1 гл. «Приемка в эксплуатацию электроустановок»

**Оборудование:** Конспект. Ресурсы интернет:

<http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/1264-prichiny-povrezhdenija-kabelnykh-i.html>

**Ход работы**

1. Изучить материал по данной теме.
2. Составить вопросы и ответы по конспекту.
3. Приведите несколько примеров повреждения электросиловых и осветительных систем

**Конспект**

**Причины неисправности электросиловых и осветительных систем**

Устройства релейной защиты предназначены для защиты оборудования, в том числе линий электропередач от повреждения в результате возникновения аварийных ситуаций: короткое замыкание, перегрузка, замыкание на землю. Отказ работы устройств релейной защиты. Некорректная работа защитного устройства, например, по причине сбоя программного обеспечения микропроцессорного терминала защит, отказа одного из реле электромеханической защиты или по причине неправильного выбора уставки срабатывания защиты.

Следующая причина – нарушение целостности изоляции: изоляторов воздушных линий электропередач, кабеля. Основная причина – естественное старение изоляции.

Повреждение линий электропередач по причине нарушения целостности изоляции происходит, в основном на оборудовании, срок эксплуатации которого истек. Механическое повреждение или длительная работа линии в режиме перегрузки.

Кабельная линия может повредиться в результате случайного ее зацепления трактором при выемке грунта. Кабель, который не имеет защитной оболочки, может быть поврежден грызунами. На воздушных линиях электропередач из-за чрезмерного загрязнения гирлянд подвесных изоляторов произошло перекрытие фазы на землю, что привело к повреждению линии.

Воздействие агрессивных условий окружающей среды, плохие погодные условия. К агрессивным условиям окружающей среды можно отнести чрезмерное снижение или увеличение температуры воздуха, повышенное загрязнение, воздействие химических веществ и др.

Что касается погодных условий, то основными причинами повреждения линий электропередач является: сильный ветер, буря, снегопад, оледенение проводов, молния. Например, в результате сильного ветра упало дерево на воздушную линию электропередач и порвало провода.

Кабель проложен в помещении, где в открытом виде хранятся агрессивные химические вещества, их периодическое попадание на кабель привело к разрушению его изоляции. В результате удара молнии и разрушению разрядников произошло перенапряжение, что привело к повреждению линии электропередач.

Помимо грозových (внешних) перенапряжений бывают коммутационные (внутренние) перенапряжения, которые возникают из-за резких скачков нагрузки, при феррорезонансных явлениях, при снятии и подаче напряжения на линию электропередач. Повреждение линии электропередач по причине возникновения перенапряжения обусловлено тем, что изоляция данной линии рассчитана на работу при определенном значении напряжения, а при значительном увеличении напряжения происходит пробой изоляции, что приводит к короткому замыканию и возможному повреждению линии электропередач.

Следующая причина – ошибки персонала при монтаже линии, в том числе наличие дефектов в концевых заделках и соединительных муфтах. Бывают также случаи, когда линии электропередач повреждаются из-за производственных дефектов.

- Общее освещение подразумевает, что все рабочие зоны в помещении получают свет от одной общей установки. Поскольку использование общего освещения создает глубокие тени, опасность травмирования и другие неблагоприятные факторы, то использование только его одного не допустимо. Требуется добавление местного освещения, которое сосредотачивает световой поток непосредственно на рабочих местах, локально. Тогда это уже будет называться комбинированным освещением.

- контроль работы осветительной сети;
- замена электроламп;
- замена и ремонт светильников;
- замена и ремонт пусковой аппаратуры;
- инженерно-техническое обслуживание щитов основного и аварийного освещения;
- очистка светильников;
- замена автоматов;
- ремонт и замена выключателей;
- выявление мест повреждения электропроводки и последующее устранение неисправностей;
- контроль сопротивления изоляции кабелей;
- содержание сетей освещения в соответствии с ПТЭ, ПУЭ, ППБ, а также межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок

В зависимости от требований к содержанию осветительных приборов в исправном и работоспособном состоянии, сервисное обслуживание систем освещения может выполняться с разной периодичностью: ежедневно, еженедельно, ежегодно.

**Сделайте вывод:** В результате выполненной работы я познакомился....

## **ПТЭЭП. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей**

### **Раздел 1. Организация эксплуатации электроустановок**

#### **Глава 1.3. Приемка в эксплуатацию электроустановок**

1.3.1. Новые или реконструированные электроустановки и пусковые комплексы должны быть приняты в эксплуатацию в порядке, изложенном в настоящих Правилах и других нормативных документах.

