

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
«БЕЛОГЛИНСКИЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

Комплект оценочных средств
для проведения квалификационного экзамена по
ПМ.02 Обслуживание и ремонт электропроводок
по профессии: 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию
электрооборудования в сельскохозяйственном производстве».

с. Белая Глина

2023г

Общие положения

Результатом освоения профессионального модуля является готовность обучающегося к выполнению вида профессиональной деятельности: технического обслуживания внутренних и наружных силовых и осветительных электропроводок а также их ремонт и составляющих его профессиональных компетенций, а также общих компетенций, формирующихся в процессе освоения ОПОП в целом.

Формой аттестации по профессиональному модулю является экзамен (квалификационный). Итогом экзамена является однозначное решение: вид профессиональной деятельности освоен / не освоен. Предпочтительной формой проведения экзамена предлагается:

- Практический экзамен,
- Защита отчета по практике.
- Письменная квалификационная работа

Формы промежуточной аттестации по профессиональному модулю

Элемент модуля	Форма контроля и оценивания	
	Промежуточная аттестация	Текущий контроль
МДК 02.01. Технология обслуживания и ремонта внутренних и наружных электропроводок	Дифференцированный зачет	Зачёты по темам
УП	Дифференцированный зачет	Тестовые задания
ПП	Дифференцированный зачет	Тестовые задания

I. Паспорт комплекта оценочных средств

1. Область применения комплекта оценочных средств

Комплект оценочных средств предназначен для оценки результатов

освоения ПМ. 02 Обслуживания и ремонт электропроводок

Результаты освоения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов и их критерии¹	Форма аттестации (в соответствии с учебным планом)
ПК 2.1 Выполнять монтаж силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности.	<ul style="list-style-type: none">- выполнение точности и скорости чтения технических чертежей;- выполнение скорости и качества анализа технологической документации;- способности проверять электрооборудование на соответствие чертежам, электрическим схемам, техническим условиям;- качественного выполнения приемосдаточных работ;- владение технологией запуска электрооборудования в работу после ремонта;- обоснованный выбор технологического оборудования, инструментов, приспособлений, мерительного и вспомогательного инструмента в условиях приемосдаточных работ;- соответствие выполненных работ требованиям ПУЭ, техническим условиям, технике безопасности.	Текущий контроль: <ul style="list-style-type: none">- устный и письменный опрос;- решение экономических задач;- тестирование по темам Итоговый контроль по разделу: <ul style="list-style-type: none">- письменная проверка знаний по разделу модуля.
ПК 2.2 Выполнять техническое обслуживание сельскохозяйственных производственных, силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности.	<ul style="list-style-type: none">- выполнение точности и скорости чтения технических чертежей;- выполнение скорости и качества анализа технологической документации;- качественного выполнения испытаний и пробного пуска электрических машин;- владение технологией выполнения испытаний и пробного пуска электрических машин;- обоснованный выбор технологического оборудования, инструментов, приспособлений, мерительного и вспомогательного	Текущий контроль: <ul style="list-style-type: none">- устный и письменный опрос;- решение ситуационных задач;- тестирование по темам- письменная проверка знаний по разделу модуля- выполнение рефератов, докладов;- оценка выполнения заданий для самостоятельной работы;- отчеты по практическим работам

	<p>инструмента при выполнении испытаний и пробного пуска электрических машин;</p> <ul style="list-style-type: none"> - соответствие выполненных работ требованиям ПУЭ, техническим условиям, технике безопасности. 	<p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный и письменный опрос; - решение ситуационных задач; - тестирование по темам МДК; - письменная проверка знаний по темам МДК; - выполнение рефератов, -отчёт по учебной практике - зачет по производственной практике; - комплексный экзамен по модулю
<p>ПК 2.3 Выполнять ремонт силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами</p>	<ul style="list-style-type: none"> - выполнение скорости и качества определения необходимости в настройке и регулировке контрольно-измерительных приборов и инструментов; - выполнение точности и скорости настройки и регулировки контрольно-измерительных приборов и инструментов; - владение технологией настройки, регулировки и технического обслуживания контрольно-измерительных приборов и инструментов; - обоснованный выбор технологического оборудования, инструментов, приспособлений, мерительного и вспомогательного инструмента при выполнении настройки и регулировки контрольно-измерительных приборов и инструментов; - соответствие выполненных работ требованиям ПУЭ, техническим условиям, технике безопасности. 	<p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный и письменный опрос; - решение ситуационных задач; - тестирование по темам - письменная проверка знаний по разделу модуля - выполнение рефератов, докладов; - оценка выполнения заданий для самостоятельной работы; - отчеты по практическим работам <p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный и письменный опрос; - решение ситуационных задач; - тестирование по темам МДК; - письменная проверка знаний по темам МДК; - выполнение рефератов, -отчёт по учебной практике - зачет по производственной практике; - комплексный экзамен по модулю

2. Подготовка к и защита проекта. Основные требования.

2.1 Квалификационный экзамен в форме защиты проектов и презентаций, формирует творческий подход к деятельности учащихся, что может быть обеспечено выбором темы работы, связанной с будущей его профессией.

2.2 Содержание проектов и презентаций должны давать возможность достаточно полно проверить комплекс умений по учебной дисциплине:

–монтажа производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–технического обслуживания производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–ремонта производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

уметь:

–производить расчет силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–выполнять размотку, разделку, прокладку силового кабеля;

–выполнять работы по снятию и разборке выключателей нагрузки и разъединителей;

–выполнять ремонт деталей электроустановок, чистку, смазку, установку на место и регулирование контактов и приводов;

–выполнять проверку заземления разъединителей и привода, правильности работы блокировки;

- выполнять монтаж и демонтаж пускорегулирующей и коммутационной аппаратуры;

–аппаратуры с разделкой и присоединением концов проводов;

–выполнять заделки конца кабеля различного вида, монтаж вводных устройств и соединительных муфт;

–выполнять зарядку, установку и присоединение к линии различных светильников;

–монтировать ячейки распределительных устройств с установкой аппаратуры;

–выполнять проверку цепей вторичной коммутации;

–выполнять монтаж электрофильтров;

–диагностировать неисправности производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–знать:

–назначение светотехнических и электротехнологических установок в сельском хозяйстве;

–принцип действия и особенности работы электропривода в условиях сельскохозяйственного производства;

–общие сведения о световой и лучистой энергии;

–характеристики осветительных приборов и аппаратуры;

–нормы освещенности;

–способы прокладки проводов и кабелей;

–приспособления и оборудование, применяемые при монтаже проводов, кабелей и электрооборудования;

–систему эксплуатации, методы и технологию наладки, ремонта и повышения надежности электрооборудования и средств автоматизации сельскохозяйственного производства;

–элементы и системы автоматики и телемеханики;

–виды дефектов сельскохозяйственных производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности, их признаки, причины, методы предупреждения и устранения;

–меры по профилактике ремонта сельскохозяйственных производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–порядок подготовки силовых и осветительных электропроводок, электродвигателей, трансформаторов, пускорегулирующей и защитной аппаратуры к работе в зимних и летних условиях;

–правила безопасности при ремонтных работах;

–порядок вывода в ремонт электрооборудования и допуска к ремонтным работам;

–правила поведения ремонтного персонала в распределительных устройствах и помещениях сельскохозяйственной организации;

2.3 При создании проектной работы учащиеся должны соблюдать определенные требования:

наличие действительно значимой проблемы (практической, научной, творческой, жизненной), для решения которой необходим исследовательский поиск;

самостоятельность разработчиков;

четкое структурирование работы с указанием сроков выполнения определенных работ и подведением промежуточных итогов – так дети учатся самостоятельно планировать и руководить своей деятельностью;

наличие конечного продукта, выхода проекта.

3 Критерии оценки квалификационного экзамена

Тема проекта должна быть:

- **Актуальной**, отражать проблемные вопросы современной науки, практики, соответствовать насущным запросам общества.
- **Содержательной**, информативной и достаточно разработанной в науке, чтобы по ней можно было найти литературу.
- **Опирается на материалы рабочих программы учебных дисциплин и вместе с тем содержать элемент новизны**, в какой-то степени выходить за рамки изученного.
- **Интересной** для учащихся, пробуждать любознательность и пытливость.

- **Проблемной**, содержать какой-либо спорный момент, подразумевать столкновение разных точек зрения на одну проблему.
- **Конкретной**. Объемные темы требуют освещения многих вопросов, чего не в состоянии сделать ученик. Название реферата должно быть ясным, четким, конкретным, не очень длинным и научнообразным. Оно должно отражать тему или проблему текста.

При выставлении оценки за работу рассматриваются следующие критерии:

1. Качество доклада: композиция, полнота представления работы, подходов, результатов; аргументированность, убедительность и убежденность.
2. Объём и глубина знаний по теме (или предмету), эрудиция, межпредметные связи.
3. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убедительность и убежденность, дружелюбность, стремление использовать ответы для успешного раскрытия темы и сильных сторон работы.
4. Деловые и волевые качества докладчика: ответственное решение, стремление к достижению высоких результатов, доброжелательность, контактность.

Общая сумма баллов, которую можно получить за полугодие

70-80 баллов – отлично 60-70 баллов – хорошо 50-60 баллов –
удовлетворительно

Итоговая сумма складывается из:

Оценка за Полугодие		Самостоятельная работа по проекту (5 видов)		Посещаемость уроков	
Количество баллов	Оценка	Каждая работа оценивается от 0 до 8 баллов по следующим критериям:		Количество баллов	% посещаемости
25 баллов	отлично	раскрыта заявленная тема, обучающийся ориентируется в теме	Мах 3 балла	5баллов	80-100%
20 баллов	хорошо	выполнены условия задания (количество	max 2 балла	4балла	60-80%

		страниц, слайдов, слов)			
15 баллов	Удовлет.	оформление	max 2 балла	3балла	40-60%
		аккуратность, грамотность –	max 1 балл	2балла	10-20%

Конспекты		Лабораторные работы за II-полугодие	
Количество баллов	% наличия конспектов	№№ практических работ выполнены и сданы	Количество баллов
5баллов	80-100%	5 работ	5баллов
4балла	60-80%	4 работ	4баллов
3балла	40-60%	3 работ	3баллов
2балла	10-20%	2 работ	2баллов
1балл	0-10%	1 работ	1баллов

Темы проектов квалификационного экзамена

	Тема	Опорные слова для раскрытия темы
Тема 1		
1.	Тема 1.1 Виды электропроводок	Электропроводка. Понятие электропроводки. Виды выполнения электропроводок
2.	Тема 1.2. Технология монтажа электропроводок	Монтаж электропроводок. Провода для открытых электропроводок. Провода для скрытых электропроводок. Инструменты, механизмы и приспособления для пробивных работ. Выполнение электропроводки на изоляторах. Троссовые электропроводки. Прокладка эл. проводки по стенам с креплением к струнам. Скрытая прокладка проводов. Магистральные и радиальные схемы. Схемы соединения электропроводок, параллельная работа электропроводок
3.	Тема 1.3. Технология монтажа скрытых электропроводок	Монтаж скрытых электропроводок. Техническое обслуживание внутренних электропроводок. Скрытая прокладка проводов. Технология монтажа скрытых электропроводок. Подвеска гибких кабелей. Понятие шинопроводы. Открытые и защищенные шинопроводы
4.	Тема 2. 1. Технология ремонта электропроводок в трубах	Ремонт электропроводок в трубах. Монтаж электропроводок в трубах. Перфорированные профили для крепления труб. Монтаж электропроводок в трубах. Применение гибких вводов. Наиболее характерные неисправности электропроводок, их причины. Питающие линии. Расчет номинальных данных УЗО. Расчет сечения токоведущих жил для электропроводок. Технологическая карта ревизии электропроводок
5.	Тема 2.2. Ремонт	

Условия выполнения задания

1. Соблюдение техники безопасности при работе в электролаборатории
2. Задания выполняются в практической форме в электромонтажной лаборатории.
3. Максимальное время выполнения задания 45 минут.
4. При выполнении задания используется литература «Академия», 2008.- 352 с.

Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн.1: Учебник для начального профессионального образования/Ю.Д. Сибикин .- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2009.- 208с.

Используются наглядное пособие, электроинструмент, электроизмерительные приборы, схемы, стенды, методические пособия, электроинструменты, действующий стенд

2.4. Пакет экзаменатора

ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА		
Тема проекта: Назначение светотехнических и электротехнических установок в сельском хозяйстве		
Результаты освоения	Критерии оценки результата	Отметка о выполнении
Презентация, курсовая работа и действующий стенд	<ul style="list-style-type: none">• Актуальной, отражать проблемные вопросы современной науки, практики, соответствовать насущным запросам общества.• Содержательной, информативной и достаточно разработанной в науке, чтобы по ней можно было найти литературу.• Опирается на материалы рабочих программы учебных дисциплин и вместе с тем содержать элемент новизны, в какой-то степени выходить за рамки изученного.• Интересной для учащихся, пробуждать любознательность и пытливость.• Проблемной, содержать какой-либо спорный момент, подразумевать столкновение разных точек зрения на одну проблему.• Конкретной. Объемные темы требуют освещения многих вопросов, чего не в состоянии сделать ученик. Название реферата должно быть ясным, четким, конкретным, не очень длинным и научнообразным. Оно должно отражать тему или проблему текста.	

Условия выполнения заданий		

Время выполнения задания мин./час. (если оно нормируется) 45 минут

Требования охраны труда: 5 минут инструктаж по технике безопасности, спецодежда, наличие инструктора и др.

Литература для экзаменуемых (справочная, методическая и др.) Методические рекомендации, справочники.

Дополнительная литература для экзаменатора (учебная, нормативная и т.п.) _____

РЕЦЕНЗИЯ

на комплект оценочных средств по профессиональному модулю (далее - ПМ)

ПМ.02 Обслуживание и ремонт электропроводок

(полное наименование дисциплины)

по профессии: 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве», выполненную преподавателем Н.В. Пучковой.

Комплект оценочных средств для проведения квалификационного экзамена по профессиональному модулю ПМ.02 Обслуживание и ремонт электропроводок, разработан на основе ФГОС СПО по профессии 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве»

Комплект оценочных средств (КОС) содержит:

1. Общие положения
2. Паспорт
3. Подготовка к и защита проекта. Основные требования.
4. Критерии оценки квалификационного экзамена
5. Пакет экзаменатора

Комплект оценочных средств по профессиональному модулю разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта по профессии 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве» укрупненной группы профессий: 35.00.00 и Сельское и рыбное хозяйство части основного вида профессиональной деятельности.

В результате овладения указанным видом деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающиеся в ходе освоения профессионального модуля должны иметь практический опыт: Выполнять монтаж силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности; выполнять техническое обслуживание сельскохозяйственных производственных, силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности; выполнять ремонт силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами.

Уметь: производить монтаж и наладку приборов освещения, сигнализации, контрольно-измерительных приборов, звуковой сигнализации и предохранителей в тракторах, автомобилях и сельскохозяйственной технике; подбирать электропривод для основных сельскохозяйственных машин и установок; производить монтаж и наладку элементов систем централизованного контроля и автоматизированного управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства; проводить утилизацию и ликвидацию отходов электрического хозяйства;

Знать: основные средства и способы механизации производственных процессов в растениеводстве и животноводстве; принцип действия и особенности работы электропривода в условиях сельскохозяйственного производства; назначение светотехнических и электротехнологических установок; технологические основы автоматизации и систему централизованного контроля и автоматизированного управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства.

Паспорт комплекта оценочных средств имеет содержательные связи общих и профессиональных компетенций с их компонентами (знаниями, умениями, элементами практического опыта) в контексте требований к результатам подготовки по программе квалификационного экзамена по профессиональному модулю ПМ.02 Обслуживание и ремонт электропроводок.

Объем комплекта оценочных средств в целом обеспечивает объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями, дает возможность определить соответствие студентов конкретной квалификационной характеристики.

Структура комплекта соответствует современным требованиям. Содержание каждого элемента разработано с достаточной степенью полноты и законченности.

Таким образом, рецензируемый комплект оценочных средств содержит все необходимые элементы рекомендуемой структуры, обладает достаточной полнотой и законченностью, является ценным практическим документом данного модуля

Содержание излагаемого материала соответствует современным представлениям в области электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве, используется научный подход.

Рекомендации, замечания _____

Заключение:

Комплект оценочных средств по ПМ.02 Обслуживание и ремонт электропроводок подготовлена на хорошем методическом уровне, с учетом ФГОС СПО и может быть использована для обеспечения проведения квалификационного экзамена по профессии 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве».

Рецензент:

Чубукин Дмитрий Сергеевич, главный инженер

Филиал ПАО «Россети Центр» «Микрофинансы»
И.О. Чубукин (наименование организации работодателя)
И.О. Чубукин (наименование организации работодателя)
Филиал ПАО «Россети Центр» «Микрофинансы»
Тихорецкая электротехническая сеть
БЕЛОУШИНСКИЙ РЭС
М.П.О. с. Белая Глина, ул. Красная, 105
Должность
И.О. Чубукин
(ФИО)

Дата 30.08.2023г

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
«БЕЛОГЛИНСКИЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

Комплект оценочных средств
для проведения квалификационного экзамена по
ПМ.03 Ремонт и наладка электродвигателей, генераторов,
трансформаторов, узко регулирующей и защитной аппаратуры
35.01.15 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в
сельскохозяйственном производстве.

с. Белая Глина

2023г.

Рассмотрена и согласована
цикловой методической комиссией
профессионального цикла
Протокол № 1
от 31.08 2023г.
Председатель ЦМК
профессионального цикла
Л.А. Чубукина / Чубукина Л.А

СОГЛАСОВАНА:
Заместитель директора по учебной
работе
/ Ионова А.В.



Организация разработчик: государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Краснодарского края «Белоглинский аграрно-технический техникум»

Разработчик программы: преподаватель Пучкова Надежда Владимировна.

Общие положения

Результатом освоения профессионального модуля является готовность обучающегося к выполнению вида профессиональной деятельности: технического обслуживания внутренних и наружных силовых и осветительных электропроводок а также их ремонт и составляющих его профессиональных компетенций, а также общих компетенций, формирующихся в процессе освоения ОПОП в целом.

Формой аттестации по профессиональному модулю является экзамен (квалификационный). Итогом экзамена является однозначное решение: вид профессиональной деятельности освоен / не освоен. Предпочтительной формой проведения экзамена предлагается:

- Практический экзамен,
- Защита отчета по практике.
- Письменная квалификационная работа

Формы промежуточной аттестации по профессиональному модулю ПМ0.3 Ремонт и наладка электродвигателей, генераторов, трансформаторов, узко регулирующей и защитной аппаратуры.

Элемент модуля	Форма контроля и оценивания	
	Промежуточная аттестация	Текущий контроль
МДК 03.01. Технология наладки электродвигателей, генераторов, трансформаторов, узко регулирующей и защитной аппаратуры	Дифференцированный зачет	Зачёты по темам

МДК.03.02 Технология капитального ремонта электродвигателей, генераторов, трансформаторов.	Дифференцированный зачет	Зачёты по темам
УП	Дифференцированный зачет	Тестовые задания
ПП	Дифференцированный зачет	Тестовые задания

I. Паспорт комплекта оценочных средств

1. Область применения комплекта оценочных средств

Комплект оценочных средств предназначен для оценки результатов освоения П.М.03 Ремонт и наладка электродвигателей, генераторов, трансформаторов, узко регулирующей и защитной аппаратуры.

Результаты освоения ¹ (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов и их критерии ²	Форма аттестации (в соответствии с учебным планом)
ПК1.Выполнять монтаж силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности.	<ul style="list-style-type: none"> - выполнение точности и скорости чтения технических чертежей; -выполнение скорости и качества анализа технологической документации; - выполнение способности проверять электрооборудование на соответствие чертежам, электрическим схемам, техническим условиям; -качественного выполнения приемосдаточных работ; - владение технологией запуска электрооборудования в работу после ремонта; - обоснованный выбор технологического оборудования, инструментов, приспособлений, мерительного и вспомогательного инструмента в условиях приемосдаточных работ; - соответствие выполненных работ 	<p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный и письменный опрос; - решение экономических задач; - тестирование по темам <p>Итоговый контроль по разделу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - письменная проверка знаний по разделу модуля.

	требованиям ПУЭ, техническим условиям, технике безопасности.	
ПК2.Выполнять техническое обслуживание сельскохозяйственных производственных, силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности.	<ul style="list-style-type: none"> -выполнение точности и скорости чтения технических чертежей; -выполнение скорости и качества анализа технологической документации; - качественного выполнения испытаний и пробного пуска электрических машин; - владение технологией выполнения испытаний и пробного пуска электрических машин; -обоснованный выбор технологического оборудования, инструментов, приспособлений, мерительного и вспомогательного инструмента при выполнении испытаний и пробного пуска электрических машин; - соответствие выполненных работ требованиям ПУЭ, техническим условиям, технике безопасности. 	<p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный и письменный опрос; - решение ситуационных задач; - тестирование по темам - письменная проверка знаний по разделу модуля - выполнение рефератов, докладов; -оценка выполнения заданий для самостоятельной работы; - отчеты по практическим работам <p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный и письменный опрос; - решение ситуационных задач; - тестирование по темам МДК; - письменная проверка знаний по темам МДК; - выполнение рефератов, -отчёт по учебной практике - зачет по производственной практике; - комплексный экзамен по модулю
ПК3.Выполнять ремонт силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности.	<ul style="list-style-type: none"> -выполнение скорости и качества определения необходимости в настройке и регулировке контрольно-измерительных приборов и инструментов; - выполнение точности и скорости настройки и регулировки контрольно-измерительных приборов и инструментов; - владение технологией настройки, регулировки и технического обслуживания контрольно-измерительных приборов и инструментов; -обоснованный выбор технологического оборудования, инструментов, приспособлений, 	<p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный и письменный опрос; - решение ситуационных задач; - тестирование по темам - письменная проверка знаний по разделу модуля - выполнение рефератов, докладов; - оценка выполнения заданий для самостоятельной работы; - отчеты по практическим работам <p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устный и письменный опрос; - решение ситуационных задач; - тестирование по темам МДК; - письменная проверка знаний по темам МДК;

	мерительного и вспомогательного инструмента при выполнении настройки и регулировки контрольно-измерительных приборов и инструментов; - соответствие выполненных работ требованиям ПУЭ, техническим условиям, технике безопасности.	- выполнение рефератов, -отчёт по учебной практике - зачет по производственной практике; - комплексный экзамен по модулю
--	---	---

2. Подготовка к и защита проекта. Основные требования.

2.1 Квалификационный экзамен в форме защиты проектов и презентаций, формирует творческий подход к деятельности учащихся, что может быть обеспечено выбором темы работы, связанной с будущей его профессией.

2.2 Содержание проектов и презентаций должны давать возможность достаточно полно проверить комплекс умений по учебной дисциплине:

–монтажа производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–технического обслуживания производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–ремонта производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

уметь:

–производить расчет силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–выполнять размотку, разделку, прокладку силового кабеля;

–выполнять работы по снятию и разборке выключателей нагрузки и разъединителей;

–выполнять ремонт деталей электроустановок, чистку, смазку, установку на место и регулирование контактов и приводов;

–выполнять проверку заземления разъединителей и привода, правильности работы блокировки;

- выполнять монтаж и демонтаж пускорегулирующей и коммутационной аппаратуры;

- аппаратуры с разделкой и присоединением концов проводов;
- выполнять заделки конца кабеля различного вида, монтаж вводных устройств и соединительных муфт;
- выполнять зарядку, установку и присоединение к линии различных светильников;
- монтировать ячейки распределительных устройств с установкой аппаратуры;
- выполнять проверку цепей вторичной коммутации;
- выполнять монтаж электрофильтров;
- диагностировать неисправности производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;
- знать:
 - назначение светотехнических и электротехнологических установок в сельском хозяйстве;
 - принцип действия и особенности работы электропривода в условиях сельскохозяйственного производства;
 - общие сведения о световой и лучистой энергии;
 - характеристики осветительных приборов и аппаратуры;
 - нормы освещенности;
 - способы прокладки проводов и кабелей;
 - приспособления и оборудование, применяемые при монтаже проводов, кабелей и электрооборудования;
 - систему эксплуатации, методы и технологию наладки, ремонта и повышения надежности электрооборудования и средств автоматизации сельскохозяйственного производства;
 - элементы и системы автоматики и телемеханики;
 - виды дефектов сельскохозяйственных производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности, их признаки, причины, методы предупреждения и устранения;

–меры по профилактике ремонта сельскохозяйственных производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

–порядок подготовки силовых и осветительных электропроводок, электродвигателей, трансформаторов, пускорегулирующей и защитной аппаратуры к работе в зимних и летних условиях;

–правила безопасности при ремонтных работах;

–порядок вывода в ремонт электрооборудования и допуска к ремонтным работам;

–правила поведения ремонтного персонала в распределительных устройствах и помещениях сельскохозяйственной организации;

2.3 При создании проектной работы учащиеся должны соблюдать определенные требования:

- наличие действительно значимой проблемы (практической, научной, творческой, жизненной), для решения которой необходим исследовательский поиск;
- самостоятельность разработчиков;
- четкое структурирование работы с указанием сроков выполнения определенных работ и подведением промежуточных итогов – так дети учатся самостоятельно планировать и руководить своей деятельностью;
- наличие конечного продукта, выхода проекта.

3 Критерии оценки квалификационного экзамена

Тема проекта должна быть:

- **Актуальной**, отражать проблемные вопросы современной науки, практики, соответствовать насущным запросам общества.
- **Содержательной**, информативной и достаточно разработанной в науке, чтобы по ней можно было найти литературу.
- **Опирается на материалы рабочих программы учебных дисциплин и вместе с тем содержать элемент новизны**, в какой-то степени выходить за рамки изученного.
- **Интересной** для учащихся, пробуждать любознательность и пытливость.
- **Проблемной**, содержать какой-либо спорный момент, подразумевать столкновение разных точек зрения на одну проблему.
- **Конкретной**. Объемные темы требуют освещения многих вопросов, чего не в состоянии сделать ученик. Название реферата

должно быть ясным, четким, конкретным, не очень длинным и наукообразным. Оно должно отражать тему или проблему текста.

При выставлении оценки за работу рассматриваются следующие критерии:

1. Качество доклада: композиция, полнота представления работы, подходов, результатов; аргументированность, убедительность и убежденность.
2. Объём и глубина знаний по теме (или предмету), эрудиция, меж предметные связи.
3. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убедительность и убежденность, дружелюбность, стремление использовать ответы для успешного раскрытия темы и сильных сторон работы.
4. Деловые и волевые качества докладчика: ответственное решение, стремление к достижению высоких результатов, доброжелательность, контактность.

Общая сумма баллов, которую можно получить за полугодие

70-80 баллов – отлично 60-70 баллов – хорошо 50-60 баллов – удовлетворительно

Итоговая сумма складывается из:

Оценка за I полугодие		Самостоятельная работа по проекту (5видов)		Посещаемость уроков	
Количество баллов	Оценка	Каждая работа оценивается от 0 до 8 баллов по следующим критериям:		Количество баллов	% посещаемости
25 баллов	отлично	раскрыта заявленная тема, обучающийся ориентируется в теме	Мах 3 балла	5баллов	80-100%
20 баллов	хорошо	выполнены условия задания (количество страниц, слайдов, слов)	тах 2 балла	4балла	60-80%
15 баллов	Удовлет.	оформление	тах 2 балла	3балла	40-60%
		аккуратность, грамотность –	тах 1 балл	2балла	10-20%

Конспекты		Лабораторные работы за II-полугодие	
Количество баллов	% наличия конспектов	№№ практических работ выполнены и сданы	Количество баллов
5баллов	80-100%	5 работ	5баллов
4балла	60-80%	4 работ	4баллов
3балла	40-60%	3 работ	3баллов
2балла	10-20%	2 работ	2баллов
1балл	0-10%	1 работ	1баллов

Темы проектов квалификационного экзамена

№	Тема	Опорные слова для раскрытия темы
Тема 1		
1.	МДК 03.01 Наладки электродвигателей, генераторов, трансформаторов, пускорегулирующей и защитной аппаратуры	
2.	Тема 1.1 Эксплуатация и ремонт электродвигателей, генераторов	Эксплуатация электрических двигателей. Подготовка электрических машин к пуску. Пуск двигателя. Маркировка выводных концов обмоток двигателя. Контроль нагрузки электрических машин. Факторы, влияющие на надежность работы электрических двигателей. Модернизация электродвигателей в процессе ремонта. Современные способы защиты электродвигателей, их применение. Виды ремонта электрических машин. Сроки их проведения. Объем текущего и капитального ремонта. Схемы технологического процесса ремонта короткозамкнутых электродвигателей.
3.	Тема 1.2. Технология наладки силовых трансформаторов	Силовые трансформаторы. Правила эксплуатации силовых трансформаторов. Устройства охлаждения трансформаторов. Заземление трансформаторов. Правила техники безопасности.
4.	Тема 2. 1. Технология ремонта электропроводок в трубах	Ремонт электропроводок в трубах. Монтаж электропроводок в трубах. Перфорированные профили для крепления труб. Монтаж электропроводок в трубах. Применение гибких вводов. Наиболее характерные неисправности электропроводок, их причины. Питающие линии. Расчет номинальных данных УЗО. Расчет сечения токоведущих жил для электропроводок. Технологическая карта ревизии электропроводок. Модернизация электродвигателей в процессе ремонта. Современные способы защиты электродвигателей, их применение. Виды ремонта электрических машин. Сроки их проведения. Объем текущего и капитального ремонта. Схемы технологического процесса ремонта короткозамкнутых электродвигателей.
5.	Тема 1.3. Технология наладки распределительных устройств	Распределительные устройства. Электрооборудование распределительных устройств. Монтаж распределительных устройств. Проведение профилактических испытаний распределительных устройств. Блокировочные устройства. Проведение профилактических испытаний блокировочных устройств. Правила техники безопасности.

6.	Тема 1.4. Технология наладки аккумуляторных установок	Аккумуляторные установки. Стадии монтажа аккумуляторных установок. Стадии монтажа масляных выключателей. Правила техники безопасности.
7.	МДК 03.02 Технология капитального ремонта электродвигателей, генераторов, трансформаторов, пускорегулирующей и защитной аппаратуры	
8.	Тема 2.1 Капитальный ремонт электродвигателей и генераторов	Ремонт электрических машин. Техническое обслуживание. Виды ремонта электрических машин, сроки их выполнения. Текущий ремонт. Объем капитального и текущего ремонта. Схемы технологического процесса.
9.	Тема 2.2. Разборка и дефектация оборудования	Оборудование. Предремонтные испытания. Ремонт сердечников и коллекторов. Пропитка обмоток статоров и роторов. Правила техники безопасности.
10.	Тема 2.3. Технология ремонта трансформаторов и электрических аппаратов	Ремонт трансформаторов и электрических аппаратов. Классификация ремонтов трансформаторов. Диагностика состояния и дефектация трансформаторов. Демонтаж активной части трансформатора. Установка изоляции и обмоток. Параллельная работа трансформаторов. Наиболее характерные неисправности трансформаторов, их причины. Правила техники безопасности.
11.	Тема 2.4. Капитальный ремонт и проверка электрических аппаратов	Проверка электрических аппаратов. Ремонт рубильников и переключателей. Ремонт предохранителей. Ремонт реостатов и резисторов. Ремонт аппаратуры пуска двигателей. Контрольные испытания электрических аппаратов. Правила техники безопасности.
12.	Тема 2.5. Ремонт распределительных устройств	Распределительные устройства. Назначение и классификация распределительных устройств. Типы, конструктивные выполнения распределительных устройств. Монтаж комплектных распределительных устройств. Заземление комплектных распределительных устройств. Правила техники безопасности.
13.	Тема 2.6. Ремонт электропроводок с учетом специализации предприятия	Специализация предприятия. Ремонт электропроводок для электроснабжения различных станков. Электрические схемы электропроводок для электроснабжения станков. Возможные неисправности электропроводок и их устранение. Электропроводки подъемно-транспортных устройств. Особенности основного и вспомогательного ремонта оборудования электропроводок подъемно-транспортных

		устройств. Электрические схемы электропроводок. Ремонт электропроводок. Электрооборудование электропроводок, дефекты, повреждения и их устранение. Правила техники безопасности.
14.	Тема 2.7. Ремонт распределительных устройств станций и подстанций	Распределительные устройства станций и подстанций. Ремонт аппаратов распределительных шкафов внутренней установки. Ремонт распределительных шкафов наружной установки трансформаторной подстанции. Ремонт основного оборудования комплексных трансформаторных подстанций. Правила техники безопасности.

Условия выполнения задания³

1. Соблюдение техники безопасности при работе в электролаборатории
2. Задания выполняются в практической форме в электромонтажной лаборатории.
3. Максимальное время выполнения задания 45 минут.
4. При выполнении задания используется литература «Академия», 2008.- 352 с.

Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн.1: Учебник для начального профессионального образования/Ю.Д. Сибикин .- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2009.- 208с.

Используются наглядное пособие, электроинструмент, электроизмерительные приборы, схемы, стенды, методические пособия, электроинструменты, действующий стенд.

2.4. Пакет экзаменатора

ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА		
Тема проекта: Назначение светотехнических и электротехнических установок в сельском хозяйстве		
Результаты освоения	Критерии оценки результата	Отметка о выполнении
Презентация, курсовая работа и действующий стенд	<ul style="list-style-type: none">• Актуальной, отражать проблемные вопросы современной науки, практики, соответствовать насущным запросам общества.• Содержательной, информативной и достаточно разработанной в науке, чтобы по ней можно было найти литературу.• Опирается на материалы рабочих программы учебных дисциплин и вместе с тем содержать элемент новизны, в какой-то степени выходить за рамки изученного.• Интересной для учащихся, пробуждать любознательность и пытливость.• Проблемной, содержать какой-либо спорный момент, подразумевать столкновение разных точек зрения на одну проблему.• Конкретной. Объемные темы	

	требуют освещения многих вопросов, чего не в состоянии сделать ученик. Название реферата должно быть ясным, четким, конкретным, не очень длинным и научнообразным. Оно должно отражать тему или проблему текста.	
--	--	--

Условия выполнения заданий

Время выполнения задания мин./час. (если оно нормируется) 45 минут

Требования охраны труда: 5 минут инструктаж по технике безопасности, спецодежда, наличие инструктора и др.

Литература для экзаменуемых (справочная, методическая и др.) Методические рекомендации, справочники.

Дополнительная литература для экзаменатора (учебная, нормативная и т.п.) _____

РЕЦЕНЗИЯ

на комплект оценочных средств по профессиональному модулю (далее - ПМ)
ПМ.03 Ремонт и наладка электродвигателей, генераторов, трансформаторов, узко
регулирующей и защитной аппаратуры

(полное наименование дисциплины)

по профессии: 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию
электрооборудования в сельскохозяйственном производстве», выполненную
преподавателем Н.В. Пучковой.

Комплект оценочных средств для проведения квалификационного экзамена по профессиональному модулю ПМ.03 Ремонт и наладка электродвигателей, генераторов, трансформаторов, узко регулирующей и защитной аппаратуры, разработан на основе ФГОС СПО по профессии 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве»

Комплект оценочных средств (КОС) содержит:

1. Паспорт комплекта оценочных средств
2. Подготовка к и защита проекта. Основные требования.
3. Критерии оценки квалификационного экзамена
4. Пакет экзаменатора

Комплект оценочных средств по профессиональному модулю разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта по профессии 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве» укрупненной группы профессий: 35.00.00 и Сельское и рыбное хозяйство части основного вида профессиональной деятельности.

В результате овладения указанным видом деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающиеся в ходе освоения профессионального модуля должны иметь практический опыт: монтажа производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности; технического обслуживания производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности; ремонта производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности.

Уметь: производить расчет силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности; выполнять размотку, разделку, прокладку силового кабеля; выполнять работы по снятию и разборке выключателей нагрузки и разъединителей; выполнять ремонт деталей электроустановок, чистку, смазку, установку на место и регулирование контактов и приводов; выполнять проверку заземления разъединителей и привода, правильности работы блокировки; выполнять монтаж и демонтаж пускорегулирующей и коммутационной аппаратуры; аппаратуры с разделкой и присоединением концов проводов; выполнять заделки конца кабеля различного вида, монтаж вводных устройств и соединительных муфт; выполнять зарядку, установку и присоединение к линии различных светильников; монтировать ячейки распределительных устройств с установкой аппаратуры; выполнять проверку цепей вторичной коммутации; выполнять монтаж электрофильтров; диагностировать неисправности производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности;

Знать: назначение светотехнических и электротехнологических установок в сельском хозяйстве; принцип действия и особенности работы электропривода в условиях сельскохозяйственного производства; общие сведения о световой и лучистой энергии; характеристики осветительных приборов и аппаратуры; нормы освещенности; способы прокладки проводов и кабелей; приспособления и оборудование, применяемые при монтаже проводов, кабелей и электрооборудования; систему эксплуатации, методы и

технологии наладки, ремонта и повышения надежности электрооборудования и средств автоматизации сельскохозяйственного производства; элементы и системы автоматики и телемеханики; виды дефектов сельскохозяйственных производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности, их признаки, причины, методы предупреждения и устранения; меры по профилактике ремонта сельскохозяйственных производственных силовых и осветительных электроустановок с электрическими схемами средней сложности; порядок подготовки силовых и осветительных электропроводок, электродвигателей, трансформаторов, пускорегулирующей и защитной аппаратуры к работе в зимних и летних условиях; правила безопасности при ремонтных работах; порядок вывода в ремонт электрооборудования и допуска к ремонтным работам; правила поведения ремонтного персонала в распределительных устройствах и помещениях сельскохозяйственной организации.

Паспорт комплекта оценочных средств имеет содержательные связи общих и профессиональных компетенций с их компонентами (знаниями, умениями, элементами практического опыта) в контексте требований к результатам подготовки по программе квалификационного экзамена по профессиональному модулю ПМ.03 Ремонт и наладка электродвигателей, генераторов, трансформаторов, узко регулирующей и защитной аппаратуры.

Объем комплекта оценочных средств в целом обеспечивает объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями, дает возможность определить соответствие студентов конкретной квалификационной характеристики.

Структура комплекта соответствует современным требованиям. Содержание каждого элемента разработано с достаточной степенью полноты и законченности.

Таким образом, рецензируемый комплект оценочных средств содержит все необходимые элементы рекомендуемой структуры, обладает достаточной полнотой и законченностью, является ценным практическим документом данного модуля

Содержание излагаемого материала соответствует современным представлениям в области электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве, используется научный подход.

Рекомендации, замечания _____

Заключение:

Комплект оценочных средств по ПМ.03 Ремонт и наладка электродвигателей, генераторов, трансформаторов, узко регулирующей и защитной аппаратуры подготовлена на хорошем методическом уровне, с учетом ФГОС СПО и может быть использована для обеспечения проведения квалификационного экзамена по профессии 35.01.15 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве».

Рецензент:

Чубукин Дмитрий Сергеевич, главный инженер

Филиал ПАО «Россети» «Белгородские электросети»
Тихорецкая энергетическая сеть
БЕЛГОРОДСКИЙ РЭС
405040, с. Белая Глина, ул. Красная, 105
(ФИО)

Дата 30.08.2023г

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
«БЕЛОГЛИНСКИЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

Комплект оценочных средств
для проведения квалификационного экзамена по
**ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности
электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и
автоматизированных систем сельскохозяйственной техники**
МДК.04.01. Управление структурным подразделением организации
(код и наименование дисциплины)
программы подготовки специалистов среднего звена (ИПССЗ)
по специальности:
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»
(код и наименование специальности)

с. Белая Глина
2023г

Рассмотрена и согласована
цикловой методической комиссией
профессионального цикла
Протокол № 1
от 31.08 2023г.
Председатель ЦМК
профессионального цикла
Л.А. Чубукина / Чубукина Л.А

СОГЛАСОВАНА:
Заместитель директора по учебной
работе
/ Ионова А.В.



Организация разработчик: государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Краснодарского края «Белоглинский аграрно-технический техникум»

Разработчик программы: преподаватель Пучкова Надежда Владимировна

1 Общие положения

1 Область применения

Комплект контрольно - измерительных материалов (КИМ) предназначен для проверки результатов освоения МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации» входящего в состав ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники, основной профессиональной образовательной программы (далее ОПОП) по специальности СПО 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

2. Объекты оценивания – результаты освоения МДК

КИМ позволяет оценить следующие результаты освоения МДК 04.01 в соответствии с ФГОС специальности 35.02.08 и рабочей программой ПМ 04:

иметь практический опыт:

- участия в планировании и анализе производственных показателей организации отрасли и структурного подразделения;
- участия в управлении трудовым коллективом;
- ведения документации установленного образца;

уметь:

- рассчитывать по принятой методике основные производственные показатели электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей ;
- планировать работу исполнителей;
- инструктировать и контролировать исполнителей на всех стадиях работ;
- подбирать и осуществлять мероприятия по мотивации и стимулированию персонала;
- оценивать качество выполняемых работ;

знать:

- основы организации электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей;
- структуру организации и руководимого подразделения;
- характер взаимодействия с другими подразделениями;
- функциональные обязанности работников и руководителей;
- основные производственные показатели работы организации отрасли и его структурных подразделений;
- методы планирования, контроля и оценки работ исполнителей;
- виды, формы и методы мотивации персонала, в т. ч. материальное и нематериальное стимулирование работников;
- методы оценивания качества выполняемых работ;
- правила первичного документооборота, учета и отчетности.

Вышеперечисленные умения, знания и практический опыт направлены на формирование у студентов следующих **профессиональных и общих компетенций**:

ПК 4.1. Участвовать в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и

автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 4.2. Планировать выполнение работ исполнителями.

ПК 4.3. Организовывать работу трудового коллектива.

ПК 4.4. Контролировать ход и оценивать результаты выполнения работ исполнителями.

ПК 4.5. Вести утвержденную учетно-отчетную документацию.

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

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3 Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4 Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

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

ОК 6 Работать в коллективе и в команде, обеспечивать её сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7 Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9 Быть готовым к смене технологий и профессиональной деятельности.

3. Формы контроля и оценки результатов освоения

Контроль и оценка результатов освоения – это выявление, измерение и оценивание знаний, умений и формирующихся общих и профессиональных компетенций в рамках освоения МДК.

В соответствии с учебным планом специальности 35.02.08 Управление структурным подразделением организации, рабочей программой ПМ 04 Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и

автоматизированных систем сельскохозяйственной техники предусматривается текущий и промежуточный контроль.

3.1 Формы текущего контроля

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. Текущий контроль результатов освоения МДК 04.01 в соответствии с рабочей программой и календарно- тематическим планом происходит при использовании следующих форм контроля:

- выполнение и защита практических работ,
- проверка выполнения самостоятельной работы

Во время проведения учебных занятий дополнительно используются следующие формы текущего контроля – устный опрос, решение задач, тестирование по темам отдельных занятий.

Выполнение и защита практических работ. Практические работы проводятся с целью усвоения и закрепления практических умений и знаний. В ходе практической работы студенты приобретают умения предусмотренные рабочей программой ПМ 04 , учатся использовать формулы, и применять различные методики расчета параметров обработки металлов давлением, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

Список практических работ:

- *Практическая работа №1* Разработка организационной структуры электротехнической службы.
- *Практическая работа №2* Разработка управленческой структуры
- *Практическая работа №3* Разработка должностных инструкций руководителя и работников подразделения
- *Практическая работа №4* Деловая игра «Организация управления»

- *Практическая работа №5* Деловая игра «Применение методов управления и принятие управленческих решений»
- *Практическая работа №6* Проектирование структуры и определение размера капиталовложений в ремонтно -эксплуатационную базу.
- *Практическая работа №7* Определение штатной численности персонала электротехнической службы сельскохозяйственного предприятия
- *Практическая работа №8* Определение трудоемкости обслуживания электрохозяйства сельскохозяйственного предприятия
- *Практическая работа №9* Определение трудоемкости ремонта электрохозяйства сельскохозяйственного предприятия
- *Практическая работа №10* Определение планового годового фонда заработной платы персонала электротехнической службы сельскохозяйственного предприятия
- *Практическая работа №11* Разработка системы мотивации на примере конкретного предприятия

- *Практическая работа №12* Организация труда персонала электротехнической службы сельскохозяйственного предприятия
- *Практическая работа №13* Деловая игра «Аттестация персонала»
- *Практическая работа №14* Расчет производственных затрат по энергохозяйству
- *Практическая работа №15* Применение методики снижения себестоимости
- *Практическая работа № 16* Расчет годовой сметы на содержание энергохозяйства
- *Практическая работа № 17* Расчет годовой сметы на содержание энергохозяйства
- *Практическая работа № 18* Определение цены реализации основных видов услуг
- *Практическая работа № 19* Расчет дохода и прибыли организации
- *Практическая работа № 20* Расчет дохода и прибыли организации
- *Практическая работа № 21* Расчет рентабельности ЭЭП
- *Практическая работа № 22* Планирование годовой потребности сельскохозяйственного предприятия в электроэнергии
- *Практическая работа № 23* Анализ деятельности электротехнической службы на сельскохозяйственном предприятии
- *Практическая работа № 24* Проектирование состава ремонтно - эксплуатационной базы на ЭЭП
- *Практическая работа № 25* Определение капиталовложений в ЭЭП
- *Практическая работа № 26* Деловая игра «Организация производства»
- *Практическая работа № 27* Расчёт длительности производственного цикла и его оптимизация
- *Практическая работа № 28* Расчет нормы труда в сельском хозяйстве
- *Практическая работа № 29* Расчёт заработной платы различных категорий работников и фонда оплаты труда
- *Практическая работа № 30* Разработка бизнес- проекта ЭЭП.
- *Практическая работа № 31* Оценка финансовой состоятельности проекта
- *Практическая работа № 32* Оформление документации учета работы электрооборудования.
- *Практическая работа № 33* Составление схемы эффективного контроля.
- *Практическая работа № 34* Методика оценивания качества выполненных работ.
- *Практическая работа № 35* Деловая игра «Инвентаризация имущества»
Содержание и этапы проведения практических работ представлены в методических указаниях по проведению практических работ.

Проверка выполнения самостоятельной работы. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное освоение и закрепление студентами практических умений и знаний.

Самостоятельная подготовка студентов по МДК 04.01 предполагает следующие виды и формы работы:

- Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы.

- Самостоятельное изучение материала и конспектирование лекций по учебной и специальной технической литературе.
- Написание и защита доклада; подготовка к сообщению или беседе на занятии по заданной преподавателем теме.
- Выполнение расчетных заданий.
- Работа со справочной литературой и нормативными материалами.
- Оформление отчетов по практическим работам, и подготовка к их защите.
- Подготовка к контрольным работам, экзамену.

Задания на выполнение самостоятельной работы представлены в методических рекомендациях по организации и проведению самостоятельной работы студентов.

Вопросы для устного опроса, примеры задач по темам отдельных занятий представлены в методических рекомендациях по организации и проведению самостоятельной работы студентов.

3.2 Форма промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»– экзамен, спецификация которого содержится в данном КИМ.

Студенты допускаются к сдаче экзамена при выполнении всех видов самостоятельной работы и практических работ, предусмотренных рабочей программой и календарно-тематическим планом МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации».

4 Система оценивания КИМ текущего контроля и промежуточной аттестации

При оценивании практической и самостоятельной работы студента учитывается следующее:

- качество выполнения практической части практической работы;
- качество оформления отчета по практической работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Каждый вид работы оценивается по 5-ти бальной шкале.

«5» (отлично) – за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; за умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«3» (удовлетворительно) – если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

«2» (неудовлетворительно) – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

**Спецификация экзамена
по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением
организации».**

Назначение экзамена – оценить уровень подготовки студентов по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации» ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники с целью установления их готовности к дальнейшему усвоению ПМ 04и ОПОП специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Содержание экзамена определяется в соответствии с ФГОС СПО специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства», рабочей программой ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники

2. Принципы отбора содержания экзамена:

Ориентация на требования к результатам освоения МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации» ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники , представленным в соответствии с ФГОС СПО специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» и рабочей программой ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники:

Профессиональные компетенции:

ПК 4.1. Участвовать в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 4.2. Планировать выполнение работ исполнителями.

ПК 4.3. Организовывать работу трудового коллектива.

ПК 4.4. Контролировать ход и оценивать результаты выполнения работ исполнителями.

ПК 4.5. Вести утвержденную учетно-отчетную документацию.

иметь практический опыт:

-участия в планировании и анализе производственных показателей организации отрасли и структурного подразделения;

- участия в управлении трудовым коллективом;

- ведения документации установленного образца;

уметь:

- рассчитывать по принятой методике основные производственные показатели электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей ;
- планировать работу исполнителей;
- инструктировать и контролировать исполнителей на всех стадиях работ;
- подбирать и осуществлять мероприятия по мотивации и стимулированию персонала;
- оценивать качество выполняемых работ;

знать:

- основы организации электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей;
- структуру организации и руководимого подразделения;
- характер взаимодействия с другими подразделениями;
- функциональные обязанности работников и руководителей;
- основные производственные показатели работы организации отрасли и его структурных подразделений;
- методы планирования, контроля и оценки работ исполнителей;
- виды, формы и методы мотивации персонала, в т. ч. материальное и нематериальное стимулирование работников;
- методы оценивания качества выполняемых работ;
- правила первичного документооборота, учета и отчетности.

3. Структура экзамена.

3.

1. Экзамен состоит из двух частей: первая часть содержит 2 теоретических вопроса , вторая часть содержит одну практическую задачу.
2. Задания (вопросы) экзамена дифференцируются по уровню сложности. Первая часть включает задания (вопросы), составляющие необходимый и достаточный минимум усвоения знаний и умений в соответствии с требованиями ФГОС СПО, рабочей программы ПМ 04 Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники. Вторая часть включает задания более высокого уровня сложности.
3. Задания экзамена предлагаются в традиционной форме (устный экзамен).
4. Билеты экзамена равноценны по трудности, одинаковы по структуре, параллельны по расположению заданий

Тематика экзаменационных вопросов первой части:

Первый и второй вопросы – теоретические, направленные на проверку знаний основных закономерностей теории обработки металлов давлением и объяснения с точки зрения теории явлений, технологических процессов происходящих при обработке давлением в производственных условиях.

Тематика экзаменационной практической задачи второй части:

Практическое задание, направленно на применение известных методик расчета для определения экономических показателей структурного подразделения

4 Система оценивания отдельных заданий (вопросов) и экзамена в целом

4.

5. Каждый теоретический вопрос и практическое задание экзамена в традиционной форме оценивается по 5-тибалльной шкале:
«5» (отлично) – за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; научно-понятийным аппаратом; за умение практически применять теоретические знания, качественно выполнять все виды лабораторных и практических работ, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа (в устной или письменной форме) на практико-ориентированные вопросы; обоснование собственного высказывания с точки зрения известных теоретических положений.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ (в устной или письменной форме), но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«3» (удовлетворительно) – если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

«2» (неудовлетворительно) – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания по междисциплинарным курсам, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

4.2 Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл по всем заданиям (вопросам).

4.3 Обязательным условием является выполнение всех трех заданий, а уровень владения материалом должен быть оценен не ниже чем на 3 балла

5 Время проведения экзамена

На подготовку к устному ответу на экзамене студенту отводится не более 50 минут. Время устного ответа студента на экзамене составляет 15 минут.

Инструкция для студентов

1 Форма проведения промежуточной аттестации по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации» ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности

электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники – экзамен в традиционной форме.

2 Принципы отбора содержания экзамена

Ориентация на требования к результатам освоения МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации» ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники:

Профессиональные компетенции:

ПК 4.1. Участвовать в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 4.2. Планировать выполнение работ исполнителями.

ПК 4.3. Организовывать работу трудового коллектива.

ПК 4.4. Контролировать ход и оценивать результаты выполнения работ исполнителями.

ПК 4.5. Вести утвержденную учетно-отчетную документацию.

иметь практический опыт:

- участия в планировании и анализе производственных показателей организации отрасли и структурного подразделения;
- участия в управлении трудовым коллективом;
- ведения документации установленного образца;

уметь:

- рассчитывать по принятой методике основные производственные показатели электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей ;
- планировать работу исполнителей;
- инструктировать и контролировать исполнителей на всех стадиях работ;
- подбирать и осуществлять мероприятия по мотивации и стимулированию персонала;
- оценивать качество выполняемых работ;

знать:

- основы организации электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей;
- структуру организации и руководимого подразделения;
- характер взаимодействия с другими подразделениями;
- функциональные обязанности работников и руководителей;
- основные производственные показатели работы организации отрасли и его структурных подразделений;
- методы планирования, контроля и оценки работ исполнителей;
- виды, формы и методы мотивации персонала, в т. ч. материальное и нематериальное стимулирование работников;
- методы оценивания качества выполняемых работ;

- правила первичного документооборота, учета и отчетности.