1.3.2. До начала монтажа или реконструкции электроустановок, необходимо:

- получить технические условия в энергоснабжающей организации;
- выполнить проектную документацию;
- согласовать проектную документацию с энергоснабжающей организацией, выдавшей технические условия, и органом государственного энергетического надзора.

1.3.3. Перед приемкой в эксплуатацию электроустановок должны быть проведены:

- в период строительства и монтажа энергообъекта — промежуточные приемки узлов оборудования и сооружений, в том числе скрытых работ;
- приемосдаточные испытания оборудования и пусконаладочные испытания отдельных систем электроустановок;
- комплексное опробование оборудования.

1.3.4. Приемосдаточные испытания оборудования и пусконаладочные испытания отдельных систем должны проводиться по проектным схемам подрядчиком (генподрядчиком) с привлечением персонала заказчика после окончания всех строительных и монтажных работ по сдаваемой электроустановке, а комплексное опробование должно быть проведено заказчиком.

1.3.5. Перед приемосдаточными и пусконаладочными испытаниями и комплексным опробованием оборудования должно быть проверено выполнение настоящих Правил, правил устройства электроустановок, строительных норм и правил, государственных стандартов, правил безопасности труда, правил взрыво- и пожаробезопасности, указаний заводов-изготовителей, инструкций по монтажу оборудования.

1.3.6. Для проведения пусконаладочных работ и опробования электрооборудования допускается включение электроустановок по проектной схеме на основании временного разрешения, выданного органами госэнергонадзора.

1.3.7. При комплексном опробовании оборудования должна быть проверена работоспособность оборудования и технологических схем, безопасность их эксплуатации; проведены проверка и настройка всех систем контроля и управления, устройств защиты и блокировок, устройств сигнализации и контрольно-измерительных приборов. Комплексное опробование считается проведенным при условии нормальной и непрерывной работы основного и вспомогательного оборудования в течение 72 ч, а линий электропередачи — в течение 24 ч.

1.3.8. Дефекты и недоделки, допущенные в ходе строительства и монтажа, а также дефекты оборудования, выявленные в процессе приемосдаточных и пусконаладочных испытаний, комплексного опробования электроустановок, должны быть устранены. Приемка в эксплуатацию электроустановок с дефектами и недоделками не допускается.

1.3.9. Перед опробованием и приемкой должны быть подготовлены условия для надежной и безопасной эксплуатации энергообъекта:

- укомплектован, обучен (с проверкой знаний) электротехнический и электротехнологический персонал;
- разработаны и утверждены эксплуатационные инструкции, инструкции по охране труда и оперативные схемы, техническая документация по учету и отчетности;
- подготовлены и испытаны защитные средства, инструмент, запасные части и материалы;
- введены в действие средства связи, сигнализации и пожаротушения, аварийного освещения и вентиляции.

1.3.10. Перед допуском в эксплуатацию электроустановки должны быть приняты Потребителем (заказчиком) в установленном порядке.

1.3.11. Подача напряжения на электроустановки производится только после получения разрешения от органов госэнергонадзора и на основании договора на электроснабжение между Потребителем и энергоснабжающей организацией.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие работы должны быть проведены перед приемкой в эксплуатацию электроустановок?
2. В каких случаях не допускается приемка в эксплуатацию электроустановок?

3. Какие условия должны быть подготовлены для надежной и безопасной эксплуатации энергообъекта?

**МДК 01.01 Технология электромонтажных и сборочных работ устройств электроснабжения и электрооборудования**

**Раздел 4.(ПК1.4) Производство оперативных переключений и испытаний устройств электроснабжения и электрооборудования**

**Задание 8**

**Проверяемые результаты:** ПК1.4: 31,33,34,36,39;У7,У8,У11

**Тема 4.1.** Производство оперативных переключений и испытаний устройств электроснабжения и электрооборудования

**Практическая работа № 8**

**Изучение правила по переключениям в электроустановках. Анализ ошибочных действий оперативного персонала**

**Цель работы:** изучение организации и порядка производства переключений в электрических установках станций и подстанций

**Теоретическая часть**

**Оперативные переключения** - действия коммутационными аппаратами, имеющие целью изменение схемы электроустановки или состояния оборудования.

**Бланк переключений** - основной оперативный документ, которым пользуется оперативный персонал непосредственно на месте выполнения переключений, и где поочередно указаны все операции с силовым оборудованием, в цепях РЗА, устройствах ПА и основные проверочные действия.