3 Структура экзамена

Экзамен состоит из двух частей : первая часть содержит 2 теоретических вопроса, вторая часть содержит 1 задачу.

Задания экзамена предлагаются в традиционной форме (устный экзамен) и приведены в приложении 1 КИМ.

Билеты экзамена равноценны по трудности, одинаковы по структуре, параллельны по расположению заданий.

Тематика экзаменационных вопросов первой части:

Первый и второй вопросы – теоретические, направленные на проверку знаний основных закономерностей теории обработки металлов давлением и объяснения с точки зрения теории явлений, технологических процессов происходящих при обработке давлением в производственных условиях.

Тематика экзаменационной практической задачи второй части:

Практическое задание, направленно на применение известных методик расчета для определения экономических показателей структурного подразделения

4. **Перечень разделов, тем МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации» входящего в состав ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники:**

Организация работы структурного подразделения: планирование, контроль и оценка результатов выполнения работ исполнителями:

- Организационно-экономические основы предприятий АПК
- Экономические ресурсы организации и их использование
- Основные показатели работы организации отрасли и его структурных подразделений
- Планирование деятельности структурного подразделения
- Контроль соблюдения технологических процессов.

5 Система оценивания отдельных заданий (вопросов) и экзамена в целом:

5.1 Каждый теоретический вопрос экзамена в традиционной форме оценивается по 5-тибалльной шкале:

«5» (отлично) – за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; научно-понятийным аппаратом; за умение практически применять теоретические знания, качественно выполнять все виды лабораторных и практических работ, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа (в устной или письменной форме) на практико-ориентированные вопросы; обоснование собственного высказывания с точки зрения известных теоретических положений.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ (в устной или письменной форме), но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«3» (удовлетворительно) – если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

«2» (неудовлетворительно) – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания по междисциплинарным курсам, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

5.2 Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл по всем заданиям (вопросам).

5.3 Обязательным условием является выполнение всех трех заданий из обязательной части, а уровень владения материалом должен быть оценен не ниже чем на 3 балла.

6 Время проведения экзамена

На подготовку к устному ответу на экзамене студенту отводится не более 40 минут. Время устного ответа студента на экзамене составляет 15 минут.

7 Рекомендации по подготовке к экзамену

При подготовке к экзамену рекомендуется использовать:

- учебники, имеющие гриф Министерства образования РФ:

Основные источники:

1. Основы экономики, менеджмента и маркетинга В.Д.Грибов М.: КНОРУС, 2018 г.

2. Управление персоналом Под.ред. А.М.Руденко Ростов н/Д: Феникс, 2017 г.

3. Экономика организации (предприятия) В.Д.Грибов В.П.Грузинов В.А.Кузьменко М.: КНОРУС, 2016 г.

4. Экономика организации (предприятия)-практика В.Д.Грибов В.П.Грузинов В.А.Кузьменко М.: КНОРУС, 2017 г.

Дополнительные источники:

5. Экономика и управление энергетическими предприятиями Под.ред. Кожевникова М.: «Академия»

6. Основы менеджмента Под.ред. Д.Д.Вачугова М.: «Высшая школа», 2002г.

7. Менеджмент А.Д.Косьмин, Н.В.Свинтицкий, Е.А.Косьмина М.: «Академия», 2011г.

Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования Российской Федерации (Электронный ресурс) - Режим доступа: <http://www.ed.gov.nj>;
2. .Общенациональный портал Российской системы открытого образования - Российский портал открытого образования OPENET. RU([http:// www.openet.nj](http://www.openet.nj)) (общеобразовательный портал- ГУВШЭ);
3. Федеральный информационный портал (Электронный ресурс) - Режим доступа: WWW, economy.info;
4. Справочно-информационный портал (Электронный ресурс) - Режим доступа: www.economy.info;
5. Информационный портал (Электронный ресурс_ - Режим доступа: www.transeconomy.ru;
6. Портал нормативно-технической документации (Электронный ресурс) – Режим доступа: <http://www.pntdoc.ru>.
7. Справочная правовая система «Консультант Плюс», Система «Гарант».
8. Библиотека полнотекстовых учебников и учебных пособий по гуманитарно-экономическим и техническим дисциплинам - <http://window.edu.ru/window/library.ru>,
9. <http://www.economicus.ru> - аналитический портал по экономическим дисциплинам,
- 10.[http:// www.cbr.ru](http://www.cbr.ru) (Центральный банк РФ)
- 11.[http:// www.minfin.ru](http://www.minfin.ru) (Министерство финансов РФ)
- 12.[http:// www.rbc.ru](http://www.rbc.ru) (РосБизнесКонсалтинг)
- 13.[http:// www.nalog.ru](http://www.nalog.ru) (Министерство РФ по налогам и сборам)
- 14.<http://www.fedcom.ru> (Федеральная комиссия по рынку ценных бумаг)
- 15.[http:// www.akdi.ru](http://www.akdi.ru) (Экономика и жизнь: агентство консультаций и деловой информации)

Периодические издания:

1. Журнал «Менеджмент»;
2. Журнал «Управление персоналом»;
3. Журнал «Маркетинг»;
4. Журнал «Коммерсант».

Чтобы успешно сдать экзамен, необходимо внимательно прочитать условие задания (вопросы). Именно внимательное, вдумчивое чтение – половина успеха.

Будьте внимательны!
Обдумывайте тщательно свой ответ!
Будьте уверены в своих силах!
Желаем успеха!

Экзаменационный билет № 1

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дать определение структурному подразделению.
2. Перечислить особенности управления организацией

3. Решить задачу:

Бригада в составе 20 чел. Отработала в течение месяца 23 рабочих дня и выпустила 7 тыс. Изделий. Норма выработки при этом была выполнена на 102,3%. В следующем месяце предусматривается в результате улучшения организации труда повысить производительность труда на 4%. Определить, какова была нормативная и фактическая трудоемкость изделия в прошлом месяце; сколько изделий будет выпущено в следующем месяце и как при этом изменится плановая трудоемкость изделия и процент выполнения норм при том же количестве отработанных часов.

Экзаменационный билет № 2

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дайте определение понятию: государственная собственность.
2. Перечислить формы хозяйственного общества

3. Решить задачу:

В отчётном году себестоимость продукции для почтовых отделений составила

450,2 млн. Руб., что определило затраты на 1 руб. Продукции – 0,89 руб.

В плановом году затраты на 1 руб. Продукции установлены в 0,85 руб. Объём производства продукции будет увеличен на 8%.

Определить себестоимость продукции планового года.

Экзаменационный билет № 3

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Перечислить подразделения кооперативов
2. Дать определение структуре электротехнической службы

3. Решить задачу:

Определить полную себестоимость изделия А и изделия Б для почтовых отделений.

Выпуск изделия А – 500 ед., затраты на материалы на ед. Изд. – 120 руб., основная заработная плата на годовой выпуск – 130 000 руб., дополнительная зарплата – 10%, начисления на заработную плату – 26%.

Выпуск изделия Б – 250 ед., затраты на материалы на ед. Изд. – 380 руб., основная заработная плата на годовой выпуск – 80 000 руб.

Общехозяйственные расходы по изд. А – 50%, по изд. Б – 35%, от прямых затрат. Внепроизводственные затраты по изд. А – 5%, по изд. Б – 7% от производственной себестоимости.

Экзаменационный билет № 4

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Раскрыть понятия: валовой, розничный, оптовый товарообороты
2. Построить структуру производственного процесса

3. Решить задачу:

Определите, выгодно ли производителю снизить цену мороженого на 0,5 рубля, если текущая цена мороженого 6 руб., планируемый объем продаж 1 млн. Штук. Показатель эластичности спроса по цене 1,5.

Экзаменационный билет № 5

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

«35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Перечислить виды контроля на предприятии
2. Перечислить принципы планирования
3. **Решите задачу:**

Определите, оптовую цену закупки, исходя из следующих данных:

- Оптовая отпускная цена единицы товара – 7080 руб.;
- Издержки обращения посредника – 700 руб.;
- Рентабельность, планируемая посредником – 30%;
- НДС для посредника – 18 %.

Экзаменационный билет № 6

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Ответить на вопрос: от чего зависит эффективность контроля?
2. Дать характеристику понятия издержек
3. **Решить задачу:**

Типография располагает следующими данными:

- реализованная продукция 65034,6 тыс. Руб.;
- полная себестоимость продукции 53481 тыс. Руб.

Рассчитать прибыль от реализации продукции, рентабельность изделий.

Экзаменационный билет № 7

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Раскрыть классификацию видов цен
2. Дать характеристику понятиям: координация, стимулирование, учет и контроль, анализ

3. **Решить задачу:**

Типография располагает следующими данными:

- реализованная продукция 65034,6 тыс. Руб.;
- полная себестоимость продукции 53481 тыс. Руб.

Рассчитать прибыль от реализации продукции, рентабельность изделий.

Экзаменационный билет № 8

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Произвести классификацию основных производственных фондов
2. Перечислить и дать определение формам оплаты труда

3. **Решить задачу:**

Определить прибыль, выручку товарной продукции, затраты на 1 рубль товарной продукции по следующим данным:

- полная себестоимость 36075,7 руб.;
- плановая рентабельность 20%.

Экзаменационный билет № 9

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

«35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Перечислить разновидности контроля качества
2. Ответить на вопрос: каким бывает износ основных фондов?
3. **Решить задачу:**
Определить целесообразность реконструкции завода сборного железобетона.
Мощность завода $P=40$ тыс. м³/год элементов сборного железобетона;
Себестоимость продукции $C_1=350$ руб./м³, $K_1=0$.
Стоимость реконструкции (капитальные вложения) $K_2=10$ млн. руб
Себестоимость продукции после реконструкции $C_2=310$ руб/м³

Экзаменационный билет № 10

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

Перечислить этапы процесса принятия решений

1. Дать определение понятию амортизации основных фондов
2. **Решить задачу:**
Определить экономическую эффективность капитальных вложений сравниваемых вариантов исходя из минимальных приведенных затрат.

2. Себестоимость ед.

Продукции

Руб

45

40

3. Капитальные

Вложения

Тыс. руб

3900

4060

4. Срок окупаемости (Т)

Год

?

?

5. Коэфф. сравн. эффект (Е)

?

Экзаменационный билет № 11

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Произвести классификация видов цен
2. Перечислить виды организационно правовых документов
3. **Решить задачу:**

Определить срок окупаемости дополнительных капитальных вложений для двух вариантов проектного решения строительства завода.

Вариант1: капитальные вложения $K_1=9$ млн.руб, себестоимость годового выпуска продукции $C_1=12$ млн.руб.

Вариант2: предполагает применение более современного оборудования при этом величина капитальных вложений $K_2=10,5$ млн.руб, себестоимость из-за модернизации составит $C_2=11,5$ млн.руб.

Экзаменационный билет № 12

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Определить основные характеристики общества с дополнительной ответственностью
2. Дать определения понятиям: мотивация, премия
3. **Решить задачу:**

По двум предприятиям определить энергообеспеченность и энерговооруженность. Сделать вывод, какое хозяйство лучше обеспечено энергетическими ресурсами.

Исходные данные:

Номер предприятия: 1, 2

Площадь сельскохозяйственных угодий, га. 8742; 5420

Среднегодовая численность работающих, человек 283; 293

Энергетические мощности, л. С. 14114; 23371

Экзаменационный билет № 13

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дать характеристику обслуживающим производственным процессам
2. Перечислить показатели эффективности исследования основных фондов
3. **Решить задачу:**
Уфимский полиграфкомбинат реализовала за год продукции на сумму 95800 тыс. Руб. Полная себестоимость составила 74350 тыс. Руб. Определить прибыль от реализации продукции, рентабельность изделий

Экзаменационный билет № 14

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дополнить определение : «Организационная структура –это...?»
2. Перечислить системы документации в делопроизводстве
3. **Решить задачу:**
Экономические показатели поточной линии комбината:
– фактический выпуск продукции, учебной литературы в год 170000 шт;
– себестоимость 1 учебника 114,86 руб.;
– цена оптовая 1 учебника 129,89 руб.
Рассчитать сумму прибыли от производства продукции и уровень рентабельности изделия.

Экзаменационный билет № 15
по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

Ответить на вопросы:

1. Какие существуют фонды сельскохозяйственных кооперативов
2. Что характеризует общая(абсолютная) эффективность
3. **Решить задачу:**
определить прибыль и рентабельность от реализации 5000 шт. Журнала при себестоимости 1 шт. 128 руб. И оптовой цене 140 руб.

Экзаменационный билет № 16
по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дополнить предложение: «Отдел технического контроля контролирует....?»
2. Понятие частной собственности
3. **Решить задачу:**
Определить прибыль, рентабельность изделий, затраты на 1 рубль товарной продукции по следующим данным:
 - товарная продукция 59451,4 руб.;
 - полная себестоимость 48570,1 руб.

Экзаменационный билет № 17

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Отметить основные характеристики акционерного общества
2. Дать определения понятию : методов управления. Перечислить методы управления
3. **Решить задачу:**
Определите годовой фонд заработной платы, если известно, что среднемесячная заработная плата составляет 20 тыс. Руб./чел.; среднесписочная численность с января по май составила 27 чел./мес.; с июня по август – 24 чел./мес.; с сентября по декабрь – 29 чел./мес

Экзаменационный билет № 18

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Охарактеризовать группу факторов снижения себестоимости
2. Дать определение понятию: бизнес планирование
3. **Решить задачу:**
В базисном периоде объем продукции составил 210 млн. Руб., а ФЗП – 55 млн. Руб.
В планируемом периоде предполагается увеличить Среднюю заработную плату на 5%,
Объем выпускаемой продукции – на 11%,
Производительность труда – на 7%.
Рассчитать фонд заработной платы в планируемом периоде.
Сделать необходимые выводы.

Экзаменационный билет № 19

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Перечислить виды контроля на предприятии
2. Ответить на вопрос: «Какие существуют методы разработки и принятия решений?»
3. **Решить задачу:**
На обработку детали затрачивали 19 мин; после пересмотра норму времени установили на уровне 16 мин

Экзаменационный билет № 20

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Ответить на вопрос: «Что характеризует износ на производстве?»
2. Дать определения понятиям: хронометраж, фотография рабочего времени
3. **Решить задачу:**
За отчетный период по предприятию израсходованы следующие виды затрат, (тыс.руб.):

- зарплата рабочих цеха	5200
- зарплата руководителей и служащих цеха	500
- зарплата руководителей и служащих ЛПП	1000
- стоимость сырья	1300
- затраты на содержание цеха	800
- прочие расходы	200

Определить сумму основных расходов, цеховых, производственных расходов а также цеховую и производственную себестоимость.

Экзаменационный билет № 21

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Перечислить методы планирования
2. Дать определение понятию «инвентаризация имущества»
3. Решить задачу:
Определите, розничную цену 1 кг пшеничного хлеба высшего сорта, исходя из следующих данных:
 - Стоимость 1 кг пшеницы – 5 руб.;
 - Издержки элеватора – 1,2 руб.;
 - Рентабельность затрат элеватора – 20%;
 - Издержки мельниц – 1,5 руб.;
 - Рентабельность затрат мельниц – 20%;
 - Издержки хлебозавода – 1,8 руб.;
 - Рентабельность затрат хлебозавода – 30%;
 - Норма выхода хлеба - 140 %;
 - Оптовая цена 1 кг пшеничного хлеба ?;
 - НДС – 10%;
 - Отпускная цена 1 кг пшеничного хлеба с НДС - ?;
 - Торговая надбавка – 25%;
 - Розничная цена 1 кг пшеничного хлеба - ?

Экзаменационный билет № 22

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Определить основные характеристики номинальной и реальной заработной платы.
2. Классификация планирования
3. Решить задачу:
ООО «Фирма» в 2015 году реализовала продукцию на сумму 600 тысяч рублей, себестоимость которой — 400 тыс. руб. Также было сдано в аренду одно из помещений, выручка составила 100 тыс. руб. Доходы с финансовых вложений в другие предприятия — 70 тыс. руб. Остальные затраты — 100 тыс. руб. Найти чистую прибыль?

Экзаменационный билет № 23

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дать определение понятию «Трудовые ресурсы»
2. Основные задачи крестьянско-фермерского хозяйства
3. **Решить задачу:**

Допустим, в отчётности магазина «Кораблики» указаны такие суммы:
Найти чистую прибыль?

Экзаменационный билет № 24

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дополнить определение: «Хозяйственное товарищество-это...?»
2. Перечислить основные типы организационных структур
3. **Решить задачу:**
Пусть доход ООО «Организация» в отчётном году составил 500 тыс. Руб.
Себестоимость — 300 тыс. Руб. Был реализован станок за 20 тыс. Руб.
Остальные затраты — 100 тыс. Руб.
Найти размер чистой прибыли.

Экзаменационный билет № 25

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дать определение понятию «Физический износ»
3. Перечислить методы проведения аттестации

Решить задачу:

Определить сумму прибыли, остающуюся в распоряжении торгового предприятия.

Сумма товарооборота – 4302 т.р.

Сумма реализованных торговых надбавок – 1200 т.р.

Уровень издержек обращения – 9 %

Внереализованные доходы – 33 т.р.

Внереализационные расходы – 5 т.р.

Ставка налога на прибыль – 20%

НДС – 18%.

Экзаменационный билет № 26

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Характеристика форм оплаты труда
2. Дополнить определение: «Основные производственные процессы - это...?»
3. **Решить задачу:**

Рассчитать прибыль от реализации продукции в отчетном и плановом годах и темпы ее роста.

Исходные данные:

Отпускная

Цена предприятия, тыс. Руб.

Себестоимость единицы продукции, тыс. Руб.

Темп роста по сравнению с предыдущим годом, %

Выпуск продукции в натуральном выражении

Отпускная цена

Предприятия

Себестоимость единицы продукции

А

Шт

1200

180

146

104

100

96,6

Б

Компл.

1400

150

124

106

100

100,8

Экзаменационный билет № 27

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дать определение понятиям: доход, прибыль
2. Характеризовать субъект и объект управления
3. **Решить задачу:**
Определите годовой фонд заработной платы, если известно, что среднемесячная заработная плата составляет 20 тыс. Руб./чел.; среднесписочная численность с января по май составила 27 чел./мес.; с июня по август – 24 чел./мес.; с сентября по декабрь – 29 чел./мес.

Экзаменационный билет № 28

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Определить основные характеристики общества с ограниченной ответственностью
2. Дополнить определение: «Управленческое решение –это...?»
3. **Решить задачу:**
В отчётном году себестоимость продукции для почтовых отделений составила 450,2 млн. Руб., что определило затраты на 1 руб. Продукции – 0,89 руб. В плановом году затраты на 1 руб. Продукции установлены в 0,85 руб. Объём производства продукции будет увеличен на 8%.
Определить себестоимость продукции планового года.

Экзаменационный билет № 29

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Дать определение понятиям: основные средства, основные фонды
2. Перечислить типы хозяйственных товариществ
3. **Решить задачу:**
ООО «Фирма» в 2015 году реализовала продукцию на сумму 600 тысяч рублей, себестоимость которой — 400 тыс. Руб. Также было сдано в аренду одно из помещений, выручка составила 100 тыс. Руб. Доходы с финансовых вложений в другие предприятия — 70 тыс. Руб. Остальные затраты — 100 тыс. Руб. Найти чистую прибыль?

Экзаменационный билет № 30

по МДК.04.01 «Управление структурным подразделением организации»

35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

1. Определить пути снижения себестоимости
2. Дать определение понятию « Крестьянско-фермерское хозяйство(КФХ)»
3. **Решить задачу:**
Пусть доход ООО «Организация» в отчётном году составил 500 тыс. Руб. Себестоимость — 300 тыс. Руб. Был реализован станок за 20 тыс. Руб. Остальные затраты — 100 тыс. Руб.
Найти размер чистой прибыли.

РЕЦЕНЗИЯ

на комплект оценочных средств по профессиональному модулю (далее - ПМ)
ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического
хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем
сельскохозяйственной техники

(полное наименование дисциплины)

по специальности: 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»,
выполненную преподавателем Н.В. Пучковой.

Комплект оценочных средств для проведения квалификационного экзамена по профессиональному модулю ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники, разработан на основе ФГОС СПО по специальности: 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Комплект оценочных средств (КОС) содержит:

1. Общие положения
2. Объекты оценивания
3. Формы контроля и оценки результатов
4. Система оценивания

Комплект оценочных средств по профессиональному модулю разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности: 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» укрупненной группы профессий: 35.00.00 и Сельское и рыбное хозяйство части основного вида профессиональной деятельности.

В результате овладения указанным видом деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающиеся в ходе освоения профессионального модуля должны иметь практический опыт: участия в планировании и анализе производственных показателей организации отрасли и структурного подразделения; участия в управлении трудовым коллективом; ведения документации установленного образца.

Уметь: рассчитывать по принятой методике основные производственные показатели электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей; планировать работу исполнителей; инструктировать и контролировать исполнителей на всех стадиях работ; подбирать и осуществлять мероприятия по мотивации и стимулированию персонала; оценивать качество выполняемых работ.

Знать: основы организации электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей; структуру организации и руководимого подразделения; характер взаимодействия с другими подразделениями; функциональные обязанности работников и руководителей; основные производственные показатели работы организации отрасли и его структурных подразделений; методы планирования, контроля и оценки работ исполнителей; виды, формы и методы мотивации персонала, в т. ч. материальное и нематериальное стимулирование работников; методы оценивания качества выполняемых работ; правила первичного документооборота, учета и отчетности.

Комплекта оценочных средств имеет содержательные связи общих и профессиональных компетенций с их компонентами (знаниями, умениями, элементами практического опыта) в контексте требований к результатам подготовки по программе квалификационного экзамена по профессиональному модулю ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

Объем комплекта оценочных средств в целом обеспечивает объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями, дает возможность определить соответствие студентов конкретной квалификационной характеристики.

Структура комплекта соответствует современным требованиям. Содержание каждого элемента разработано с достаточной степенью полноты и законченности.

Таким образом, рецензируемый комплект оценочных средств содержит все необходимые элементы рекомендуемой структуры, обладает достаточной полнотой и законченностью, является ценным практическим документом данного модуля

Содержание излагаемого материала соответствует современным представлениям в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства, используется научный подход.

Рекомендации, замечания _____

Заключение:

Комплект оценочных средств по ПМ.04. Управление работами по обеспечению работоспособности электротехнического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники подготовлена на хорошем методическом уровне, с учетом ФГОС СПО и может быть использована для обеспечения проведения квалификационного экзамена по специальности: 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Рецензент:

Чубукин Дмитрий Сергеевич, главный инженер

Филиал ПАО «Россети Белоруссия» «Техореша»
М. место (наименование организации работодателя)
И.О. Чубукин Д.С. Главный инженер
Филиал ПАО «Россети Белоруссия»
Техореша, электрические сети
БЕЛОРУССКИЙ РЭС
М. место, с. Белая Глина, ул. Красная, 105
(ФНО)

Дата 30.08.2023г

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
«БЕЛОГЛИНСКИЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

Электронный учебник

Модуль №4

**ПМ. 04 Монтаж и обслуживание воздушных линий
электропередач напряжением 0,4 кВ и 10 кВ**

Автор:

Пучкова Надежда Владимировна

с. Белая Глина

2023г

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Строительные материалы и изделия.....	4
2. Опоры ВЛ.....	16
3. Провода и тросы.....	30
4. Самонесущие изолированные провода (СИП).....	39
5. Линейные изоляторы.....	60
6. Арматура.....	69
7. Заземляющие устройства воздушных линий электропередач.....	128
8. Универсальный кабель Мульти-Виски	134
9. Самонесущий изолированный провод "Торсада.....	
Заключение	147

ВВЕДЕНИЕ

В результате изучения зарубежного и обобщения отечественного опыта строительства и эксплуатации в ряде регионов страны воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами (ВЛИ 0,38 кВ) французского производства марки «Торсада», производства Финляндии марки «АМКА» и производства ОАО «Иркутсккабель» выявилось техническое и экономическое преимущество этих линий электропередачи по сравнению с ВЛ 0,38 кВ с неизолированными проводами (ВЛН 0,38 кВ).

При равнозначных с ВЛН 0,38 кВ капиталовложения ВЛИ 0,38 кВ обладают повышенной технологичностью строительства, обеспечивают высокую надежность электроснабжения при значительно меньших эксплуатационных затратах и безопасность обслуживающего персонала, населения и животных.

В настоящее время отечественными заводами (ОАО «Севкабель», г. Санкт-Петербург; ОАО «Иркутсккабель», ЗАО «ЗЭТО» г. Великие Луки и ЗАО «Москабельмет», г. Москва) освоена технология производства СИП, линейной арматуры, монтажного оборудования и инструмента, по качеству не уступающему зарубежным аналогам.

Разработаны и введены в действие с 01.01.98 «Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами» (ПУ ВЛИ до 1 кВ) и другая необходимая нормативно-техническая и проектная документация. В АОТ «РОСЭП» и АОТ «Фирма ОРГРЭС» создана производственно-методическая база для подготовки рабочих и специалистов по строительству и эксплуатации ВЛИ 0,38 кВ.

1. Строительные материалы и изделия

Строительные материалы и изделия, применяемые при строительстве линий электропередачи, должны соответствовать проектной документации, государственным стандартам (ГОСТ) и техническим условиям (ТУ) на их изготовление. Соответствие материалов и изделий этим требованиям должно подтверждаться паспортом или сертификатом на поступившую продукцию. Наличие сопроводительной документации не исключает необходимости проверки продукции перед ее использованием.

Материалы, применяемые в процессе строительно-монтажных работ на ВЛ и служащие для изготовления конструкций, можно условно разделить на следующие виды:

конструкционные (бетон, железобетон, металл, древесина), из которых изготавливают фундаменты, опоры и другие конструкции и детали;

проводниковые, из которых изготавливают провода, грозозащитные тросы, элементы заземляющих устройств, соединительные зажимы и т. д.;

изоляционные материалы и изделия, из которых изготавливают, в частности, изоляторы, обеспечивающие изоляцию проводов друг от друга и от конструктивных элементов опор.

Массы основных строительных материалов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Массы основных строительных материалов

Материал	Масса, кг	Материал	Масса, кг		
Бетон, м ³ : тяжелый	1800–2500	Лес круглый лиственных пород, м ³ : береза	610–680		
легкий	400–1800				
Гравий, м ³ : из плотных горных пород	1700–1900			бук	680–730
	керамзитовый			150–800	липа
		дуб	700–800		
Материал	Масса, кг	Материал	Масса, кг		
Кирпич, тыс. шт.: глиняный	3500–3900	Песок строитель- ный, м ³	1500–1650		
	силикатный	3500–3700	Щебень из естественного камня, м ³	1400–1800	
Лес круглый хвойных пород, м ³ : сосна	670–760	Шпалы пропитанные, шт.	75		
	ель	450–520	Войлок строительный, м ³	150–250	
Лес пиленный, м ³ : хвойных пород	600	Вата минеральная, м ³	75–150		
	лиственных пород	850			

Вопросы и задания

- 1) На какие виды разделяются материалы, применяемые в процессе строительного-монтажных работ на ВЛ?
- 2) Кратко расскажите о каждом из видов материалов. (Доклад, презентация)

1.2. Бетон и железобетон



При строительстве линий электропередачи бетон применяется в основном при сооружении фундаментов под переходные опоры. Рабочие характеристики бетона определяются нормируемыми марками при проектировании. Марки бетона устанавливаются по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости.

По прочности на сжатие установлены следующие марки бетонов: 15, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600.

По морозостойкости – в циклах попеременного замораживания и оттаивания: 10, 15, 25, 35, 50, 100, 200, 300.

По водонепроницаемости установлены марки В-2, В-4, В-6, В-8, обеспечивающие водонепроницаемость бетона при давлении воды соответственно не менее 20, 40, 60 и 80 Па.

В соответствии со СНиП 52-01-2003 основными нормируемыми и контролируемым показателями качества бетона являются: класс по прочности на сжатие В, класс по прочности на осевое напряжение B_c , марка по морозостойкости F, марка по водонепроницаемости W, марка по средней плотности D.

По СНиП 2.03.01–84* марки бетона по прочности на сжатие заменены на классы бетона по прочности на сжатие. Соответствие марок и классов бетонов по прочности приведено в табл. 1.2.

Классы бетона по прочности на сжатие отвечают значению гарантированной прочности бетона, МПа с обеспеченностью 0,95.

Таблица 1.2

Классы и марки бетона по прочности

Класс бетона В	Ближайшая марка бетона М	Класс бетона В	Ближайшая марка бетона М	Класс бетона В	Ближайшая марка бетона М
8,5	50	22,5	300	50	700
5	75	25	350	55	700
7,5	100	27,5	350	60	800
10	150	30	400	65	900
12,5	150	35	450	70	900
15	200	40	550	75	1000
20	250	45	600	80	1000

Класс бетона по прочности на осевое растяжение B_c соответствует значению прочности бетона на осевое растяжение в МПа с обеспеченностью 0,95 и принимается в пределах от 0,4 до 6.

Марка бетона по морозостойкости F соответствует минимальному числу циклов попеременного замораживания и оттаивания, выдерживаемых образцом при стандартном испытании, и принимается в пределах от 15 до 1000.

Марка бетона по водонепроницаемости W соответствует максимальному значению давления воды (МПа- 10^{-1}), выдерживаемому бетонным образцом при испытании, и принимается в пределах от 2 до 20.

Марка по средней плотности D соответствует среднему значению объемной массы бетона в кг/м^3 и принимается в пределах 200 до 5000.

По объемной массе в сухом состоянии бетон подразделяется на особо тяжелый – более 2500 кг/м^3 , тяжелый – от 1800 до 2500 кг/м^3 , легкий – от 500 до 1800 кг/м^3 , особо легкий – до 500 кг/м^3 .

Марка бетона по прочности – это предел прочности бетона при сжатии, P_a , бетонного образца – куба с ребрами 200 мм после 28-суточного твердения при температуре $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности 90% .

Для увеличения прочности в бетон закладывается стальная арматура, принимающая на себя растягивающие усилия. Бетон прочно сцепляется с арматурой, оба материала почти одинаково расширяются при нагревании. Это обеспечивает их совместную работу и монолитность железобетона. Однако при растяжении сталь может увеличиться в 5–6 раз больше, чем бетон, и при этом в бетоне появляются трещины, ведущие к порче конструкции. Во избежание этого при изготовлении опор ВЛ широко применяют предварительное натяжение стальной арматуры. Предварительно напряженный железобетон прочнее, легче, долговечнее и экономичнее обычного.

Показатели жесткости бетонной смеси и расход цемента для бетонных конструкций приведены в табл. 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3

Жесткость бетонных смесей, укладываемых в различные конструкции

Вид конструкции	Осадка конуса, см	Показатель жесткости, с
Фундаменты и основания	0–1	50–60
Массивные неармированные фундаменты	1–3	25–35
Массивные неармированные конструкции (плиты, балки, колонны)	3–6	15–25
Железобетонные конструкции, насыщенные арматурой:		
горизонтальные	6–8	10–15
вертикальные	8–10	5–10

Таблица 1.4

Ориентировочный расход цемента в бетонных конструкциях

Марка		Расход цемента, кг, на 1 м ³ бетона, конструкций	
бетона	цемента	всех типов, кроме тонкостенных	тонкостенных
100	300	225	–
150	300–400	250	–
200	400–500	270	300
300	500–600	320	350
400	600	440	440
500	600	500	550
600	700	560	600

Коэффициенты нарастания прочности бетона при нормальных условиях твердения:

на 3-й день..... 0,33

на 7-й день 0,59

на 28-й день 1

через 3 мес 1,32

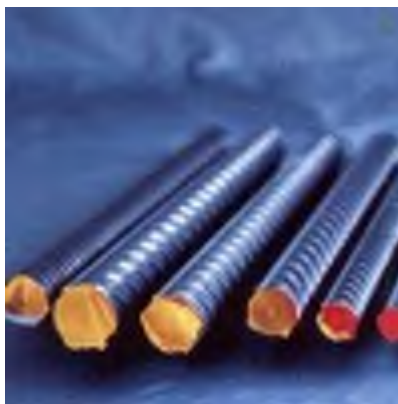
через 6 мес 1,58

через 12 мес..... 1,76

Вопросы и задания

- 1) На какие характеристики разделяются марки бетона?
- 2) Кратко расскажите о СНиП 52-01-2003.
- 3) Как увеличить прочность бетона?

1.3 Арматура и стальной прокат



Для армирования железобетонных конструкций применяется сталь арматурная, отвечающая требованиям соответствующих государственных стандартов (ГОСТ 5781—82*). В зависимости от механических свойств арматурная сталь подразделяется на классы А-I (А240) гладкого профиля и А-II (А300), Ас-II (Ас300), А-III (А400), А-IV (А600), А-V (А800), А-VI (А1000) периодического профиля.

Стержни диаметром менее 10 мм поставляются в бухтах (исключение составляют стали А-IV (А600) и А-V (А800), поставляемые в прутках), а диаметром 10 мм и более – в прутках длиной от 6 до 12 м. Арматурную сталь изготавливают из углеродистой и низколегированной сталей марок, указанных в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций (ГОСТ 5781-82*)

Класс арматурной стали	Диаметр профиля, мм	Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение после разрыва, %	Марка стали
A-I (A240)	6–40	373	25	Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп
A-II (A300)	10–40 40–80	490	19	Ст5сп, Ст5пс 18Г2С
Ac-II (Ac300)	10–32 (36–40)	441	25	10ГТ
A-III (A400)	6–22 6–40	590	14	35ГС, 25Г2С 32Г2Рпс
A-IV (A600)	(6–8) 10–18 10–32 (36–40)	883	6	80С 20ХГ2Ц
A-V (A800)	(6–8) 10–32 (36–40)	1030	7	23ХГ2Ц

Примечания:

1. В скобках указаны условные обозначения класса арматурной стали по пределу текучести, Н/мм².
2. Профили диаметров, указанных в скобках, изготавливаются по согласованию.

Прокат для строительных стальных конструкций соответственно ГОСТ 27772—88* изготавливается из стали С235, С245, С255, С275, С285, С345, С345К, С375, листовой универсальный прокат и гнутые профили – из стали С235, С245, С255, С275, С285, С345, С345К, С375, С390, С390К, С440, С590, С590К. Буква С означает – сталь строительная, цифры условно обозначают предел текучести проката, буква К – вариант химического состава (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Соответствие марок стали проката строительных стальных конструкций (ГОСТ 27772-88*)

Наименование стали	Марка стали	Наименование стали	Марка стали
С235	Ст3кп2	С375	12Г2С
С245	Ст3пс5, Ст3сп5	С375Д	12Г2СД
С255	Ст3Гпс, Ст3Гсп	С390	14Г2АФ
С275	Ст3пс	С390Д	14Г2АФД
С285	Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп	С390К	15Г2АФДпс
С345	12Г2С, 09Г2С	С440	16Г2АФ
С345Д	12Г2СД, 09Г2СД	С440Д	16Г2АФД
С345К	10ХНДП	С590	12Г2СМФ
		С590К	12ГН2МФА10

Масса и основные размеры стержневой арматуры, арматурной проволоки, уголков, двутавров, швеллеров, полосы проката приведены в табл. 1.7–1.14.

Таблица 1.7

Стержневая арматура (ГОСТ 5781-82*)

Диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг	Диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг
6	0,222	28	4,83
8	0,395	32	6,31
10	0,617	36	7,99
12	0,888	40	9,87
14	1,21	45	12,48
16	1,58	50	15,41
18	2	55	18,65
20	2,47	60	22,19
22	2,98	70	30,21
25	3,85	80	39,46

Таблица 1.8

Арматурная проволока (ГОСТ 7348—81*)

Диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг	Диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг
3	0,0555	6	0,222
4	0,0987	7	0,302
5	0,1540	8	0,392

1.4 Лесные материалы



В практике электросетевого строительства применяются лесные материалы, в основном круглые лесоматериалы и пиломатериалы. По размерам поперечного сечения пиломатериалы подразделяются на доски, бруски и брусья (толщина и ширина более 100 мм).

Деревянные опоры ВЛ изготавливают из сосны и лиственницы. В отдельных случаях применяют также ель, кедр, пихту. В связи с тем что непропитанная сосна гниет через 3–4 года, а ель еще быстрее, опоры ВЛ изготавливают только после пропитки древесины специальными противогнилостными веществами – антисептиками. В качестве консервантов используются высокоэффективные медно-хромомышьяковые (ССА) составы. Опоры, пропитанные ССА, используются при строительстве линий электропередачи напряжением 0,4—10 кВ.

Использование изоляционных свойств древесины позволяет снизить число изоляторов и отказаться от грозозащитного троса. Кроме того, при необходимости, допускается совместная подвеска линий 0,4; 10 кВ и уличного освещения. В среднем срок службы пропитанных опор, находящихся в контакте с почвой, составляет до 45 лет. Пропитанные детали не следует обрабатывать; в крайнем случае, затесанное место или просверленное отверстие необходимо тщательно антисептировать.

Лиственница зимней рубки хорошо противостоит загниванию, и ее иногда применяют непропитанной. Опоры из лиственницы служат 15–20 лет. Недостатки древесины – большие колебания прочности, пороки (сучки, косослой, трещины, гнили и пр.), гигроскопичность, уменьшение прочности при повышенной влажности, уменьшение размеров при сушке, возгорание, расщепление от ударов молнии.

Физико-механические свойства используемой древесины приведены в табл. 1.15, а объемы лесоматериалов – в табл. 1.16 и 1.17.

Таблица 1.15

Физико-механические свойства древесины

Порода	Средняя плотность, кг/м ³	Пределы прочности, МПа				
		вдоль волокон				поперек волокон
		Растяжение	Сжатие	Статический изгиб	Скалывание радиальное	Статический изгиб
Сосна	500	110	48	85	7,5	86
Ель	450	120	44	80	6,8	79,5
Пихта	370	70	40	70	6,5	68,5
Лист-венница	660	125	62	105	11	111,5
Дуб	700	130	58	106	10	107,5
Бук	670	130	56	105	12	108,5
Береза	630	125	55	110	9,2	109
Осина	480	120	42	78	6,2	78

Примечание. Прочность древесины дана при стандартной влажности 12 %.

С увеличением влажности прочность снижается.

Таблица 1.16

Объем круглых лесоматериалов в зависимости от длины и диаметра бревен

Диаметр, см	Объем, м ³ , при длине, м								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,0082	0,017	0,026	0,037	0,051	0,065	0,082	0,1	0,122
11	0,01	0,022	0,033	0,045	0,062	0,08	0,098	0,12	0,14
12	0,012	0,026	0,038	0,053	0,073	0,093	0,114	0,138	0,166
13	0,014	0,030	0,045	0,062	0,085	0,108	0,132	0,158	0,19
14	0,016	0,035	0,052	0,073	0,097	0,123	0,15	0,179	0,21
15	0,019	0,039	0,06	0,084	0,11	0,14	0,169	0,20	0,27
16	0,021	0,044	0,069	0,095	0,124	0,155	0,189	0,22	0,26
17	0,024	0,05	0,078	0,107	0,14	0,175	0,21	0,25	0,29
18	0,027	0,056	0,086	0,12	0,156	0,194	0,23	0,28	0,32
19	0,03	0,063	0,096	0,133	0,174	0,21	0,26	0,30	0,36

Таблица 1.17

Объем обрезных досок длиной 10 м

Ширина доски, мм	Объем, м ³ , при толщине, мм						
	13	16	19	22	25	32	40
80	0,0104	0,0114	0,0152	0,0176	0,02	0,0256	0,032
90	0,0117	0,0128	0,0171	0,0198	0,0225	0,0288	0,036
100	0,013	0,016	0,019	0,022	0,025	0,032	0,040
110	0,0143	0,0176	0,0209	0,0242	0,0275	0,0352	0,044
130	0,0169	0,0208	0,0247	0,0286	0,0325	0,0416	0,052
150	0,0195	0,024	0,0285	0,033	0,0375	0,048	0,06
180	0,0234	0,0288	0,0342	0,0396	0,045	0,0576	0,072
200	0,026	0,032	0,038	0,044	0,050	0,064	0,080

Вопросы и задания.

- 1) Из чего изготавливают деревянные опоры?
- 2) Чем пропитывают столбы для увеличения срока службы?
- 3) Каков срок службы деревянных опор?
- 4) Каковы недостатки древесины?

2. ОПОРЫ ВЛ

При сооружении линий электропередачи применяются железобетонные, стальные и деревянные опоры. По назначению опоры подразделяются на анкерные, угловые, концевые, промежуточные; по числу цепей – на одно- и двухцепные.

По конструктивному исполнению опоры делятся на свободностоящие и на оттяжках с шарнирным креплением к фундаменту. Усиливающие конструкцию опоры оттяжки могут быть и у свободностоящих опор. Могут применяться и подкосы.

Унификация и типизация опор способствуют повышению технического уровня линейного строительства. Как правило, анкерно-угловые опоры рассчитаны на угол поворота до 60°. Значения предельных углов поворота на промежуточно-угловых опорах указаны на монтажных схемах опор и в пояснительных записках. Стальные анкерно-угловые опоры применяются

также в качестве концевых. Вместо повышенных промежуточных стальных опор 35 кВ рекомендуется применять опоры 110 кВ.

При наличии технико-экономических обоснований опоры могут применяться в условиях, отличных от принятых в проекте опор. Так, например, опоры для горных линий могут применяться на пересеченной местности и на равнинных участках линий, проходящих в IV и V ветровых районах, опоры для городских условий могут применяться на трассах линий вне городов, опоры для линий более высокого напряжения могут быть установлены на линиях более низкого напряжения (например, в районах с загрязненной атмосферой, при пересечении препятствий и т. п.).

Действующая в настоящее время унификация стальных опор содержит, кроме основных типов опор, специально разработанные подставки, тросостойки, траверсы и другие элементы, предназначенные для получения повышенных и косогорных опор, опор с двумя тросами и опор других модификаций, необходимых при конкретном проектировании в разнообразных условиях линейного строительства. В унификации наряду с основными типами опор показаны их модификации, полученные при различных сочетаниях опор с подставками и другими элементами. Сами же подставки и другие вспомогательные элементы отдельно не показаны. Такой прием значительно облегчает строительным организациям их выбор при комплектации конструкций опор для сооружаемых линий. Стальные анкерно-угловые опоры применяются также в качестве концевых. Допустимые углы поворота на концевых опорах указаны на монтажных схемах соответствующих опор.

Все опоры с горизонтальным расположением проводов, а также опоры со смешанным расположением проводов, у которых имеются соответствующие указания на монтажных схемах и в пояснительных записках, могут применяться также в районах с частой и интенсивной пляской проводов без сокращения пролетов. Опоры остальных типов со смешанным расположением проводов можно применять в районах с

частой и интенсивной пляской проводов при сокращении пролетов в соответствии с указаниями, приведенными в проектах. На опорах ВЛ 35 кВ грозозащитные тросы С35 подвешиваются только на подходах к подстанциям. На опорах ВЛ 110 кВ предусмотрена подвеска троса С50, на опорах ВЛ 220 кВ и выше – троса С70.

Как правило, стальные опоры и стальные элементы железобетонных опор запроектированы под горячую оцинковку. Разработанные в нецинкуемом (окрашенном) варианте со сваркой элементов внахлестку обозначаются буквой Н в конце шифра опоры.

2.1 Железобетонные опоры

Заводами выпускаются железобетонные одно-, двух- и трех-стоечные опоры, применяемые как свободностоящие, так и с закреплением в грунте и усилением в необходимых случаях оттяжками с внутренними связями. Железобетонные анкерно-угловые опоры, как правило, в качестве концевых опор применяться не могут. Для этого разработаны специальные типы концевой железобетонной опоры.

Все промежуточные и промежуточно-угловые опоры рассчитаны на подвеску проводов в глухих зажимах. Наибольшей прочностью и долговечностью отличаются опоры из центрифугированных стоек.

Основным элементом железобетонной опоры является стойка. По способу изготовления стойки бывают центрифугированные и вибрированные. По конструктивному исполнению железобетонные опоры делятся на одностоечные свободностоящие и на оттяжках и порталные свободностоящие и на оттяжках.

Промежуточные опоры ВЛ от 6 до 220 кВ – одностоечные и представляют собой свободностоящие железобетонные стойки с закрепленными на них стальными траверсами. На некоторых типах опор дополнительно устанавливается тросостойка для крепления грозозащитного троса. Закрепление опор в грунте осуществляется путем установки их в

цилиндрический котлован глубиной 2,5 м (иногда 3,5 м) с последующим заполнением пазух гравийно-песчаной смесью. Для обеспечения требуемой прочности заделки опор в слабых грунтах устанавливаются ригели, закрепленные на стойках с помощью полухомутов. Опоры состоят из стоек, траверс, тросостойки и нижней бетонной крышки.

В целях предотвращения контакта стойки с грунтовыми водами производится гидроизоляция нижней части наружной поверхности стойки на высоту 3,2 м; для предупреждения попадания воды внутрь стойки устанавливается крышка, которая, кроме того, увеличивает площадь торца стойки.

Крепление траверс к стойке осуществляется с помощью сквозных болтов или хомутов. Тросостойки имеют сварную конструкцию и крепятся к стойке хомутами. На тросостойках опор ВЛ 35 и 110 кВ предусмотрена возможность установки специальной конструкции для подвески грозозащитного троса через изолятор.

Для присоединения заземления выше гидроизоляционного слоя на стойке выпускается стальной пруток диаметром 12 мм, приваренный к каркасу арматуры.

На ВЛ 220–330 кВ широкое распространение получили порталные свободностоящие опоры со стальной траверсой. Для закрепления опор такого типа в слабых грунтах требуется установка либо большого числа ригелей, либо внутренних крестовых металлических связей. Устройство крестовых связей экономичнее установки ригелей, они значительно уменьшают изгибающие моменты на уровне заделки опоры в грунт. Траверсы таких опор состоят из двух стальных консолей и средней балочной части.

Типы и основные технические данные железобетонных опор приведены в табл. 1.28—1.34.

Таблица 1.28

Вибрированные одноцепные железобетонные опоры ВЛ 10 кВ со стойками СВ-110-3,5 высотой 11 м для I и II районов по гололеду

Шифр опоры	Высота крепления нижнего провода, мм	Марка провода	Расчетный пролет между опорами, м
П10-3	7600	АС 50/8;	95–85
П10-4	8100	АС 70/11;	65
УП10-2	8600	АС 95/16	80–75
ОА10-2	9150		80–75
А10-2	8100		80–75
УА10-2	8100		80–75
УОА10-2	7750		80–75

Вопросы и задания.

- 1) По способу изготовления, какие бывают опоры?
- 2) Из чего состоят опоры?
- 3) Что делают для предотвращения контакта стойки с грунтовыми водами?
- 4) Что требуется для закрепления опор для слабого грунта?
- 5) Из чего состоят траверсы опор?

4.2 Стальные опоры

К преимуществам стальных опор относятся:

возможность создания конструкций на весьма большие механические нагрузки, большое число проводов и большие высоты;

относительно малая масса и высокая механическая прочность;

простота заводского изготовления и технологичность сборки на трассах.

Эти преимущества позволяют использовать их для ВЛ всех напряжений, проходящих в тяжелых климатических и географических условиях, а также применять в качестве анкерных и угловых опор на ВЛ от 110 до 500 кВ с железобетонными промежуточными опорами.

Промежуточные опоры ПЛ башенного типа с односторонним расположением проводов применяются для сокращения ширины просеки при прохождении лесных массивов.

Стальные опоры изготавливают как в болтовом исполнении, так и с помощью сварки.

В болтовых конструкциях минимальное расстояние от центра болта до края элемента должно быть не менее 1,25 диаметра отверстия для болта. Применение болтов, имеющих по длине ненарезной части участки с различными диаметрами в соединениях, где болты работают на срез, не допускается.

При сборке опор установка в несовмещенные отверстия болтов меньшего диаметра не допускается, нарезная часть болта не должна находиться в теле соединенных элементов. При установке фундаментов с целью плотной посадки пят опоры на фундаменты допускается установка между пятой опоры и верхней плоскостью фундамента до четырех прокладок общей толщиной до 40 мм. Площадь и конфигурация прокладок определяются проектной организацией.

Для защиты от коррозии сварные секции и детали опор окрашиваются на заводе один или два раза в зависимости от требований заказчика. Более надежная защита опор от коррозии производится путем горячего оцинкования их элементов.

Стальные опоры состоят из следующих основных конструктивных элементов: стойки (или двух стоек), траверс и тросостоек, а опоры с оттяжками имеют еще оттяжки – тросовые или изготовленные из круглой стали.

В случае окончательной сборки опор на пикетах линии элементы опор подбираются комплектами на опору на заводе, связываются пакетами и отгружаются заказчиком. Опоры болтовой конструкции экономичны в перевозке, позволяют полнее использовать грузоподъемность транспорта, удобны для оцинковки.

Основным недостатком болтовых опор является увеличение в 1,5–2 раза трудозатрат на сборку опор на трассе линии и в 2,5–3 раза расхода болтов. С 2004 г. ОАО «Опытный завод «Гидромонтаж»» начал выпуск многогранных металлических опор. Они представляют собой многогранную коническую конструкцию, изготовленную из стального листа. Опора может состоять из одной, двух и более секций (в зависимости от требуемой высоты). Длина секции до 16 м. Однако чаще всего используются секции длиной до 11,5 м, что обусловлено удобством транспортировки железнодорожным и автомобильным транспортом. Соединение секций между собой возможно как фланцевое, так и бесфланцевое (телескопическое). Высота опор до 40 м и более. Толщина стенки от 3 до 12 мм. Диаметр опор до 2 м. В грунт опоры устанавливаются либо непосредственно в пробуренную скважину, либо крепятся на фланцах к железобетонному фундаменту.

Многогранные металлические опоры значительно надежнее бетонных и решетчатых, особенно в сложных гололедно-ветровых условиях. В аварийном режиме многогранная стальная опора выдерживает нагрузки в 2–3 раза больше, чем железобетонная опора.

Малый вес и высокая степень заводской готовности позволяют устанавливать опору без использования специальных дорогостоящих подъемных средств и заливки мощных фундаментов. Резко сокращаются трудозатраты и сроки монтажа, особенно в болотистых грунтах и труднодоступных районах. Монтаж не требует больших площадей, что особенно важно при работе в городских условиях, в горных районах.

Расчеты технических данных для унифицированных стальных опор проведены в соответствии с ПУЭ-6. При проектировании современных ВЛ в соответствии с ПУЭ-7 необходимо проводить перерасчет указанных технических данных.

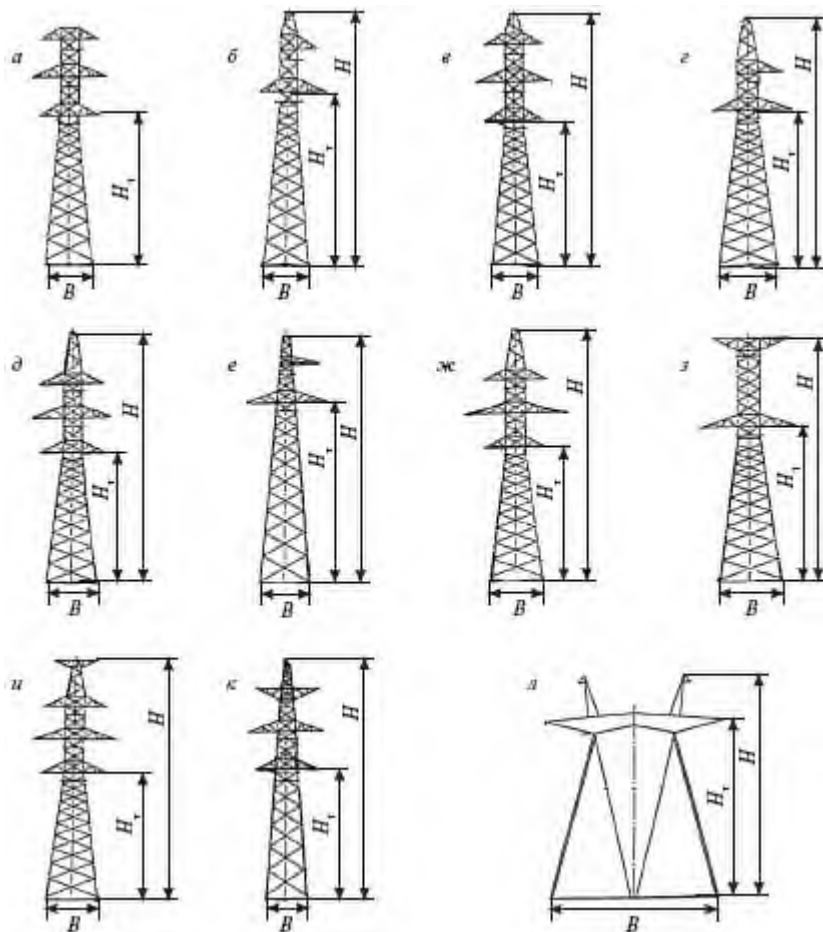


Рис. 1.2. Опоры стальные для линий электропередачи:

a – П35-2В, У35-4; *б* – П110-5В; *в* – П110-6В; *г* – У110-1; *д* – У110-2; *е* – П220-3; *ж* – У220-2; *з* – У220-3; *и* – У330-2т; *к* – П330-2; *л* – ПП750-1, ПП750-3

Вопросы и задания.