**Программа переключений** - оперативный документ с планом упорядоченной последовательности работ, направленных на решение конкретной задачи по переключениям в электроустановках разных уровней управления и разных энергообъектов или во время испытаний и ввода нового оборудования.

**Распределительная сеть** - электрическая сеть, распределяющая электрическую энергию между пунктами потребления.

**Фазировка** - определение соответствия фаз на одноименных зажимах коммутационного аппарата, включением которого может быть осуществлена параллельная работа сетей.

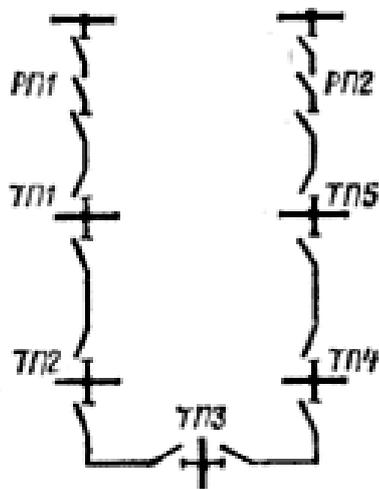
Оперативные переключения в распределительных устройствах промышленных предприятий являются ответственными операциями. **Ошибки**, допущенные при этих операциях, вызывают опасность воздействия дуги на обслуживающий персонал, перерывы в электроснабжении производственных механизмов и могут, наконец, привести к порче электрооборудования в распределительных устройствах. Перечень лиц, которым предоставлено право производить оперативные переключения, ограничивается и утверждается лицом, ответственным за электрохозяйство установки. Оперативные переключения производят по распоряжению лица, в ведении которого находится распределительное устройство. Дежурный, которому предстоит осуществить оперативное переключение, на основе полученного распоряжения продумывает предстоящие действия. После этого он заполняет бланк переключений, в котором указывает последовательность предстоящих операций. Производить оперативные переключения без бланков переключений разрешается в особых случаях: при пожарах, несчастных случаях с людьми и ликвидации аварий. Выполнять оперативные переключения должна группа из двух человек, имеющих соответствующую квалификацию. Один из этой группы является непосредственным исполнителем оперативного переключения, а другой, старший по должности и квалификации, является наблюдающим и следит за правильностью действий исполнителя. Исполнителю перед выполнением переключения разъясняют порядок и последовательность предстоящих действий.

Особое внимание требуется при оперативных переключениях в распределительных устройствах, не имеющих блокировки разъединителей от неправильных действий. В этом случае требуется строгая последовательность оперативных действий, так как ее нарушение может помимо аварии создать опасность для исполнителя. Основное обстоятельство, которое необходимо помнить при переключениях, это то, что высоковольтный выключатель и разъединитель предназначены для разных функций: разъединитель не предназначен для отключения или включения электрической цепи с нагрузкой. Если его использовать для указанной цели, это приведет к образованию дуги, которая перебросится на соседние фазы, вызывая короткое замыкание. Замыкание и размыкание нагрузочной цепи является операцией, для которой предназначен силовой выключатель, имеющий специальное дугогасящее устройство. Перед тем как оперировать разъединителем, предварительно убеждаются, что выключатель действительно находится в отключенном положении. Включать разъединитель надо быстро, доводя операцию до конца даже при возникновении дуги при подходе ножа к неподвижному контакту. Отключать же разъединитель надо, наоборот, медленно; в случае появления дуги в начале операции разъединитель необходимо быстро и решительно включить обратно.

**При отключении воздушной или кабельной линии от сборных шин** в первую очередь разрывают электрическую цепь силовым выключателем и лишь после этого выключают разъединители, которые обеспечивают видимость разрыва цепи тока. При включении линии порядок действий обратный. Прежде всего включают разъединитель (выключатель отключен и цепь разомкнута), лишь после этого производится замыкание цепи силовым выключателем. При оперировании шинными и линейными разъединителями придерживаются следующей последовательности. При отключении линии (после разрыва цепи силовым выключателем) первым отключают линейный разъединитель и лишь после этого отключают шинный разъединитель. Такой порядок обуславливается тем, что оперирование линейным разъединителем при ошибочном (включенном) положении силового выключателя приведет к образованию дуги, которая вызовет срабатывание защиты и отключение соответствующего силового выключателя. Если же начать операцию с отключения шинного разъединителя, ошибочное положение силового выключателя приведет к развитию аварии — короткому замыканию на шинах. При включении линии осуществляется обратная последовательность операций. Первым включают шинный разъединитель и лишь после него линейный. При ошибочном (включенном) положении силового выключателя короткое замыкание может возникнуть при включении линейного разъединителя, а это приведет к срабатыванию защиты и отключению находящегося передним силового выключателя. По условиям техники безопасности при включении и отключении разъединителей необходимо пользоваться изолирующей штангой и диэлектрическими перчатками.