- 1) Что относится к преимуществам стальных опор?
- 2) Как изготавливаются стальные опоры?
- 3) Как избавиться от коррозии стальных опор?
- 4) Из чего состоят стальные опоры?
- 5) Каков основной недостаток болтовых опор?
- 6) Какой завод начал выпуск многогранных металлических опор?

2.3 Деревянные опоры

Древесина для опор должна удовлетворять требованиям ГОСТ 9463—88* и должна быть пропитана заводским способом в соответствии с ГОСТ 20022.6—93 и ГОСТ 20022.5—93*. При этом качество пропитки должно быть подтверждено актом технического контроля завода.

Элементы опор ВЛ 35 кВ и ниже, кроме траверс и приставок, можно изготавливать из ели и пихты. При изготовлении опор с древесины должна быть целиком удалена кора со снятием луба. Элементы опор выполняются как из круглой, так и из пиленой древесины. Диаметр элементов опор должен приниматься по проекту. При этом для основных элементов опор (стоек, подкосов, траверс) диаметр бревна в верхнем отрубе должен быть не менее 16 см для ВЛ от 6 до 35 кВ и 14 см – для ВЛ 0,4 кВ. Диаметр приставок для опор ВЛ от 6 до 35 кВ допускается не менее 18 см, а для опор ВЛ 0,4 кВ – не менее 14 см. Для вспомогательных элементов опор ВЛ от 6 до 35 кВ диаметр бревен в верхнем отрубе должен быть не менее 14 см, а для ВЛ 0,4 кВ – не менее 12 см.

Горизонтально и наклонно расположенные торцы стоек и приставок рекомендуется защищать от гниения (крышками, пастой и т. п.). Все детали при сборке опор должны быть плотно пригнаны друг к другу. Зазор в местах врубок и стыков не должен превышать 4 мм. Обработку стоек и приставок следует выполнять таким образом, чтобы стык был совершенно плотным, без просветов. Древесина в местах стыков должна быть без сучков и трещин. Зарубы, затесы и отколы должны быть выполнены на глубину не более 10 % диаметра бревна. Рабочие поверхности врубок должны быть выполнены сплошным пропилом (без долбежки).

Правильность врубок и затесов должна проверяться шаблонами. Сплошные щели в стыках рабочих поверхностей не допускаются. Заполнение клиньями щелей или других неплотностей между рабочими поверхностями не допускается. Отклонение от проектных размеров всех деталей собранной деревянной опоры допускается в пределах: по диаметру

± 2 см, по длине 1 см на 1 м. Отрицательный допуск по длине при изготовлении траверс запрещается.

Отверстие для крюка, высверленное в опоре, должно иметь диаметр, равный внутреннему диаметру нарезки крюка, и глубину – 0,75 длины нарезной части крюка. Крюк должен быть ввернут в тело опоры всей нарезной частью плюс 10–15 мм. Отверстия в опорах должны быть просверлены. Прожигание отверстий нагретыми стержнями запрещается.

Бандажи для сопряжения приставок с опорой должны выполняться из мягкой стальной оцинкованной проволоки диаметром не менее 4 мм. Допускается применение неоцинкованной проволоки диаметром от 5 до 6 мм, покрытой асфальтовым лаком. Число витков бандажа зависит от диаметра проволоки и, если нет специальных указаний в проекте, должно быть равно: 12 – при диаметре проволоки 4 мм; 10 – при 5 мм и 8 – при 6 мм. Все витки бандажа должны быть равномерно натянуты и плотно прилегать друг к другу. При обрыве одного витка весь бандаж следует заменить новым. Концы проволоки бандажа необходимо забивать в дерево на глубину 20–25 мм.

Допускается взамен проволочных бандажей применять специальные стяжные (на болтах) хомуты, механическая прочность которых должна быть проверена расчетом. Каждый бандаж (хомут) должен сопрягать не более двух деталей опоры.

Свойства древесины, которые дают возможность применять ее в качестве строительного материала, разделяются на физические и механические. Из физических свойств древесины, применяемой для ВЛ, большое значение имеет влажность.

Влажностью древесины называется отношение массы влаги, содержащейся в дереве, к массе совершенно сухой древесины. Влажность свежесрубленных деревьев хвойных пород – от 54 до 61 %. При уменьшении влажности дерево подвергается усушке, т. е. уменьшается в размерах. Усушка дерева крайне неблагоприятно отражается на

деревянных конструкциях, вызывая слабинку в соединениях, развинчивание гаек, ослабление бандажей и т. п. Кроме того, при быстром высыхании дерева возможно его расслоение.

Из механических свойств древесины основным является ее прочность. В эксплуатационных условиях элементы деревянных опор могут испытывать растягивающие или сжимающие усилия, работать на изгиб или скалывание.

Повышенная влажность существенно уменьшает прочность дерева. При изменении влажности от 10 до 30 % предел прочности на сжатие уменьшается более, чем в 2 раза. Аналогично, хотя и в меньших размерах, изменяется и прочность на изгиб. Поэтому для возможности сравнения все результаты испытаний древесины приводятся к влажности 15 %.

Для опор ВЛ может применяться древесина по качеству не ниже 3-го сорта. Срок службы деревянных опор зависит от очень многих факторов: породы и качества древесины, атмосферных условий, характера грунта и прочих, но в среднем для непропитанного леса он составляет: от 15 до 20 лет – для лиственницы, от 4 до 5 лет – для сосны, от 2 до 3 лет – для ели. В отдельных случаях, в зависимости от климатических условий, срок службы может существенно меняться. Поэтому при использовании древесины под опоры большое внимание уделяется ее пропитке антисептиками. Пропитка антисептиками значительно увеличивает срок службы деревянных опор. Применение для деревянных опор непропитанной сосны или ели запрещается. Способность разных пород дерева поддаваться пропитке различна. Лучше всего поддается пропитке сосна. Ель и лиственница плохо поддаются пропитке, особенно их наружные слои.

В качестве пропитки применяются креозотовое, сланцевое масла и высокоэффективные медно-хромомышьяковые (ССА) составы. Пропитка составами ССА практически не оказывает влияния на механические свойства опор. Опоры, пропитанные составами ССА, в отличие от опор, пропитанных креозотом или сланцевым маслом, не имеют запаха и не

выделяют пропиточный состав в окружающую среду. Для производства деревянных опор применяется также пропитка дерева антисептиком АСС-1. Он представляет собой водный раствор органического соединения триэтаноламиновой соли сульфированного совтола ПХДС-Т. Этот антисептик более безопасен и обеспечивает срок службы деревянных опор до 40 лет.

При вычислении массы деталей за единицу принимается масса 1 м³ древесины (850–900 кг).

На ВЛ 0,4 кВ применяются следующие типы деревянных опор: промежуточные (ПН), перекрестные (ПКН), промежуточные повышенные (ППН), анкерные концевые (АКН), угловые анкерные (УАН), угловые промежуточные (УПН) и ответвительные (ОАН).

Марки опоры расшифровываются следующим образом: первые две или три буквы – вид опоры; цифры – типоразмер; последние буквы – материал опоры.

Для нормальных опор из цельных бревен применяются стойки длиной 9,5 и 11 м, а для составных – 9,5; 7,5 и 6,5 м в сочетании с железобетонными приставками длиной 3,25 и 4,25 м и деревянными приставками длиной 3,5 и 4,5 м. Для повышенных цельностоечных опор используются бревна длиной 11 и 13 м, а для составных – 8,5 и 9,5 м в сочетании с деревянными приставками 6,5 и 8,5 м, железобетонными приставками длиной 4,25 м. Конструкции опор рассчитаны для подвески проводов: алюминиевых А16-А70; сталеалюминиевых АС 16-АС 50. Провода на опорах крепят с использованием изоляторов на стальных крюках типа КН или на штырях типа Д.

Основные данные деревянных опор ВЛ 0,4 кВ для подвески 5–8 и 8-12 проводов приведены в табл. 1.42-1.44, область применения опор – в табл. 1.45.

Таблица 1.42

Одностоечные деревянные опоры ВЛ 0,4 кВ на 5–8 проводов

Опоры	Стойка		Приставка		Объем древесины в изделии, м ³	Объем железобетона, м ³	Масса металла, кг
	длина, м	диаметр отруба, см	длина, м	диаметр отруба, см			
<i>Промежуточные и перекрестные</i>							
ПН-1Д*	9,5	18	–	–	0,36	–	5,46
ПН-3Д; ПKN-3Д	11,0	16	–	–	0,35	–	–
ПН-1ДД; ПKN-1ДД	6,5	14	4,5	20	0,30	–	1,5
ПКА-1ДД ПН-2ДД; ПKN-2ДД	7,5	16	4,5	22	0,40	–	1,5
ПН-3ДД; ПKN-3ДД	7,5	16	4,5	22	0,40	–	2,5
ПН-4ДД; ПKN-4ДД	9,5	16	–	–	0,34	0,22	2,5
ПН-1ДБ; ПKN-1ДБ	7,5	14	–	–	0,16	0,10	1,5
ПН-2ДБ; ПKN-2ДБ	7,5	16	–	–	0,20	0,13	1,5
ПН-3ДБ; ПKN-3ДБ	7,5	16	–	–	0,20	0,13	2,5
ПН-4ДБ; ПKN-4ДБ	9,5	16	–	–	0,28	0,10	2,5
<i>Повышенные промежуточные</i>							
ППН-1Д**	11,0	16	–	–	0,38	–	7,25
ППН-1ДБ	8,5	16	–	–	0,24	0,13	1,5
ППН-2ДБ**	8,5	16	–	–	0,26	0,13	9,75
ППН-3ДБ**	9,5	16	–	–	0,30	0,13	9,75
ППН-4ДБ**	9,5	16	–	–	0,30	0,26	11,25
<i>Промежуточные ***</i>							
ПН-4Д	9,5	14	–	–	0,23	–	–
ПН-5Д	8,5	14	–	–	0,20	–	–
ПН-5ДД	6,5	14	3,5	20	0,26	–	2,00
ПН-6ДД	6,5	14	4,5	20	0,31	–	2,00
ПН-5ДБ	6,5	14	–	–	0,14	0,10	2,00
ПН-6ДБ	6,5	14	–	–	0,14	0,13	2,00

* Длина траверсы 1,8 м, сечение 10х8 см.

** Длина траверсы 2,7 м, сечение 10х8 см.

*** Для двух и четырех проводов.

Таблица 1.43 Сложные деревянные опоры ВЛ 0,4 кВ на 5–8 проводов

Опоры	Стойка		Приставка		Длина полкоса, м, при диаметре отруба 18 см	Объем древесины в изделии, м ³	Объем железобетона, м ³	Масса металла, кг
	длина, м	диаметр отруба, см	длина, м	диаметр отруба, см				
<i>Угловые промежуточные и концевые анкерные</i>								
УПН-1Д;	11,0	22	–	–	9,5	1,01	–	8,12
АКН-1Д								
УПН-2Д;	9,5	22	–	–	9,5	0,94	–	18,00
АКН-2Д								22,82
УПН-1ДД;	6,5	18	4,5	20	5,5	0,78	–	14,42
АКН-1ДД								
УПН-2ДД;	7,5	22	4,5	22	6,5	1,03	–	16,68
АКН-2ДД								
УПН-3ДД;	7,5	18	4,5	20	6,5	0,85	–	16,72
АКН-3ДД								
УПН-4ДД;	7,5	20	4,5	20	6,5	0,90	0,23	16,96
АКН-4ДД								
УПН-5ДД;	9,5	22	4,5	20	6,5	1,09	–	17,02
АКН-5ДД								
УПН-1ДБ;	7,5	18	–	–	6,5	0,46	0,23	17,34
АКН-1ДБ								
УПН-2ДБ;	7,5	22	–	–	6,5	0,58	0,29	17,54
АКН-2ДБ								
УПН-3ДБ;	7,5	18	–	–	6,5	0,46	0,29	17,74
АКН-3ДБ								
УПН-4ДБ;	7,5	20	–	–	6,5	0,51	0,29	18,58
АКН-4ДБ								
УПН-5ДБ;	9,5	22	–	–	6,5	0,72	0,26	17,98
АКН-5ДБ								
<i>Угловые анкерные</i>								
УАН-1Д	11,0	22	–	–	9,5	1,01	–	18,12
УАН-2Д*	9,5	22	–	–	9,5	0,95	–	22,82

* Длина траверсы 2,1 м; сечение 10x8 см. * * Длина траверсы 1,8 м; сечение 10x8 см.

Примечание. Ригели длиной 0,5 м с диаметром отруба 18 см.

Таблица 1.44

Промежуточные деревянные опоры ВЛ 0,4 кВ на 8—12 проводов

Шифр опоры	Стойка		Приставка		Траверса		Объем древесины в изделии, м ³
	длина, м	диаметр отруба, см	длина, м	диаметр отруба, см	длина, м	сечение, см	
ПНт-ДД-7,2	6,5	16	4,5	22	1,5 (2,3)	10×8	0,396 (0,408)
ПНт-ДД-8,1	7,5	18	4,5	22	1,5 (2,3)	10×8	0,474 (0,486)
ПНт-ДД-9,1	8,5	18	4,5	24	1,8 (2,6)	10×8	0,808 (0,822)
ПНт-ДБ-7,2	7,5	16	—	—	1,5 (2,3)	10×8	0,224 (0,236)
ПНт-ДБ-8,1	7,5	18	—	—	1,5 (2,3)	10×8	0,274 (0,286)
ПНт-ДБ-9,1	8,5	18	—	—	1,8 (2,6)	10×8	0,328 (0,342)
ПНт-ДБ-7,9	8,5	18	—	—	1,5 (2,3)	10×8	0,348 (0,372)

Примечание. Цифры в скобках приведены для траверс на шесть штырей; без скобок – для траверс на четыре штыря.

Таблица 1.45

Область применения деревянных опор для совместной подвески проводов ВЛ 0,4 и 6—10 кВ

Опоры	Область применения
Промежуточные ПС-Д; ПС-1Д; ПС-ДБ; ПС-1ДБ; ПСДД; ПС-1ДД*	На прямых участках ВЛ. Допускают присоединение двух вводов в дома электросети 220 В. Составные опоры устанавливаются приставкой в сторону вводов в здания
Промежуточные переходные: ПСП-ДД; ПСП-ДБ (на двух железобетонных приставках)	На пересечениях с инженерными сооружениями
Угловые промежуточные: УС-Д; УС-ДБ; УС-ДД	На углах поворота ВЛ до 90°
Ответвительные: ОС-Д; ОС-ДБ; ОС-ДД	Для ответвлений как отдельно по ВЛ, так и совместно 0,4 и 6—10 кВ
Концевые: КС-Д; КС-ДБ; КС-ДД	На концах линий при изменении количества проводов на ВЛ 0,4 кВ

* Цифра 1 обозначает крюковой профиль расположения проводов ВЛ 0,4 кВ.

Для совместной подвески проводов применяются следующие типы опор: промежуточные (ПС), концевые (КС), ответвительные (ОС), угловые промежуточные (УС) и промежуточные переходные (ПСП).

Опоры изготавливаются из цельных стоек с железобетонными и деревянными приставками. Марки опор, составленные из двух частей, указывают: тип опоры (ПС, КС и т. д.); конструктивное выполнение

стойки: Д – из цельного бревна, ДБ – с железобетонной приставкой, ДД – с деревянной приставкой. Промежуточные опоры выполняются одностоечными, а остальные – подкосной конструкции. Конструкции опор допускают подвеску проводов следующих марок: алюминиевых А 25 – А 70, сталеалюминиевых АС 16 – АС 50; стальных однопроволочных ПСТ4; стальных многопроволочных ПС25. Крепление проводов ВЛ 6-10 кВ двойное, траверса – длиной 2,2 м, сечением 10х12 см. Опоры рассчитаны для применения в I–IV районах по ветру и гололеду при температуре воздуха от -40 до +40 °С.

Основные данные промежуточных деревянных опор ВЛ 6-10 кВ приведены в табл. 1.46, а сложных опор – в табл. 1.47.

Таблица 1.46

Промежуточные деревянные опоры ВЛ 6—10 кВ

Опоры	Длина стойки, м, при диаметре отруба 16 см	Объем древесины, м ³		Объем железобетона, м ³	Масса металла, кг	Местность
		в изделии	с учетом усреднения			
П10-1Д	11,0	0,35	0,47	–	–	Ненаселенная
П10-2Д	11,0	0,37	0,49	–	8,48	
П10-4Д*	11,0	0,46	0,52	–	8,48	
П10-4ДД**	8,5	0,41	0,54	–	2,00	
П10-5ДД**	8,5	0,46	0,59	–	10,39	
П10-7ДБ	8,5	0,24	0,36	0,13	2,00	
П10-8ДБ	8,5	0,26	0,38	0,20	10,39	
П10-3Д	11,0	0,37	0,49	–	11,34	Населенная
П10-9ДБ	8,5	0,26	0,38	0,20	13,33	

* Диаметр отруба стойки 18 см. ** Приставка длиной 4,5 м, диаметр отруба 20 см.

Таблица 1.224

Сложные деревянные опоры ВЛ 6—10 кВ

Опоры	Длина, м			Объем, м ³		Масса металла, кг
	стойки диаметром отруба 18 см	подкоса диаметром отруба 8 см	пристав-ки диаметром отруба 22 см	древесины в из-делии	железо-бетона	
<i>Угловые промежуточные</i>						
УП10-1Д; УП10-2Д	11,0	—	—	1,08	—	28,05
УП10-2ДД; УП10-3ДД	8,5	—	4,5	1,21	—	41,13
УП10-3ДБ; УП10-4ДБ	8,5	—	—	0,76	0,29	41,49
<i>Концевые анкерные</i>						
АК10-1Д; АК10-2Д	11,0	—	—	1,24	—	33,06
АК10-2ДД; АК10-3ДД	8,5	—	4,5	1,37	—	45,74
АК10-3ДБ; АК10-4ДБ	8,5	—	—	0,92	0,29	50,15
<i>Угловые анкерные</i>						
УА10-1Д; УА10-2Д	11,0	11,0	—	1,90	—	60,02
УА10-2ДД; УА10-3ДД	8,5	8,5	4,5	2,09	—	79,03
УА10-3ДБ; УА10-4ДБ	8,5	8,5	—	1,41	0,44	78,66
<i>Отвешиваемые анкерные</i>						
ОА10-1Д; ОА10-2Д	11,0	—	—	1,32	—	44,65
ОА10-2ДД; ОА10-3ДД	8,5	—	4,5	1,45	—	58,11

Примечание. Диаметр отруба траверсы длиной 2,75 м – 18 см (ОА10-1Д 20 см).

Для переходов ВЛ 6-10 кВ через естественные препятствия и инженерные сооружения в сельских районах применяются простые повышенные деревянные опоры типа ПП на деревянных и железобетонных приставках (табл. 1.48).

Переходные опоры ВЛ 6-10 кВ применяются при пересечении: ВЛ напряжением до 10 кВ включительно; ВЛ связи I–III классов;

автомобильных и шоссейных дорог I–IV категорий; железных дорог, несудоходных и судоходных рек; трубопроводов и канатных дорог.

Сложные переходные опоры применяются следующих типов: анкерные концевые типа ПАК10 и угловые анкерные типов ПУА10, ПУА20.

Промежуточные опоры выполняются одностоечной конструкции с креплением штыревых изоляторов на крюках, а также на траверсе, установленной на вершине стойки. Опоры с крюками рекомендуется применять в I–II районах по гололеду при условии соблюдения требуемых по нормам расстояний от проводов ВЛ до пересекаемых объектов.

Таблица 1.48

Промежуточные деревянные опоры ВЛ 6—10 кВ для переходов через инженерные сооружения

Шифр опоры	Стойка		Приставка		Объем, м ³		Масса металла, кг
	длина, м	диаметр отруба, см	длина, м	диаметр отруба, см	древесины в изделии	железобетона	
ПП10-1Д	11,0	18,0	6,5–8,5	22	0,343	–	7,28
ПП10-1ДД	11,0	18,0			1,06		11,70
ПП10-2ДД;	11,0	18,0			1,123		18,98
ПП10-3ДД	13,0	18,0			0,84		11,70
ПП10-4ДД	13,0	18,0			0,903		18,98
ПП10-1ДБ*	11,0	18,0	–	–	0,44	0,26	21,4
ПП10-2ДБ;	11,0	18,0	–	–	0,50	0,26	28,26
ПП10-3ДБ	13,0	18,0	–	–	0,44	0,27	11,26
ПП10-4ДБ	13,0	18,0	–	–	0,50	0,27	17,98
ПП10-5ДБ	11,0	18,0	–	–	0,233	0,13	14,24

* Длина траверсы 2,75 м при диаметре отруба 16 см.

Стойки опор изготавливаются из бревен длиной 11 и 13 м, а приставки – из бревен длиной 6,5 и 8,5 м. Конструкции опор рассчитаны для подвески проводов следующих марок: алюминиевых А35 – А120; сталеалюминиевых АС35 – АС70, стальных многопроволочных ПС25 – ПС50. Крепление проводов на промежуточных и анкерно-угловых переходных опорах осуществляется так же, как и в населенной местности.

Основные данные сложных деревянных опор приведены в табл. 1.49.

Для защиты переходов от атмосферных перенапряжений на переходных опорах предусматривается установка разрядников.

Таблица 1.49

Сложные деревянные опоры ВЛ 6—10 кВ для переходов через инженерные сооружения

Опоры	Длина, м, при диаметре отруба 22 см			Объем, м ³		Масса металла, кг
	стойки	подкоса	приставки	древесины в изделии	железо-бетона	
<i>Концевые анкерные</i>						
ПАК10-1ДД	11,0	–	6,5	2,59	–	51,10
ПАК10-2ДД	11,0	–	8,5	3,07	–	51,10
ПАК10-3ДД	13,0	–	8,5	3,54	–	54,78
ПАК10-1ДБ	11,0	–	–	1,30	1,10	71,99
ПАК10-2ДБ	13,0	–	–	1,77	1,10	75,68
ПАК10-3ДБ	13,0	–	–	1,77	0,54	58,48
<i>Угловые анкерные</i>						
ПУА 10-1ДД	11,0	11,0	6,5	3,08	–	93,16
ПУА 10-2ДД	11,0	11,0	8,5	3,44	–	93,16
ПУА 10-3ДД	13,0	13,0	8,5	4,31	–	105,43
ПУА 10-1ДБ	11,0	11,0	–	2,08	0,84	118,18
ПУА 10-2ДБ	13,0	13,0	–	2,95	0,84	129,44

Примечание. Длина поперечины 3,5 м (ПАК10-3ДБ – 4,5 м) при диаметре отруба 16 см.

Вопросы и задания.

- 1) Каким требованиям должны удовлетворять деревянные опоры?
- 2) Что удаляют при изготовки опор?
- 3) Какой диаметр должен быть для крюка?
- 4) Из чего изготавливают бандажи для сопряжения приставок с опорой, и какого диаметра?
- 5) Что можно использовать вместо проволочных бандажей?
- 6) Что используется в качестве пропитки?
- 7) На ВЛ 0,4 кВ какие применяются типы деревянных опор?
- 8) Какой длиной должны быть стойки опор и приставки?

3. ПРОВОДА И ТРОСЫ

3.1 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи

По конструкции провода неизолированные делятся на однопроволочные, состоящие из одной проволоки, и многопроволочные, состоящие из нескольких или даже нескольких десятков проволок.

Однопроволочные провода бывают монометаллические (стальные, медные, алюминиевые) и биметаллические (сталемедные или сталеалюминиевые).

Биметаллические провода имеют однопроволочный стальной сердечник, обеспечивающий проводу необходимую механическую прочность, и сваренную с ним «рубашку» из цветного металла (меди, алюминия).

Биметаллическая сталемедная проволока в качестве проводов на ВЛ 0,4 кВ применяется в условиях загрязненной атмосферы.

Согласно ПУЭ на ВЛ до 1 кВ сечение биметаллических проводов по условиям механической прочности должно быть не менее 10 мм².

Многопроволочные провода бывают монометаллические (алюминиевые, медные) и комбинированные (сталеалюминиевые, сталебронзовые).

Алюминиевые, медные и сталеалюминиевые провода выпускаются по ГОСТ 839-80* (табл. 1.50). Они состоят из нескольких повивов проволок одного диаметра. В центре сечения провода располагается одна проволока, вокруг нее концентрически – шесть проволок второго повива, затем проволоки третьего повива и т. д. При этом число проволок в каждом повиве увеличивается на шесть по сравнению с предыдущим. Центральная проволока в проводе считается первым повивом.

Таблица 1.50

Марки проводов и их конструкция

Марка провода	Конструкция провода
А	Провод, скрученный из алюминиевых проволок
АКП	Провод марки А, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости
АС	Провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок
АСКС	Провод марки АС, но межпроволочное пространство стального сердечника, включая его наружную поверхность, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости
АСКП	Провод марки АС, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости
АСК	Провод марки АС, но стальной сердечник изолирован двумя лентами полиэтилентерефталатной пленки. Многопроволочный стальной сердечник под полиэтилентерефталатными листами должен быть покрыт нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости
АН	Провод, скрученный из проволок нетермообработанного алюминиевого сплава марки АВЕ
АНКП	Провод марки АН, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости
АЖ	Провод, скрученный из проволок термообработанного алюминиевого сплава марки АВЕ
АЖКП	Провод марки АЖ, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости

При применении стальной оцинкованной проволоки 2-й группы для изготовления провода марки АС в обозначении его марки к букве С добавляют цифру 2.

Примеры условного обозначения:

сталеалюминиевый провод, заполненный нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости, с номинальными сечениями алюминиевой части 450 мм² и стального сердечника 56 мм² – АСКС450/56 ГОСТ 839—80*;

сталеалюминиевый провод с применением стальной проволоки 2-й группы, с номинальным сечением алюминиевой части 450 мм² и стального сердечника 56 мм² – АС2 450/56 ГОСТ 839—80*;

провод из алюминиевого термообработанного сплава с номинальным сечением 50 мм² – АЖ 50 ГОСТ 839—80*.

Номинальное сечение неизолированных проводов, число проволок и диаметры проводов и проволок приведены в табл. 1.51 и 1.52, а их расчетные параметры – в табл. 1.53—1.56.

Таблица 1.51

Алюминиевые провода

Номинальное сечение проводов, мм ²	Провода марок А и АКП			Провода марок АН, АНКП, АЖ и АЖКП		
	число проволок	номинальный диаметр, мм		число проволок	номинальный диаметр, мм	
		проволок	провода		проволок	провода
10	7	1,35	4,05	—	—	—
16	7	1,70	5,1	7	1,70	5,1
25	7	2,13	6,4	7	2,13	6,4
35	7	2,50	7,5	7	2,50	7,5
50	7	3,00	9,0	7	3,00	9,0
70	7	3,55	10,7	—	—	—
95	7	4,10	12,3	—	—	—
120	19	2,80	14,0	19	2,80	14,0
150	19	3,15	15,8	19	3,15	15,8
185	19	3,50	17,5	19	3,50	17,5
200	19	3,66	18,1	—	—	—
240	19	4,00	20,0	—	—	—
300	37	3,15	22,1	—	—	—
350	37	3,45	24,2	—	—	—
400	37	3,66	25,6	—	—	—
450	37	3,90	27,3	—	—	—
500	37	4,15	29,1	—	—	—
550	61	3,37	30,3	—	—	—
600	61	3,50	31,5	—	—	—
650	61	3,66	32,9	—	—	—
700	61	3,80	34,2	—	—	—

Таблица 1.52

Сталеалюминиевые провода марок АС, АСК, АСКС и АСКП

Номинальное сечение проводов, мм ²	Диаметр провода, мм	Алюминиевая часть провода		Стальной сердечник		Отношение сечения алюминиевой части провода к сечению стального сердечника
		число проволок	номинальный диаметр проволок, мм	число проволок	номинальный диаметр проволок, мм	
10/1,8	4,5	6	1,50	1	1,50	6,00
16/2,7	5,6	6	1,85	1	1,50	6,00
25/4,2	6,9	6	2,30	1	2,30	6,00
35/6,2	8,4	6	2,80	1	2,80	6,00
50/8,0	9,6	6	3,20	1	3,20	6,00

Таблица 1.54

Расчетные параметры проводов марок АС, АСК, АСКП, АСКС

Номинальное сечение, мм ²	Сечение алюминия стали, мм ²	Диаметр, мм		Разрывное усилие, <i>H</i> , не менее	Масса 1 км провода без смазки, кг
		провода	проволоки стального сердечника		
10/1,8	10,6/1,77	4,5	1,5	4089	42,7
16/2,7	16/2,69	5,6	1,85	6220	64,9
25/4,2	24,9/4,15	6,9	2,3	9296	100,3
35/6,2	36,9/6,15	8,4	2,8	13 524	148,0
50/8,0	48,2/8,04	9,6	3,2	17 112	195,0
70/11	68/11,3	11,4	3,8	24 130	276,0

Таблица 1.55

Расчетные параметры проводов марок АН, АЖ, АНКП, АЖКП

Номинальное сечение, мм ²	Диаметр провода, мм	Разрывное усилие провода, <i>H</i> , не менее		Масса 1 км провода без смазки, кг
		АН, АНКП	АЖ, АЖКП	
16	5,1	3550	4658	43
25	6,4	5109	6972	68
35	7,5	7031	9600	94
50	9,0	10 140	13 827	135
120	14,0	23 967	32 685	321
150	15,8	30 331	41 363	406
185	17,5	37 451	51 062	502

Таблица 1.56 **Строительная длина проводов ВЛ (ГОСТ 839—80*)**

Номинальное сечение токопроводящей части провода, мм ²	Строительная длина, м, не менее, проводов		
	А, АКП	АН, АНКП, АЖ, АЖКП	АС, АСКП, АСКС, АСК
10	–	–	3000
16	4500	4500	3000
25	4000	4000	3000
35	4000	4000	3000
50	3500	3500	3000
70	2500	–	2000
95	2000	–	1500
120	1500	1500	2000
150	1250	1250	2000
185	1000	1000	2000
205	–	–	2000
240	1000	–	2000
300	1000	–	2000
330	–	–	2000
350	1000	–	–
400	1000	–	1500
450	1000	–	1500
500	1000	–	1500
550	1000	–	1200
600	800	–	1200

Примечание. По требованию потребителя допускается изготовление проводов с другими строительными длинами.

Допускаются отрезки в количестве не более 5 % партии (для проводов с проволокой из сплава алюминия не более 10 %) длиной, не менее: 250 м – проводов сечением до 185 мм² включительно; 500 м – проводов сечением выше 185 мм².

В соответствии с ГОСТ 839-80* срок службы должен быть не менее:

45 лет – проводов марок А, АС;

25 лет – проводов марок АКП, АН, АНКП, АЖ, АЖКП, АСКП; 10 лет – проводов марок АСКС, АСК.

Основные нормативные данные по применению проводов приведены в табл. 1.57-1.60, а характеристики медных и алюминиевых полых проводов – в табл. 1.61.

Таблица 1.57

Минимальное допустимое сечение сталеалюминиевых проводов ВЛ по условиям механической прочности

Характеристика ВЛ	Сечение сталеалюминиевых проводов, мм ²
ВЛ без пересечений, переходы ВЛ через судоходные реки и каналы, пролеты пересечений ВЛ с инженерными сооружениями (линиями связи, надземными трубопроводами и канатными дорогами), железными дорогами и другими инженерными сооружениями при толщине стенки гололеда, мм:	
10	35
15–20	50
Более 20	70

Таблица 1.58

Наибольший допустимый пролет ВЛ с алюминиевыми, сталеалюминиевыми и стальными проводами и проводами из алюминиевых сплавов малых сечений

Провода	Предельный пролет, м, при толщине стенки гололеда, мм		
	до 10	15	20
<i>Алюминиевые</i>			
А35	140	–	–
А50	160	90	60
А70	190	115	75
А95	215	135	90
А120	270	150	110
<i>Из алюминиевых сплавов</i>			
АН35	210	115	75
АН50	265	155	100
АН70	320	195	130
АН95	380	235	160
АН120	435	270	185
АЖ35	280	175	120
АЖ50	350	220	140
АЖ70	430	270	180
АЖ95	500	330	230
АЖ120	550	370	260
<i>Сталеалюминиевые</i>			
АС 25/4,2	230	–	–
АС 35/6,2	320	200	140
АС 50/8,0	360	240	160
АС 70/11	430	290	200
АС 95/16, АС 95/15	525	410	300
АС 120/19	660	475	350
<i>Стальные</i>			
ПС25	520	220	150

Примечание. Указанные значения предельных пролетов действительны для алюминиевых проводов из проволоки АТ и АТп.

Таблица 1.59

Наименьшее сечение проводов ответвления от ВЛ к вводам

Провод	Наименьшее сечение, мм ² , в пролете	
	до 10 м	от 10 до 25 м
Медный самонесущий	4	6
Стальной, биметаллический	7	12,5
Из алюминия и его сплавов	16	16

Таблица 1.60

Рекомендуемые области применения проводов различных марок

Область применения	Марка провода	Номинальное сечение, мм ²	Отношение сечений алюминиевой части и стального сердечника
Районы с толщиной стенки гололеда: до 20 мм	АС	До 185 240 и более	6–6,25
	АЖ	120–185	–
	АС	До 95 120–400 450 и более	6 4,29–4,39 7,71–8,04
Побережье морей, соленых озер, районы засоленных песков, промышленные районы, где сталеалюминиевые провода разрушаются от коррозии*	АСК, АСКС, АСКП	120–300	6,11–6,25
Сети сельскохозяйственного назначения до 110 кВ	А (АН)	50–240	–
	АС (АЖ)	50–185	–

* На равнинной местности при отсутствии данных эксплуатации ширина прибрежной полосы принимается равной 5 км, а расстояние от химических предприятий – 1,5 км.

Таблица 1.61

Характеристики полых проводов

Марка провода	Расчетное сечение, мм ²	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр по вписанной окружности, мм	Разрывное усилие провода, кН	Длительно допустимая токовая нагрузка, А	Строительная длина, м	Масса провода, кг/км
ПМ-240	237 ± 7,0	30	23,4	88,3	950	600	2110
ПМ-300	295 ± 13,0	35	28,0	109,9	1050	600	2630
ПА-500	494 ± 8,0	45	37,0	70,2	1000	600	1330
ПА-640	655 ± 15,9	59	51,5	93,1	1325	600	1820

Примечание. Марками ПМ обозначены полые медные провода; ПА – полые алюминиевые провода.

Вопросы и задания.

- 1) Что обозначает первая буква в маркировке проводов?
- 2) Какое минимально сечение по ПУЭ на ВЛ до 1 кВ?

3.2 Грозозащитные тросы



В качестве грозозащитных тросов на ВЛ применяются стальные канаты. Наиболее употребительными на ВЛ являются канаты (табл. 1.62) диаметром 8; 9,2 мм по ГОСТ 3062—80*, диаметром 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16 мм по ГОСТ 3063—80*, диаметром 17; 18,5; 21; 22,5 мм по ГОСТ 3064—80*.

Таблица 1.62

Характеристики стальных канатов

Диаметр каната, мм	Площадь сечения всего каната, мм ²	Число и диаметр проволок, мм	Разрывное усилие каната в целом, Н	Маркировочная группа, Н/мм ²	Ориентировочная масса 1 км смазанного каната, кг
8,0	38,01	1×2,8 + 6×2,6	63 950	1860	330,5
9,2	50,45	1×3,2 + 6×3,0	84 550	1860	438,5
10,0	60,35	1×2,2 + 18×2,0	79 800	1470	519,0
11,0	72,95	1×2,4 + 18×2,2	96 100	1470	627,4
13,0	101,72	1×2,8 + 18×2,6	134 000	1470	873,0
14,0	117,9	1×3,0 + 18×2,8	155 000	1470	1050,0
15,0	135,28	1×3,2 + 18×3,0	178 000	1470	1160,0
16,0	153,84	1×3,4 + 18×3,2	202 500	1470	1320,0
17,0	168,17	1×2,6 + 36×2,4	—	2060	1425,0
18,5	197,29	1×2,8 + 36×2,6	—	2060	1685,0
21,0	262,51	1×3,2 + 36×3,0	—	2060	2240,0
22,5	298,52	1×3,4 + 36×3,2	—	2060	2550,0

Стальные канаты диаметром более 11 мм применяются главным образом при сооружении больших переходов через реки, овраги и другие препятствия.

4. Самонесущие изолированные провода



В последние десятилетия в мире все большее применение в практике строительства воздушных линий электропередачи находят самонесущие изолированные провода. Они применяются при строительстве воздушных линий электропередачи до 1 кВ и 6—110 кВ при температуре от —45 до +50 °С.

Преимущества самонесущих изолированных проводов (СИП):

возможность применения опор действующих проектов и новых опор меньшей высоты;

высокая надежность и бесперебойность энергообеспечения потребителей;

отсутствие коротких замыканий между проводами фаз, случайных перекрытий;

малая вероятность замыкания на землю;

уменьшение расстояния между проводами на опорах и в пролете;

уменьшение ширины просеки при строительстве; отсутствие гололедообразования на проводах; общее снижение энергетических потерь в линиях электропередачи;

сокращение трудозатрат при строительстве линий;

сокращение общих эксплуатационных расходов за счет уменьшения объемов аварийно-восстановительных работ.

Провода АМКА и SАХ изготавливаются из термоупрочненного алюминиевого сплава, имеют круглую форму сечения. Все провода, за исключением несущего нулевого провода, имеют изолированную оболочку из атмосферостойкого полиэтилена с включением газовой сажи для обеспечения длительного срока эксплуатации. Провод SАХ покрыт изолирующей оболочкой толщиной не менее 2,3 мм из атмосферостойкого светостабилизированного полиэтилена. Провода АМКА и SАХ сохраняют механическую прочность и электрические параметры при температурах окружающей среды от —45 до +50 °С, не распространяют горения.

Перечень нормативно-технической документации на проектирование, сооружение и эксплуатацию опытно-промышленных ВЛ 0,38 кВ с самонесущими проводами АМКА и ВЛ 6—20 кВ с проводами SАХ включает в себя следующие материалы:

Техническую информацию об изолированных проводах, скрученных в жгут, для ВЛ 0,38 кВ АМКА, и о ВЛ 6—20 кВ с проводами SАХ;

Правила устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами АМКА и ВЛ 6—20 кВ с проводами SАХ;

Руководство по проектированию опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами АМКА и ВЛ 6—20 кВ с проводами SАХ;

Рекомендации по монтажу самонесущих изолированных проводов АМКА на ВЛ 0,38 кВ и на ВЛ 6—20 кВ проводов SАХ;

Методические указания по эксплуатации опытно-промышленных ВЛ 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами типа АМКА и ВЛ 6—20 кВ с проводами SАХ, имеющими изолирующее покрытие (ВЛ от 6 до 20 кВ SАХ).

Основные конструктивные параметры проводов типа АМКА и SАХ приведены в табл. 1.63 и 1.64.

Таблица 1.63

Конструктивные параметры СИП

Количество проводов и номинальное сечение, мм ²	Эффективный диаметр жгута для расчета ветровых нагрузок, мм	Разрушающая нагрузка провода, кН	Масса жгута, кг/км
1×16 + 25	11	7,4	140
3×16 + 25	20	7,4	270
3×25 + 35	23	10,3	390
3×35 + 50	27	14,2	530
3×50 + 70	31	20,6	700
3×70 + 95	36	27,9	990
3×120 + 95	42	27,9	1510
4×16 + 25	22	7,4	330
4×16 + 35	25	10,3	490

Таблица 1.64

Конструктивные параметры провода SАХ

Сечение жилы, мм ²	Номинальный диаметр токопроводящей жилы провода, мм	Номинальный диаметр провода с изоляцией, мм	Разрушающее усилие, кН	Масса провода, кг/км
35	6,9	11,5	10,3	160
50	8,0	12,7	14,2	200
70	9,7	14,3	20,6	270
95	11,3	16,0	27,9	350
120	12,8	17,5	35,3	425
150	14,2	18,9	43,4	510
185	15,7	20,5	54,3	620
240	18,1	22,8	70,6	785

ОАО «Севкабель», Санкт-Петербург, по ТУ 16.к71-268—98 и ПУ ВЛИ до 1 кВ выпускаются самонесущие изолированные провода типа СИП на напряжение 0,6/1 кВ. (табл. 1.65).

СИП выпускаются четырех основных типов исполнения: СИП-1А – все жилы, в том числе несущий трос, имеют изоляционный покров из термопластичного светостабилизированного полиэтилена;

СИП-1 – все жилы, за исключением неизолированного нулевого несущего троса, имеют изоляционный покров из термопластичного светостабилизированного полиэтилена;

СИП-2А – все жилы, в том числе несущий трос, имеют изоляционный покров из сшитого светостабилизированного полиэтилена;

СИП-2 – все жилы, за исключением нулевого неизолированного несущего троса, имеют изоляционный покров из сшитого светостабилизированного полиэтилена.

Таблица 1.65

Конструктивные параметры СИП

Конструкция провода	Номинальное сечение токопроводящей жилы провода, мм ²	Номинальный диаметр провода с изоляцией, мм	Разрушающее усилие несущего троса, кН, не менее	Масса провода, кг/км	
				СИП-1; СИП-1А	СИП-2; СИП-2А
1×16 + 1×25	16	15	7,4	140	135
3×16 + 1×25	16	22	7,4	270	260
3×25 + 1×35	25	26	10,3	390	380
3×35 + 1×50	35	30	14,2	530	520
3×50 + 1×70	50	35	20,6	700	690
3×70 + 1×95	70	41	27,9	990	960
3×120 + 1×95	120	47	27,9	1510	1460
4×16 + 1×25	16	22	7,4	330	320

Кроме вышеперечисленных ОАО «Севкабель» по ТУ 16.к71-272—98 и ПУ ВЛЗ 6—20 кВ изготавливаются высоковольтные самонесущие изолированные провода на напряжение до 20 кВ – СИП-3 (табл. 1.66).

Таблица 1.66

Конструктивные параметры СИП-3

Сечение жилы, мм ²	Номинальный диаметр токопроводящей жилы провода, мм	Номинальный диаметр провода с изоляцией, мм	Разрушающее усилие несущего троса, кН, не менее	Масса провода, кг/км
1×50	8,0	12,6	14,2	239
1×70	9,7	14,3	20,6	304
1×95	11,3	16,0	27,9	383
1×120	12,8	17,4	35,2	461

РАО «ЕЭС России» для реконструкции существующих и строительства новых линий электропередачи на напряжение до 1 кВ рекомендован самонесущий изолированный провод «Торсада» производства компании «Алкатель» (Франция). Провод «Торсада» состоит из трех изолированных фазных проводников, скрученных вокруг гибкого изолированного несущего нулевого троса. Нулевой трос, как и все фазные проводники,

имеет изолирующую оболочку из полиэтилена. Жилы фазных проводов выполнены из алюминия, жила несущего провода – из алюминиевого сплава. Для фазных проводов сечением 25–70 мм² используется несущий провод сечением 54,6 мм²; сечением 95—150 мм² – несущий провод сечением 70 мм². Компания «Алкатель» комплектует СИП всей необходимой подвесной и соединительной арматурой. Провод «Торсада» рекомендуется использовать во всех климатических районах по ветру и гололеду при температуре окружающей среды от –45 до +50 °С; СИП «Торсада» сертифицирован для использования в России.

Технические характеристики СИП «Торсада» приведены в табл. 1.67 и



1.68.

Таблица 1.67

СИП «Торсада»

Конструкция жгута	Диаметр, мм				Масса жгута, кг/км	
	жилы		жилы с изоляцией			жгута
	фазного провода	нулевого провода	фазного провода	нулевого провода		
3×25 + 54,6	5,8	—	8,6	—	24	531
3×25 + 54,6 + 16	5,8	4,6	8,6	7,0	25	600
3×25 + 54,6 + 2×16	5,8	4,6	8,6	7,0	26,5	670
3×35 + 54,6	6,8	—	10,0	—	24,6	641
3×35 + 54,6 + 16	6,8	4,6	10,0	7,0	25,5	710
3×35 + 54,6 + 2×16	6,8	4,6	10,0	7,0	27,5	779
3×50 + 54,6	7,9	—	11,1	—	27	770
3×50 + 54,6 + 16	7,9	4,6	11,1	7,0	28,5	839
3×50 + 54,6 + 2×16	7,9	4,6	11,1	7,0	30	907
3×70 + 54,6	9,7	—	13,3	—	30	985
3×70 + 54,6 + 16	9,7	4,6	13,3	7,0	32,2	1054
3×70 + 54,6 + 2×16	9,7	4,6	13,3	7,0	33	1122
3×70 + 70	9,7	—	13,3	—	32	1034
3×70 + 70 + 16	9,7	4,6	13,3	7,0	33	1103
3×70 + 70 + 2×16	9,7	4,6	13,3	7,0	34	1172
3×150 + 70	13,9	—	17,3	—	40	1749
3×150 + 70 + 16	13,9	4,6	17,3	7,0	41	1817
3×150 + 70 + 2×16	13,9	4,6	17,3	7,0	42	1885

Таблица 1.68

СИП «Торсада» для ответвительных линий электропередачи

Конструкция жгута	Диаметр, мм				Масса жгута, кг/км
	жилы	жилы с изоляцией		жгута	
		min	max		
2×16	4,6	7,0	7,8	14,0	137
2×25	5,8	8,6	9,4	17,2	210
4×16	4,6	7,0	7,8	17,8	274
4×25	5,8	8,6	9,4	20,2	420
2×16 + 2×1,5	4,6	7,0	7,8	16,0	191
4×16 + 2×1,5	4,6	7,0	7,8	19,4	328
2×25 + 2×1,5	5,8	8,6	9,4	19,5	264
4×25 + 2×1,5	5,8	8,6	9,4	21,6	474

Вопросы и задания.

- 1) Каковы преимущества самонесущих изолированных проводов (СИП)?
- 2) Из чего изготавливаются провода АМКА и САХ?
- 3) Сколько видов имеет СИП?

5. ЛИНЕЙНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

Линейные изоляторы предназначены для подвески проводов и грозозащитных тросов к опорам линий электропередачи. В зависимости от напряжения линий электропередачи применяются штыревые или подвесные изоляторы, изготовленные из стекла, фарфора или полимеров (рис. 1.3–1.5).

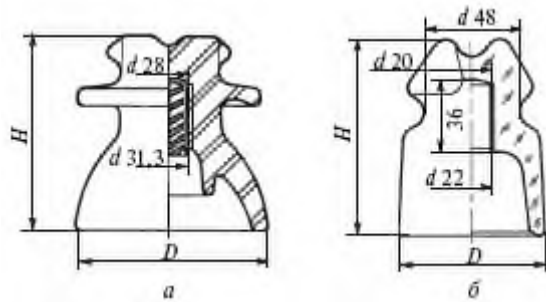


Рис. 1.3. Линейные штыревые изоляторы: *а* – фарфоровый ШФ-10Г; *б* – стеклянный НС 18А

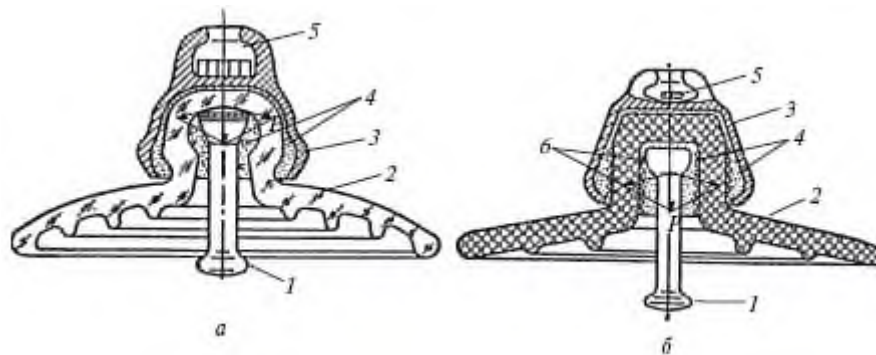


Рис. 1.4. Конструкции подвесных тарельчатых изоляторов: *а* – из закаленного стекла с конусной заделкой деталей; *б* – из фарфора с «арочной» заделкой деталей; *1* – стержень; *2* – изоляционная деталь; *3* – шапка; *4* – цементная заделка; *5* – замок; *б* – герметик

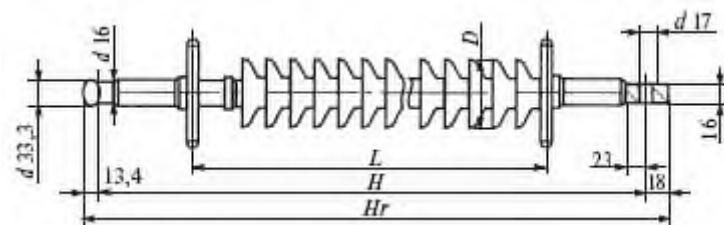


Рис. 1.5. Полимерный изолятор типа ЛК 70/35-АIV

Штыревые изоляторы применяются при напряжении от 0,4 до 6 кВ, при напряжении от 10 до 35 кВ применяются как штыревые, так и подвесные изоляторы.

Изоляторы из закаленного стекла в отличие от фарфоровых не требуют проверки на электрическую прочность перед монтажом. В случае наличия дефекта изолирующая деталь стеклянного изолятора рассыпается на мелкие части, а остаток стеклянного изолятора сохраняет несущую способность, равную не менее 75 % номинальной электромеханической прочности изолятора.

Полимерные изоляторы представляют собой комбинированную конструкцию, состоящую из высокопрочных стержней из стеклопластика с полимерным защитным покрытием, тарелок и металлических наконечников. Стеклопластиковый стержень защищается от внешних воздействий защитной оболочкой, стойкой к ультрафиолетовому излучению и химическим воздействиям. Полимерные изоляторы позволяют заменить целые гирлянды стеклянных и фарфоровых изоляторов. Кроме того, полимерные изоляторы значительно легче, чем гирлянды из стекла и фарфора.

Эксплуатационные характеристики изоляторов зависят от аэродинамических характеристик изолирующей детали («тарелки») изолятора. Хорошее обтекание изолятора способствует уменьшению загрязнения, лучше происходит его самоочистка ветром и дождем и, как следствие, не происходит значительного снижения уровня изоляции гирлянды.

Основные характеристики изолятора – его механическая разрушающая сила, кН, электромеханическая разрушающая сила, кН, а также соотношение длины пути утечки изолятора, мм, к строительной высоте изолятора, мм.

Механическая разрушающая сила – наименьшее значение силы, приложенной к изолятору в определенных условиях, при которой он разрушается.

Электромеханическая разрушающая сила – наименьшее значение силы, приложенной к изолятору в определенных условиях, находящемуся под действием разности электрических потенциалов, при которой он разрушается.

Длина пути утечки изолятора – это кратчайшее расстояние или сумма кратчайших расстояний по контуру наружной изоляционной поверхности между частями, находящимися под разными электрическими потенциалами. От этой величины зависит надежность работы изолятора при загрязнении и увлажнении.

Хранение изоляторов на площадке должно осуществляться под навесом и в таком положении, чтобы избежать скопления воды в полостях изолятора.

Технические характеристики изоляторов приведены в табл. 1.69—1.71.

Таблица 1.69

Штыревые изоляторы (см. рис. 1.3)

Изоляторы	Минимальная разрушающая нагрузка на изгиб (срез), кН	Диаметр тарелки D , мм	Строительная высота H , мм	Длина пути утечки, мм	Масса, кг
<i>Фарфоровые</i>					
ТФ 20*	8	70	100	–	0,47
ШФ-10Г**	12,5	140	140	256	1,8
ШФ-10Д**	12,5	160	145	280	1,9
ШФ-15Г**	13,0	156	160	300	2,4
ШФ-20Г**	13,0	175	170; 184	400	3,5
ШФУ-10**	13,0	152	–	–	2,4
ОНШ-20-10-1**	10	355	280	710	23,3
ОНШ-35-20-1**	20	430	400	850	40,4
ОНШ-15-5УХЛ1**	5	175	243	350	6,0
<i>Стекланые</i>					
ШС-10Д*	13	160	145	280	1,9
НС-18А*	8	75	97	–	0,44

* На напряжение до 1 кВ. ** На напряжение свыше 1 кВ.

При сооружении линий электропередачи с применением проводов SAX используются изоляторы финского производства типа SDI (табл. 1.72).