Иногда возникает необходимость рис.1 включить разъединитель в месте деления сети между двумя различными центрами питания. В этом случае два разных центра питания будут замкнуты на параллельную работу. Такая операция возможна только при условии, что ожидаемый уравнивающий ток не превысит 70 А и не вызовет отключение от максимальной токовой защиты выключателей, входящих в замыкаемую цепь. Сопротивление замыкаемой цепи подсчитывают заранее и указывают в бланке переключений. Разность потенциалов в месте включения разъединителей измеряют специальным прибором, после чего определяют уравнивающий ток.

**Рис.1. Схема участка сети напряжением 6—10 кВ**



**Пример.** Разность потенциалов между губкой и ножом разъединителя в месте замыкания составляет  $U = 100$  В, а сопротивление замыкаемой цепи  $Z = 2$  Ом. В этом случае  $I_{ур} = 100/2 = 50$  А, т. е. можно произвести переключение. Однако перед отключением разъединителей необходимо измерить токоизмерительными клещами ток в месте отключения, чтобы убедиться в том, что он действительно менее 70 А. Отключать уравнивающий ток можно не разъединителями, а масляными выключателями.

### Содержание отчета

1. Номер, тема и цель работы
2. Изучить теоретическую часть и выполнить конспект
3. Решить задачу по образцу, ответить на вопросы, сделать вывод.

#### *Критерии оценки практических работ*

Практические работы оцениваются по следующим критериям:

«**отлично**» – работа выполнена полностью в соответствии с заданием;

«**хорошо**» – работа выполнена полностью, но с недочетами: конечный результат выполнения работы не полностью совпадает с образцом; ошибки в расчетах, недочеты в оформлении;

«**удовлетворительно**» – работа выполнена на 60 – 70 %;

«**неудовлетворительно**» – работа не выполнена или обучающийся отказывается выполнять практическую работу.

#### **Информационное обеспечение обучения**

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

## Литература

### Основные печатные и/или электронные издания

1. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие / Н.В. Грунтович. — Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2023. — 271 с.: ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006952-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1930705>
2. Нестеренко, В.М. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Нестеренко В.М., Мысьянов А.М. - 16-е изд., стер. - Москва: Академия, 2022.- 592с.- — (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-0054-0448-0
3. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий / Н. К. Полуянович. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 396 с. — ISBN 978-5-507-46250-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/303443>
4. Сибикин, Ю. Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - 3-е изд. стер. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. - 463 с. - ISBN 978-5-4499-0766-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870844>
5. Сибикин, Ю. Д. Технология электромонтажных работ: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2023. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-631-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2124362>
6. Сидорова Л. Г. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций: учебное издание / Сидорова Л. Г. - Москва: Академия, 2023. - 320 с. (Профессии среднего профессионального образования). - URL: <https://academia-moscow.ru> - Текст: электронный

### Основные электронные издания

1. Карпицкий В Р Общий курс слесарного дела:учеб.пособ.- М.: НИЦ ИНФРА-М,2022.- 400с.<https://znanium.com/>
2. Долгих А И Слесарные работы: учеб.пособ.-М.:Альфа -М.,2016.-528с. <https://znanium.com/>
3. Сибикин Ю.Д. И др. Технология электромонтажных работ:уч.пособ.- М.Издательство Форум,2022.-352с. <https://znanium.com/>
4. Полищук В.И. Эксплуатация,диагностика и ремонт электрооборудования:уч.пособ.-М.:НИЦ-ИНФРА-М,2022.-190с. <https://znanium.com/>
5. Олифиренко Н А и др. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт электрооборудования <https://znanium.com/>
6. Сибикин Ю Д Справочник Электромонтажника:уч.пособ.- М:НИЦ-ИНФРА-М,2021.-412с. <https://znanium.com/>

### Дополнительные источники:

- 1.Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования, М. изд.центр «Академия», 2017
2. Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования М.: Изд.центр «Академия», 2016
- 3.Макаров В.А. «Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования станций и подстанций», М. изд.центр «Академия», 2015
- 4.Нестеренко Е.Ф.Обслуживание и ремонт электрооборудования электростанций и сетей, М. изд.центр «Академия», 2014
- 5.Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. Учебник. Книга 1 – М.: Академия, 2012
- 6.Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. Учебник. Книга 2 – М.: Академия, 2014.