Таблица 1.72

Изоляторы типа SDI

Изоляторы	Рабочее напряжение, кВ	Разрушающая нагрузка, кН	Длина пути утетки, мм	Масса, кг
<i>Штыревые</i>				
SDI 30	24	12,5	325	2,9
SDI 37	24	12,5	325	3,3
<i>Натяжной полимерный</i>				
SDI 50	24	70	600	1,3

6. АРМАТУРА

Арматура применяется на строительстве воздушных линий электропередачи, открытых распределительных устройств подстанций. Она используется для комплектования изолирующих подвесок проводов и грозозащитных тросов, соединений проводов и тросов в пролетах и шлейфах, присоединения проводов к выводам электрических аппаратов, фиксирования расщепленных проводов в фазах, защиты проводов от воздействия вибрации и других колебаний.

Арматура должна удовлетворять следующим основным требованиям: обладать достаточной механической прочностью, высококоррозионной стойкостью, минимальными потерями на перемагничивание при прохождении переменного тока и по возможности не иметь источников стримерных разрядов. Токоведущая арматура не должна обладать электрическим сопротивлением протеканию тока, превышающим сопротивление провода той же длины.

Все типы линейной арматуры и арматуры открытых распределительных устройств подстанций изготавливаются для эксплуатации в умеренно холодном и тропическом климате. Арматура изготавливается в климатическом исполнении УХЛ категории I по ГОСТ 15150—69*.

Для районов прохождения ВЛ в атмосфере промышленных загрязнений с повышенной химической активностью среды, а также районов солончаков и морского побережья применяется арматура в тропическом исполнении с обязательным нанесением защитной смазки ЗЭС (ТУ 38 101474—74) в процессе монтажа линии.

Арматура используется с проводами, изготовленными по ГОСТ 839-80*, и канатами стальными (ГОСТ 3062-80*, ГОСТ 3063-80*, ГОСТ 3064-80*).

6.1 Соединения линейной арматуры

В основу стандартизации линейной арматуры положен ГОСТ 11359-75*, который распространяется на линейную арматуру с разрушающимися нагрузками, соответствующими следующим значениям, кН, не менее: 20; 40; 70; 100; 120; 160; 210; 250; 300; 350; 400; 450; 530; 600; 750; 900; 1100; 1200; 1350; 1600; 1800; 2400; 2700; 3600.

Все типы соединительной арматуры крепятся подвижно шарнирами трех видов:

шарнир «палец-проушина»;

цепное соединение;

сферический шарнир.

Соединения типа «палец-проушина» и цепное соединение с разрушающимися нагрузками от 20 до 3600 кН должны соответствовать значениям, указанным в табл. 1.73 (рис. 1.6).

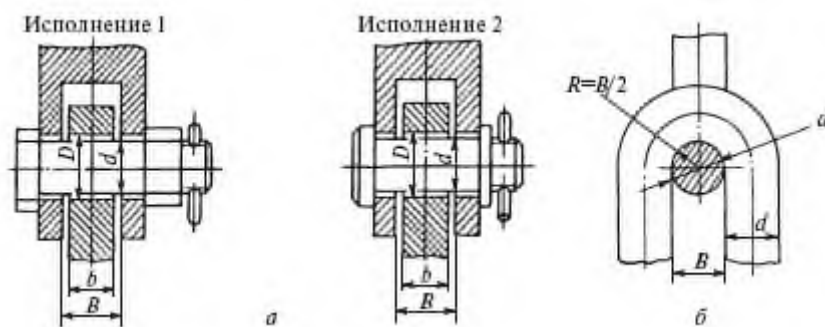


Рис. 1.6. Сопряжение арматуры:

а – шарнирное «палец-проушина»; *б* – цепное

Таблица 1.73

Шарнирные соединения «палец-проушина» и цепного типа

Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Номинальные размеры соединения, мм			
	шарнирное		цепное	
	$b - d$	$B - D$	B	d
20	10	11	11–12,5	8–9
40	14	15	15–16,5	10–12
70	16	17	17–18,5	14–15
100	18	19	19–21,5	16–18
120	22	23	23–24,5	18–20
160	25	26	26–27,5	20–22
210	28	29	28–30,5	24–26
250	32	34	29–36	26–28
300	36	38	31–40	28–34
350	38	40	35–42	32–38
400	40	42	37–44	34–40
450	40	42	37–44	34–40
530	42	44	39–46	36–42
600	45	47	41–48,5	38–44
750	50	52	43–54	40–46
900	56	58	51–60	48–52
1100	60	62	56–63,5	53–58
1200	65	67	59–68,5	56–60
1350	70	72	63–72	60–66
1600	75	77	68–78,5	65–70
1800	80	83	73–90	70–75
2400	95	98	83–99	80–85
2700	108	111	88–112	85–90
3600	125	128	98–130	95–100

Цепное соединение является наиболее рациональным для соединения элементов в гирлянде. Шарнир такого типа в цепи гирлянды обеспечивает отклонение элементов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и имеет некоторую, хотя и ограниченную, свободу при скручивании элементов (кручение вокруг оси гирлянды).

Шарнир сферического типа применяется чаще всего в соединении изоляторов и в значительно меньшей степени – в цепи гирлянды для соединения ее элементов. Недостатком его является ограниченная возможность отклонения, что связано с особенностью его конструкции.

Соединение типа сферический шарнир и его функциональные размеры указаны в табл. 1.74 (рис. 1.7).

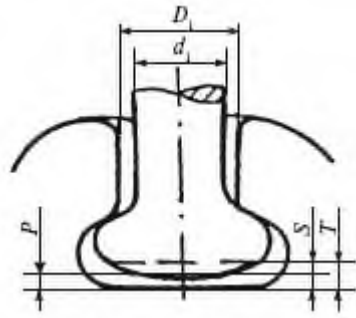


Рис. 1.7. Сферическое шарнирное соединение:

d_1 – диаметр пестика; D_1 – диаметр гнезда; P – зазор между пестиком и дном гнезда; S – размер, определяющий надежность фиксации пестика в гнезде; T – номинальная высота замка

Таблица 1.74

Сферические шарнирные соединения

Условный размер	Размеры, мм					
	d_1	D_1	P		S , не менее	T , не менее
			не менее	не более		
11	11,9 _{-1,1}	12,5 ^{+1,3}	1,4	3,9	0,9	4,8
16	17,0 _{-1,2}	19,2 ^{+1,6}	1,1	4,0	1,5	5,5
20	21,0 _{-1,3}	23,0 ^{+2,1}	1,0	4,5	2,5	7,0
24	25,0 _{-1,4}	27,5 ^{+2,5}	2,5	6,7	2,0	8,7
28	29,0 _{-1,5}	32,0 ^{+2,9}	2,5	7,2	2,8	10,0
32	33,0 _{-1,6}	36,0 ^{+3,3}	3,0	8,2	3,3	11,5

Для предотвращения расщепления сферического соединения линейной арматуры устанавливаются V-образные и W-образные замки (рис. 1.8).

Марки замков соответствуют условным размерам сферических шарнирных соединений (табл. 1.75).

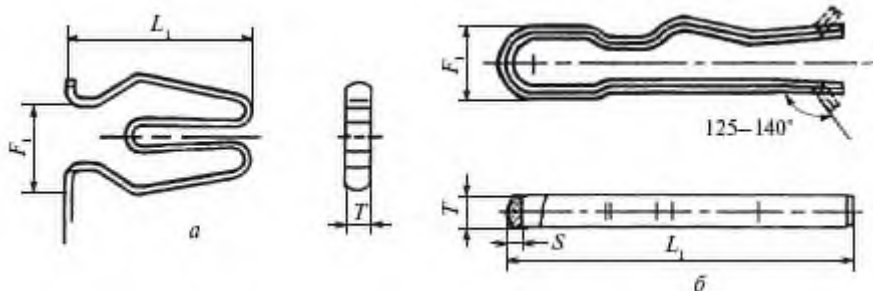


Рис. 1.8. Замки для запираания сферических шарнирных соединений (СШС) изоляторов: *a* – W-образные; *б* – V-образные

Таблица 1.75

Замки типа W– и V-образных сферических шарнирных соединений

Тип замка	Геометрические размеры, мм			
	F_1	L_1	T	S
W-11	15	37	4,8	1,2
V-11	11,9	55	4,8	2,2
W-16	22	50	5,5	1,2
V-16	14,5	65	5,5	3,2
W-20	22	62	7	2
V-20	16,4	80	7	3,2
W-24	22	72	8,7	2
V-24	20	100	8,7	4
W-28	24	83	10	2,2
V-28	22,5	115	10	4,5
W-32	26	96	11,5	2,6
V-32	26	130	11,5	5,2

Пружинные замки изготавливаются из нержавеющей стали или фосфористой бронзы для обеспечения хороших пружинных свойств и их высокой коррозионной стойкости.

Вопросы и задания

- 1) На сколько видов делится соединительная аппаратура?
- 2) Какое соединение является наиболее рациональным для соединения элементов в гирлянде и почему?

6.2 Сцепная арматура

Сцепная арматура предназначена для соединения элементов изолирующих подвесок и крепления проводов и грозозащитных тросов к опоре и подразделяется на универсальную и специальную. К специальной сцепной арматуре относятся серьги, ушки и узлы крепления гирлянд к опорам.

Узлы крепления располагаются в гирлянде всегда в определенной последовательности: узел крепления – только в начале гирлянды, а серьги и ушки, как правило, соединяются только с изоляторами.

Конструкции серьги типов СР и СРС представлены на рис. 1.9, их основные размеры даны в табл. 1.76.

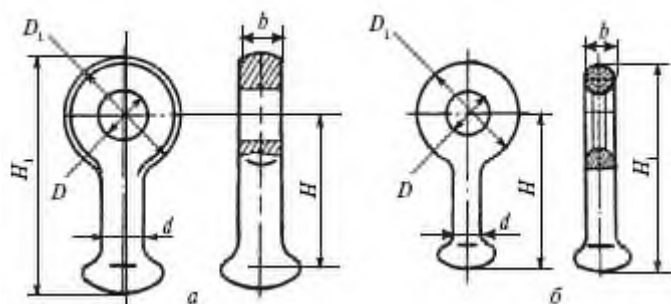


Рис. 1.9. Серьги: *a* – типа СР; *б* – типа СРС

Таблица 1.76

Серьги типов СР и СРС

Марка серьги	Размеры, мм						Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>D</i> ₁	<i>b</i>	<i>H</i>	<i>H</i> ₁		
СР-4-11	15	11	32	14	50	75,1	40	0,12
СРС-7-16	23	17	55	17	65	106	70	0,32
СР-7-16	17	16	42	17	65	99	70	0,30
СР-12-16	23	16	45	22	65	103	120	0,41
СР-16-20	26	20	50	25	70	117	160	0,55
СР-21-20	29	21	52	28	80	127	210	0,65
СР-30-24	38	24	67	36	100	155	300	1,35
СР-40-28	42	28	77	40	120	182	400	1,73
СРС-4-11	17	11	39	11	46,5	75,1	40	0,12
СРС-7-16А	17	17	45	14	64	91,4	70	0,26
СР-40ТВ11	17,5	11,9	40	18	50	79	400	0,15

Ушки предназначены для соединения стержня подвесного изолятора или серьги с другой линейной арматурой. Для запирания стержня изолятора или пестика серьги в гнезде ушки комплектуются W-образными замками.

Ушки для воздушных линий электропередачи выпускаются следующих типов:

У1 – однолапчатые;

У1К – однолапчатые укороченные;

У2 – двухлапчатые;

У2К – двухлапчатые укороченные;

УС – специальные с гнутым пальцем;

УСК – специальные укороченные с гнутым пальцем.

Ушки укороченных типов У1К, У2К служат для комплектования изолирующих подвесок и тросовых креплений без защитной арматуры (разрядных рогов и защитных экранов), что сокращает длину подвески и уменьшает ее массу.

Ушки типов УС и УСК имеют гнутый палец, благодаря чему обеспечивается шарнирное соединение цепного типа со скобами типа СК или арочной подвеской поддерживающего зажима. Ушки типа УС имеют в средней части более тонкое плоское ребро с отверстиями или вырезками для крепления защитных экранов и разрядных рогов.

Конструкция и основные размеры ушек приведены на рис. 1.10– 1.13 и представлены в табл. 1.77—1.80.

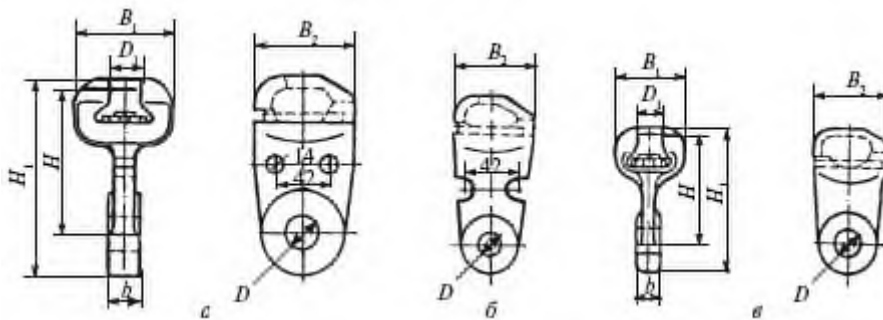


Рис. 1.10. Однолапчатые (а, б) и укороченные (в) ушки типов У1 и У1К

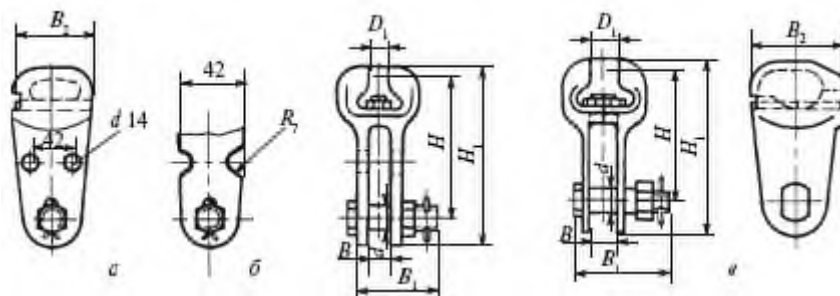


Рис. 1.11. Двухлапчатые (а, б) и укороченные (в) ушки типов У2 и У2К

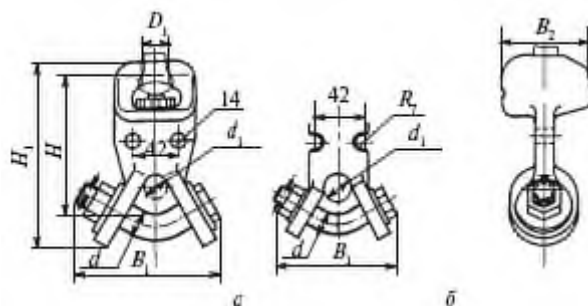


Рис. 1.12. Специальные ушки типа УС

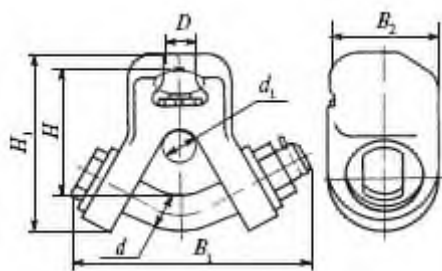


Рис. 1.13. Специальные ушки укороченные типа УСК

Таблица 1.77

Однолапчатые ушки типов У1 и У1К

Марка ушка	См. рис. 1.10	Размеры, мм							Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
		<i>D</i>	<i>b</i>	<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>H</i>	<i>H</i> ₁		
У1-4-11	<i>в</i>	15	14	38	40	12,5	68	90	40	0,53
У1-4/7-11/16	<i>в</i>	17	14	38	40	12,5	50	88	40	0,29
У1-7-16	<i>б</i>	17	16	52	58	19,2	96,5	123	70	0,67
У1-12-16	<i>б</i>	23	22	56	62	19,2	102,5	140	120	1,05
У1-16-20	<i>а</i>	26	25	66	75	23,0	113,5	152	160	1,60
У1-21-20	<i>а</i>	29	28	72	78	23,0	130,5	173	210	2,24
У1-30-24	<i>а</i>	38	36	94	94	27,5	150,0	205,5	300	5,04
У1-40-28	<i>а</i>	42	40	112	112	32,0	190,0	225	400	8,13
У1К-7-16	<i>в</i>	17	16	56	58	19,2	77,0	116	70	0,65

Таблица 1.78

Двухлапчатые ушки типов У2 и У2К

Марка ушка	См. рис. 1.11	Размеры, мм							Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
		<i>d</i>	<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>H</i>	<i>H</i> ₁		
У2-7-16	<i>б</i>	16	17	61	58	19,2	95,5	123	70	0,99
У2-12-16	<i>б</i>	22	23	83	62	19,2	102,5	140	120	1,52
У2-16-20	<i>а</i>	25	26	83	75	23,0	113,5	152	160	2,17
У2-21-20	<i>а</i>	28	29	98	79	23,0	131,0	174	210	3,56
У2-30-24	<i>а</i>	36	38	125	94	27,5	150,0	205,5	300	6,43
У2К-7-16	<i>в</i>	16	17	61	58	19,2	77,0	104,5	70	0,98

Таблица 1.79

Специальные ушки типа УС

Марка ушка	См. рис. 1.12	Размеры, мм							Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
		d	d_1	D_1	B_1	B_2	H	H_1		
УС-7-16	δ	18	25	19,2	110	58	104	131	70	1,25
УС-12-16	δ	25	25	19,2	122	60	113	151	120	2,0
УС-16-20	a	28	35	23,0	146	72	132	172	160	2,90
УС-21-20	a	28	35	23,0	169	79	145	185	210	4,71
УС-30-24	a	36	35	27,5	198	94	164	215	300	7,50
УС-40-28	a	42	38	32,0	225	112	195	250	400	12,50

Таблица 1.80

Специальные укороченные ушки типа УСК (см. рис. 1.13)

Марка ушка	Размеры, мм							Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	d	d_1	D	B_1	B_2	H	H_1		
УСК-7-16	18	25	19,2	107	52	104	131	70	1,20
УСК-12-16	25	32	19,2	145	64	113	151	120	2,32
УСК-16-20	28	35	23,0	142	70	132	172	160	3,30
УСК-21-20	28	35	23,0	158	79	145	185	210	4,17
УСК-30-24	36	35	27,5	197	94	164	215	300	7,40
УСК-40-28	42	40	32,0	237	112	195	250	400	11,30

Рекомендации по выбору арматуры при комплектовании изолирующих подвесок приведены в табл. 1.81.

Выбор арматуры других видов производится в зависимости от конструкции изолирующих подвесок (количества цепей изоляторов, числа проводов в фазе, типа изолирующих подвесок и т. п.).

Таблица 1.81

Выбор сцепной арматуры в зависимости от типа изолятора

Тип изолятора	Диаметр стержня, мм	Марка соединяемой сцепной арматуры					Разрушающая нагрузка арматуры, кН, не менее
		серьга	однолапчатое ушко	двухлапчатое ушко	специальное ушко	специальное укороченное ушко	
ПФ70Д	16	СР-7-16	У1-7-16	У2-7-16	УС-7-16	УСК-7-16	70
ПС 120Б	16	СР-12-16	У1-12-16	У2-12-16	УС-12-16	УСК-12-16	120
ПС 160Д	20	СР-16-20	У1-16-20	У2-16-20	УС-16-20	УСК-16-20	160
ПС 210В	20	СР-21-20	У1-21-20	У2-21-20	УС-21-20	УСК-21-20	210
ПС 300В	24	СР-30-24	У1-30-24	У2-30-24	УС-30-24	УСК-30-24	300
ПС 400	28	СР-40-28	У1-40-28	—	УС-40-28	УСК-40-28	400

Примечание. Серьга СРС-7-16 имеет круглое сечение проушины и предназначена для соединения с V-образным болтом на опоре.

6.3 Узлы крепления изолирующих подвесок к опорам

Узлы крепления типов КГП, КГ, КГТ, КГН предназначены для крепления натяжных и поддерживающих изолирующих подвесок к опорам воздушных линий электропередачи и распределительных устройств.

Узлы крепления типа КГП представляют собой усиленный вариант крепления натяжных и поддерживающих изолирующих подвесок. Узлы крепления типа КГ крепятся к опорам через четыре отверстия путем затяжки гаек V-образных болтов. После затяжки гайки фиксируются от самоотвинчивания раскерниванием. Узлы крепления марки КГТ-7-1 предназначены для крепления поддерживающих подвесок грозозащитных тросов к деревянным опорам и имеют разрушающие нагрузки не менее 70 кН. Узлы крепления типа КГН служат для крепления изолирующих подвесок на специальных переходах с большими механическими нагрузками. Они позволяют осуществить привязку к опорам трубчатых и других конструкций.

Узлы крепления изолирующих подвесок и их основные размеры приведены на рис. 1.14—1.16.

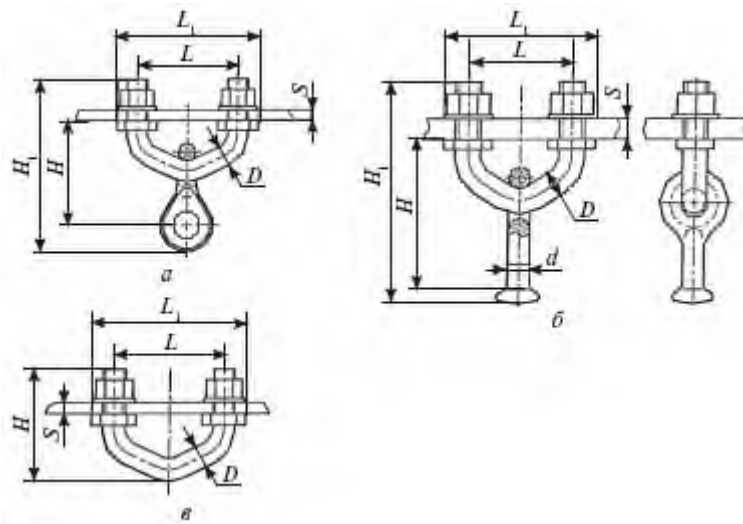


Рис. 1.14. Узлы крепления типа КГП

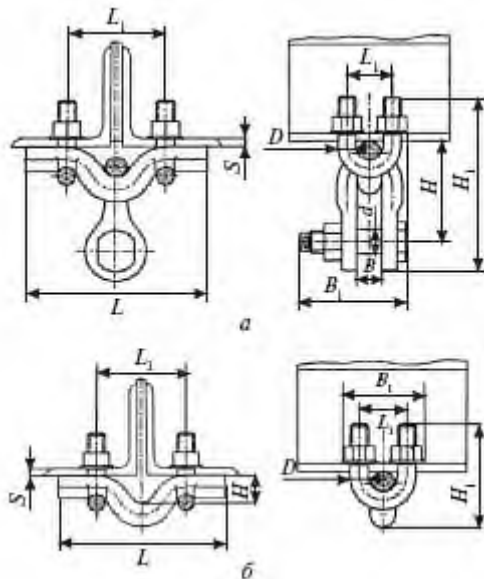


Рис. 1.15. Узлы крепления типа КГ

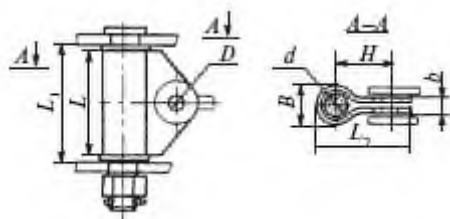


Рис. 1.16. Узлы крепления типа КГН

6.4 Скобы

Скобы относятся к универсальной соединительной арматуре и предназначаются для перехода с шарнирного цепного соединения на соединение типа «палец-проушина», изменения расположения оси шарнирности, соединения арматуры, рассчитанной на разные нагрузки.

Скобы могут быть применены в любой комбинации с другими типами соединительной арматуры, в начале или в конце, что и определяет их полную универсальность.

Скобы выпускаются следующих типов: СК, СКД – с цепным шарниром; СКТ – трехлапчатые плоские.

Скобы типов СК и СКД с одной стороны имеют двухлапчатую проушину, а с другой стороны обеспечивают шарнирное цепное соединение. Скобы типа СК позволяют осуществлять переход со скобы одного ряда нагрузок на скобы соседнего (большего или меньшего) ряда нагрузок через цепное соединение.

Скобы удлиненные типа СКД имеют увеличенную строительную высоту. Применение их в изолирующих подвесках рекомендуется только в исключительных случаях, когда скобы нормальной длины применить невозможно. Обозначения и основные размеры скоб приведены на рис. 1.17 и в табл. 1.86.

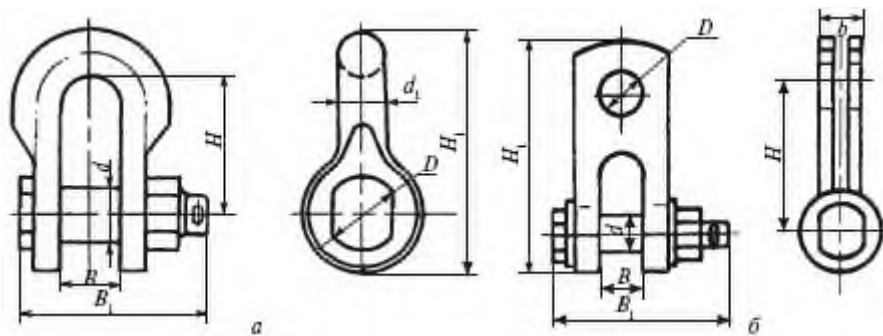


Рис. 1.17. Скобы для комплектования гирлянд изоляторов и тросовых креплений: *a* – типа СК и СКД; *б* – трехлапчатая типа СКТ

Таблица 1.86

Скобы типа СКТ (см. рис. 1.17, б)

СКТ-4-1	15	14	14	15	71	50	82	40	0,24
СКТ-7-1	17	16	16	17	76	60	95	70	0,46
СКТ-12-1	23	22	22	23	98	70	120	120	0,93
СКТ-16-1	26	25	25	26	108	80	135	160	1,52
СКТ-21-1	29	28	28	29	113	90	150,5	210	1,96
СКТ-25-1	34	32	32	34	130	90	160	250	2,67
СКТ-30-1	38	36	36	38	150	110	185	300	3,53
СКТ-35-1	40	38	38	40	170	110	190	350	4,60
СКТ-45-1	42	40	40	42	190	120	210	450	6,52
СКТ-53-1	44	42	42	44	202	130	225	530	7,43
СКТ-60-1	47	45	45	47	202	150	255	600	9,52
СКТ-75-1	52	50	50	52	232	150	265	750	13,72
СКТ-90-1	58	56	56	58	275	180	310,5	900	19,29
СКТ-110-1	62	60	60	62	305	190	330	1100	23,53

6.5 Коромысла

Коромысла являются промежуточными элементами при комплектации двухцепных или многоцепных изолирующих подвесок, позволяющих обеспечивать равномерное распределение нагрузок между отдельными цепями изоляторов посредством их шарнирного соединения. Коромысла применяются также для присоединения к одноцепным изолирующим подвескам двух, трех и более проводов фазы.

Расстояние между точками крепления цепей изоляторов должно быть не менее 400 мм для изоляторов, имеющих диаметр изолирующей части до 300 мм, и не менее 450 мм для изоляторов, имеющих диаметр изолирующей части до 370 мм.

Конструкция и основные параметры универсальных коромысел типа 2КУ и 3КУ для комплектования двухцепных и трехцепных изолирующих

подвесок и крепления двух проводов фазы к изолирующим подвескам приведены на рис. 1.21 и в табл. 1.94 и 1.95.

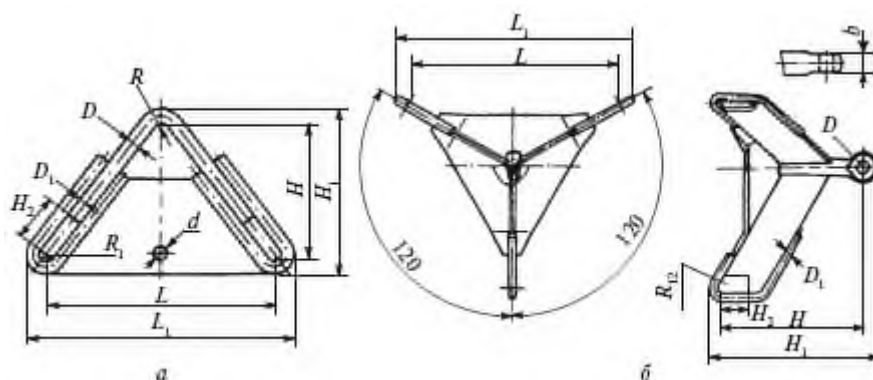


Рис. 1.21. Универсальные коромысла типа КУ для изолирующих подвесок и крепления проводов к изолирующим подвескам: *a* – двухплечевые типа 2КУ; *б* – трехплечевые типа 3КУ

Таблица 1.94

Универсальные коромысла для крепления двух проводов фазы к изолирующим подвескам двухплечевые типа 2КУ (см. рис. 1.21, *a*)

Марка коромысла	Размеры, мм										Разрешающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	d	D	D_1	R	R_1	H	H_1	H_2	L	L_1		
2КУ-12-1	23	20	14	10	10	190	224	93	400	450	120	4,8
2КУ-12-2	30	20	14	10	10	315	359	110	600	648	120	9,8
2КУ-25-2	34	28	20	15	15	370	418	100	600	670	250	16,5
2КУ-30-1	34	28	20	15	15	213	261	94	450	518	300	8,2
2КУ-30-2	38	32	20	20	16,5	256	308	101	500	573	300	13,0
2КУ-45-1	42	36	24	20	18	183	243	100	400	484	450	10,42
2КУ-45-2	42	36	24	20	18	268	328	100	450	534	450	14,0
2КУ-60-1	47	42	28	20	21	360	430	110	600	698	600	28,8
2КУ-60-2	38	42	28	20	21	250	330	111	450	548	600	17,0
2КУ-60-3	47	42	28	20	21	220	290	111	400	456	600	13,9
2КУ-75-1	52	42	32	25	21,5	270	344	100	400	507	750	15,8

Таблица 1.95

Трехплечевые коромысла типа ЗКУ (см. рис. 1.21, б)

Марка коромысла	Размеры, мм								Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	D	D_1	b	H	H_1	H_2	L	L_1		
ЗКУ-16-1	26	14	25	280	320	70	400	460	160	9,0
ЗКУ-30-1	38	18	36	290	344	68	400	452	300	15,3
ЗКУ-45-1	42	22	40	330	395	70	400	460	450	20,2
ЗКУ-60-1	47	24	45	350	430	90	400	471	600	26,2
ЗКУ-135-1	60	36	–	485	625	120	400	500	1350	68,0
ЗКУ-180-1	70	40	–	555	730	120	600	710	1800	143,0

Конструкция и основные параметры двухцепныхдвухреберных коромысел типа 2КД с одной точкой крепления, двухцепных и трех-цепных двухреберных коромысел с двумя точками крепления типа 2КД2 и 3КД2 представлены на рис. 1.22 и в табл. 1.96-1.98, а трех-цепных балансирных ЗКБ и однорреберных типа К2 приведены на рис. 1.23 и в табл. 1.99 и 1.100.

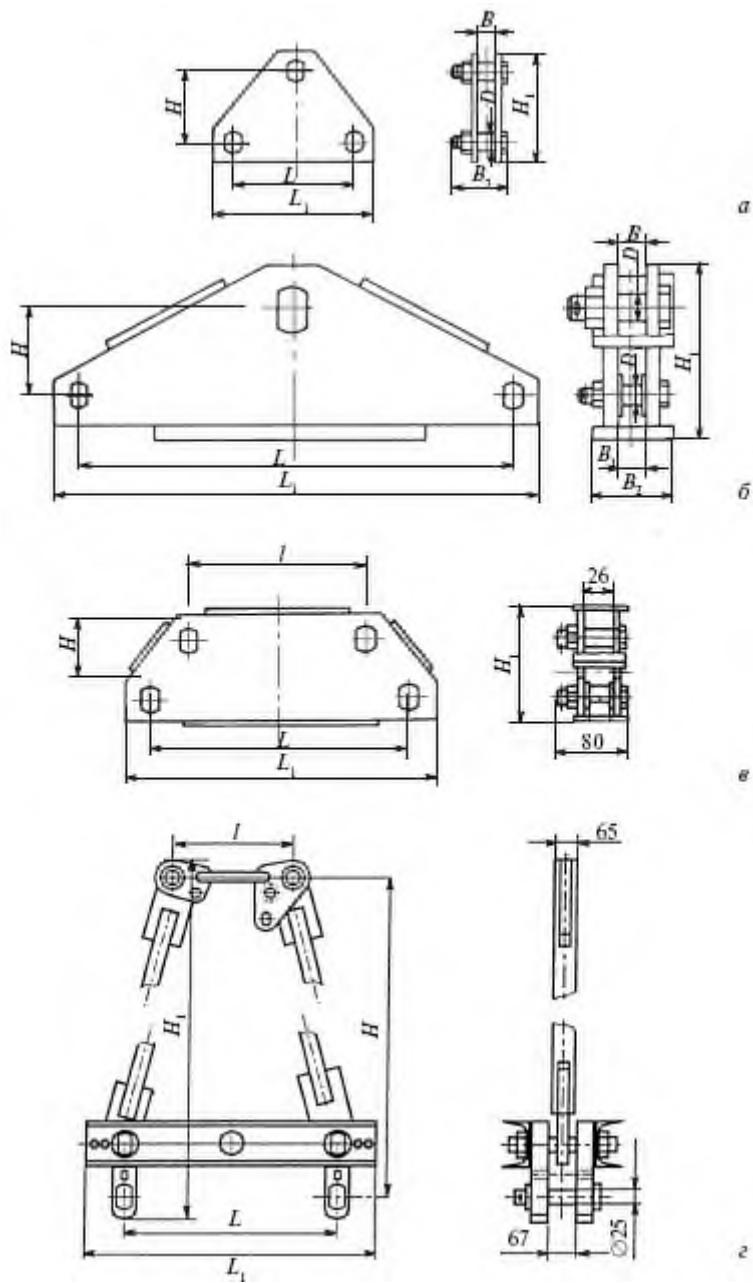


Рис. 1.22. Коромысла двухцепные двухреберные с одной и двумя точками крепления:

a – 2КД-25; *б* – 2КД-12; *в* – 2КД2-30; *г* – 2КД2-240-1/3

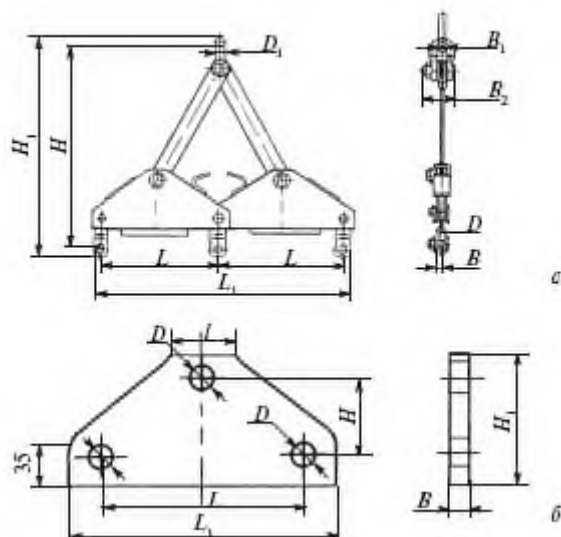


Рис. 1.23. Коромысло трех-цепное балансирующее типа ЗКБ с одной точкой крепления (а) и однорезберное типа К2 для крепления двух проводов фазы к подвескам (б)

Таблица 1.96

Двухцепныедвухреберные коромысла типа 2КД (см. рис. 1.22, а и б)

Марка коромысла	Размеры, мм									Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	D	D_1	B	B_1	B_2	H	H_1	L	L_1		
2КД-7-1С	16	—	17	—	61	70	110	120	160	70	1,46
2КД-12-1С	22	—	23	—	83	175	235	800	860	120	21,7
2КД-12-2С	22	16	23	17	67	70	142	800	850	120	20,9
2КД-16-2А	25	22	26	23	88	105	170	400	460	160	7,8
2КД-21-1	28	—	29	—	98	50	185	330	400	210	9,65
2КД-25-2	32	—	34	—	105	108	204	200	290	250	10,2
2КД-30-4	36	—	38	—	120	60	175	460	540	300	19,3
2КД-40-3	40	—	42	—	130	60	195	280	380	400	16,8

Таблица 1.97

Двухцепные двухреберные коромысла типа 2КД2 с двумя точками крепления (см. рис. 1.22, в и г)

Марка коромысла	Размеры, мм					Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	H	H_1	l	L	L_1		
2КД2-30-1	80	180	450	800	880	300	24,3
2КД2-240-1	2760	2958	600	2700	3065	2158	429,0
2КД2-240-2	2953	3143	600	1200	1565	2158	375,0
2КД2-240-3	2825	3015	960	2700	3065	2158	436,0

Таблица 1.98

Трехцепныедвухреберные коромысла типа ЗКД2 с двумя точками крепления

Марка коромысла	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
ЗКД2-40-1	400	38
ЗКД2-60-1	600	56
ЗКД2-90-3	900	91
ЗКД2-120-1	1200	213
ЗКД2-180-2	1800	263

Таблица 1.99

Трехцепные балансирные коромысла типа ЗКБ с одной точкой крепления (см. рис. 1.23, а)

Марка коромысла	Размеры, мм									Разрушающая нагрузка, кН	Масса, кг
	D	D_1	B	B_1	B_2	H	H_1	L	L_1		
ЗКБ-21-1	18	26	19	34	110	665	716	400	860	210	25,8
ЗКБ-40-1	22	34	23	42	142	750	814	450	960	400	61,2
ЗКБ-45-1	25	36	26	44	162	753	819	450	960	450	65,8
ЗКБ-60-1	28	40	29	48	182	780	850	450	970	600	90,8
ЗКБ-90-1	—	48	—	58	180	1225	1299	900	900	900	212,0
ЗКБ-90-2	36	48	38	58	180	850	938	450	1000	900	108,0
ЗКБ-120-1	—	60	—	72	225	1230	1330	900	1910	1200	278,0
ЗКБ-120-3	36	60	42	72	210	940	1050	600	1300	1200	188,0
ЗКБ-180-2	—	70	—	82	265	1830	1937	1350	2870	1800	650,0
ЗКБ-180-4	—	70	—	82	265	1305	1428,5	900	1940	1800	429,0
ЗКБ-270-1	—	85	—	—	—	2111	—	1350	—	2700	945,0

Таблица 1.100

Однореберные коромысла типа К2 для крепления двух проводов (см. рис. 1.23, б)

Марка коромысла	Размеры, мм						Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	D	B	H	H_1	L	L_1		
К2-7-1С	17	16	70	110	120	160	70	1,5
К2-12-2	23	22	60	110	150	195	120	2,5

К специальным относятся коромысла типа КЛ. Они предназначены для объединения всех цепей изоляторов после их монтажа и обеспечивают надежную работу линии при обрыве одной цепи в двух-, трехцепной и т. д.

изолирующей подвеске, не допуская падения проводов на землю. Основные параметры подвесок типа КЛ приведены в табл. 1.101.

Таблица 1.101

Коромысла лучевые для объединения двух—восемью цепей натяжной изолирующей подвески проводов

Марка коромысла	Соединяется с арматурой	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
2КЛ-12/16-1	ПРР-12-1, ПРР-16-1, 2ПРР-12-2, 2ПРР-16-2	60	14,6
2КЛ-21-1	ПРР-21-1, 2ПРР-21-2	210	25,2
3КЛ-21-3	ПРР-16-1, ПРР-21-1, ПРР-30-1, 2ПРР-16-2	90	48,9
4КЛ-21-1	2ПРР-21-2, 2ПРР-30-2, ПРР-21-1, 2ПРР-21-2	60	74,6
4КЛ-21-2	ПРР-12-1.2, ПРР-12-2	60	74,6
5КЛ-12/21-1	ПРР-12-1, 2ПРР-12-2, ПРР-16-1, 2ПРР-16-2, ПРР-21-1, 2ПРР-21-2	60	53,1
5КЛ-40-1	ПРР-45-1	190	149
8КЛ-16-2	ПРР-16-1, 2ПРР-16-2	75	156,6

6.6 Поддерживающая арматура

В состав поддерживающей арматуры входят поддерживающие глухие зажимы для одного и более проводов, многороликовые подвесы и опорные зажимы.

Поддерживающие зажимы предназначены для подвески и закрепления проводов воздушных линий электропередачи и грозозащитных тросов к поддерживающим гирляндам на промежуточных опорах, а также для крепления грозозащитных тросов непосредственно к промежуточным опорам. Зажимы выпускаются типов ПГ, ПГН, ПГУ.

Поддерживающие зажимы состоят из лодочки, зажимного устройства и подвески, через которые зажимы соединяются с изолирующей подвеской (кроме ПГ-1-11, ПГ-2-10, ПГ-3-10). Лодочка поддерживающего зажима присоединяется к поддерживающей гирлянде через подвеску с шарнирами. Для фиксации проводов в лодочке во избежание проскальзывания их при

неравномерных нагрузках на провода в смежных пролетах в лодочке поддерживающего зажима монтируется зажимное устройство.

Конструктивное исполнение элементов поддерживающего зажима может быть различным в зависимости от его назначения. По своему назначению поддерживающие зажимы подразделяются следующие на группы типов:

ПГ и ПГН – для одного провода в фазе (рис. 1.24, табл. 1.102 и 1.103);

2ПГН, 3ПГН, 4ПГН – для двух, трех и четырех проводов в фазе (табл. 1.104);

ПГН-5-4, 3ПГН2-5-1 и 3ПГН2-5-4 – для районов с частым гололедом (табл. 1.105);

ПГУ, 2ПГУ, 3ПГУ – для промежуточно-угловых опор (рис. 1.25, табл. 1.106).

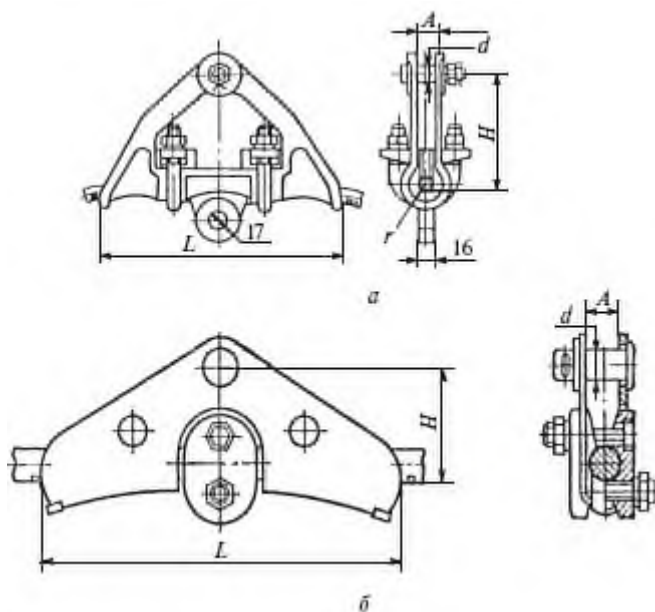


Рис. 1.24. Поддерживающие зажимы:

a – для подвески грозозащитных тросов на промежуточных опорах типа ПГ; *б* – глухие типа ПГН для проводов

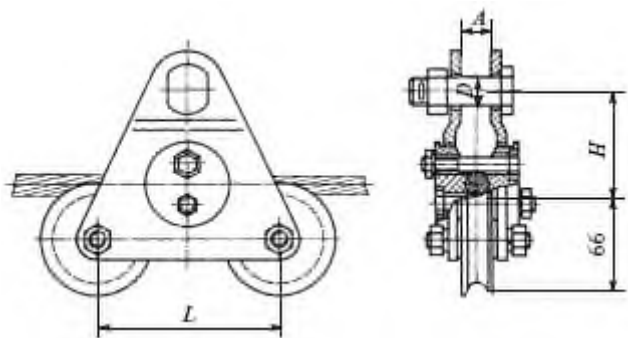


Рис. 1.25. Поддерживающий зажим типа ПГУ для промежуточно-угловых опор

Гнезда сферического шарнирного соединения зажимов типа ПГ и ПГН имеют условный размер 17 мм.

Если при подвеске грозозащитных тросов осуществляется заземление, то при этом используются зажимы марок ПГ-1-11, ПГ-3-10, ПГ-2-11Д с лапкой, к которой болтом крепится заземляющий зажим ЗПС.

Таблица 1.102

Поддерживающие зажимы типа ПГ (см. рис. 1.24, а)

Марка зажима	Диаметр, мм		Размеры, мм					Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	проводов по ГОСТ 839–80*	канатов по ГОСТ 3062–80* 3063–80* 3064–80*	L	H	A	d	r		
ПГ-1	5,6–11,4	–	89	85	–	–	–	6	0,38
ПГ-1-11	–	11,0–13,0	240	112	17	16	8,5	60	3,7
ПГ-3-10	15,4–19,8	21,5	300	128	23	22	11,5	60	5,0
ПГ-2-10	–	8,0–13,0	240	17	–	–	–	30	1,94
ПГ-2-11А	6,9–8,4	–	192	89	–	16	–	25	0,90
ПГ-2-11Б	9,6–11,4	11,0–11,5	192	89	–	16	–	25	0,90
ПГ-2-11Д	–	7,8–11,0	190	89	–	16	–	25	0,94
ПГ-3-12	13,5–19,6	–	220	100	–	–	–	30	1,35

Таблица 1.103

Поддерживающие зажимы типа ПГН (см. рис. 1.24, б)

Марка зажима	Размеры, мм				Диаметры проводов и канатов, мм	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	<i>L</i>	<i>H</i>	<i>A</i>	<i>d</i>			
ПГН-1-5	192	93	17	16	6,4–9,0	25	0,7
ПГН-2-6	192	92	17	16	9,2–12,6	25	0,7
ПГН-3-5	220	99	20	16	13,5–19,6	25	1,1
ПГН-2-6А	190	436	17	16	9,2–12,6	25	0,94
ПГН-5-6	290	–	–	–	21,6–33,2	60	5,0
ПГН-6-6	300	54	–	–	33,9–37,5	100	5,8

Таблица 1.104

Поддерживающие зажимы типа 2ПГН, 3ПГН и 4ПГН для алюминиевых и сталеалюминиевых проводов диаметром 21,6—33,2 мм

Марка зажима	Число проводов в фазе	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
2ПГН-5-7	2	120	19,2
2ПГН-5-10	2	200	26,3
2ПГН-5-13	2	120	15,38
3ПГН-5-7	3	180	27,3
3ПГН-5-13	3	180	20,4
3ПГН-5-14	3	300	28,0
4ПГН-5-2А	4	300	56,3
4ПГН2-5-2А	4	300	69,2

В районах с частым образованием гололеда и в районах с повышенными нагрузками, где при низких температурах требуется увеличенный запас прочности, применяются зажимы типа ПГН-5-4, а также зажимы для двух и более проводов, разработанные на базе этих зажимов.

Таблица 1.105

Зажимы типа ПГН для районов с частыми гололедами и районов с повышенной нагрузкой

Марка зажима	Число проводов в фазе	Диаметр алюминиевых и сталеалюминиевых проводов, мм	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
ПГН-5-4	1	21,6–33,2	100	7,0
ЗПГН2-5-1	3*	21,6–33,2	300	61,5
ЗПГН2-5-4	3*	21,6–33,2	300	47,64

* С двумя точками крепления.

При монтаже проводов на промежуточно-угловых опорах для подвески проводов к гирляндам изоляторов применяются поддерживающие роликовые зажимы типа ПГУ, снабженные роликами, по которым производится раскатка и визирование проводов, что позволяет упростить монтаж алюминиевых и сталеалюминиевых проводов. Эти зажимы позволяют исключить из процесса сложную операцию по перекладке проводов из раскаточных роликов в зажимы с опусканием их на землю и подъемом на опоры.

В щеках зажима имеется одно или два окна, через которые на проводе, лежащем в роликах зажима, устанавливаются зажимные планки, стягиваемые двумя болтами и используемые при монтаже как раскаточные роликовые подвесы. Зажимы ПГУ применяются для монтажа проводов линий электропередачи всех классов напряжения.

В зависимости от диаметра монтируемого провода зажимы комплектуются соответствующими плашками.

Таблица 1.106

Поддерживающие зажимы для промежуточно-угловых опор типа ПГУ (см. рис. 1.25)

Марка зажима	Диаметр алюминиевых и сталеалюминиевых проводов, мм	Размеры, мм				Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
		<i>L</i>	<i>H</i>	<i>A</i>	<i>D</i>		
ПГУ-2-1	8,4–21,6	150	–	19,2	–	50	3,44
ПГУ-2-2	8,4–15,4	135	67	17,0	16	60	1,88
ПГУ-2-3	12,3–15,4	135	77	23,0	22	120	2,80
ПГУ-5-1	18,8–37,7	400	160	–	–	100	13,8
2ПГУ-5-1	18,8–37,7	400	–	–	–	200	40,1
3ПГУ-5-1	18,8–37,7	400	–	–	–	300	61,0

Многороликовые поддерживающие подвесы применяются для подвески стальных канатов и сталеалюминиевых проводов на промежуточных опорах больших переходов. Конструкция подвеса обеспечивает самоустановку роликов по дуге. При подвешивании сталеалюминиевых проводов в роликовых подвесах на провода надевается защитная муфта-протектор, которая фиксируется опрессовыванием.

Характеристика многороликовых подвесов приведена в табл. 1.107.

Таблица 1.107

Многороликовые подвесы

Марка подвеса	Диаметр, мм		Длина подвесов, мм	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
	сталеалюминиевых проводов	стальных канатов по ГОСТ 3063–80*			
П4Р-12-1	11,5–18,5	11,5–18,5	1520	120	87,0
П6Р-30-1	24,1–37,5	23,5–27,0	2240	300	203,0
ПРР-45-1	24,1–37,5	23,5–27,0	2240	450	224,0
2П6Р-30-1	24,1–37,5	23,5–27,0	2240	420	489,0
2П6Р-30-2А	24,1–37,5	23,5–27,0	2240	660	510,0
3П6Р-30-1	24,1–37,5	23,5–31,0	2240	420	703,8
3П6Р-30-2А	24,1–37,5	23,5–27,0	2240	900	725,7
3П6Р-30-3	24,1–37,5	23,5–27,0	5040	1320	1594,2
4П6Р-90-2	24,0	23,5–31,0	4500	900	1570,0
4П6Р-90-3	24,0–37,5	23,5–31,0	5040	1320	1778,0
5П6Р-150-1	37,5	–	4640	1500	2540,0

6.7 Защитная арматура

Защитная арматура предназначена для защиты изолирующих подвесок, изоляторов, проводов, грозозащитных тросов от электрических и механических повреждений. К защитной арматуре относятся: кольца и экраны защитные; узлы крепления экранов; рога разрядные; гасители вибрации; балласты; муфты предохранительные и защитные; распорки.

Специальные распорки предназначены для обводки шлейфа на анкерно-угловых опорах; для соединения трубы узла крепления экранов с проводами фазы; для обеспечения постоянства воздушных промежутков

между проводами, между фазой и стойкой опоры и между проводами фазы.

Плашки и захваты распорок изготавливаются из алюминиевого сплава, остальные детали – из стали. Марки распорок и их основные данные приведены в табл. 1.108 и 1.109.

Таблица 1.108

Специальные распорки для обводки шлейфов

Марка распорки	Диаметр провода, мм	Расстояние между проводами, мм		Масса, кг
		по горизонтали	по вертикали	
РС-2-400	21,6–26,6	400	–	58,2
РС-3-400	27,5–30,6	400	–	58,9
ЗРС-2-400	21,6–26,6	400	346	91,0
ЗРС-3-400	27,5–30,6	400	346	91,7
ЗРС-4-400	31,5–37,7	400	346	90,3
ЗРС-4-600	37,5	600	520	190,75

Таблица 1.109

Специальные распорки для комплектации натяжных изолирующих подвесок

Марка распорки	Диаметр провода, мм	Расстояние между проводами, мм		Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
		по горизонтали	по вертикали		
РС-6-400	59/51,5	400	–	1,96	3,84
2РС-4-2	37,5	685	–	1,96	3,17
ЗРС-5-400	45,0	400	400	1,96	3,3
4РС-400-1	59/51,5	400	400	2,0	7,44
4РС-2-925-А	21,6–26,6	925	925	2,45	8,00
4РС-3-400	27,5–30,6	400	400	2,0	4,73
4РС-3-600	27,5–30,6	600	600	2,45	6,0
4РС-3-925-А	27,5–30,6	925	925	2,45	7,6
4РС-4-600	31,5–37,5	600	600	2,45	6,0
4РС-2-925	21,6–26,6	925	925	2,45	8,0
4РС-3-925	27,5–30,6	925	925	2,45	7,6

Дистанционные распорки предназначены для удержания на заданном расстоянии проводов фазы воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройств. Распорки выпускаются типов РГ, ЗРГ, 4РГ, 5РГ.

Глухие распорки типа РГ выпускаются типоразмеров 1, 2, 3, 4, 5, 6 и отличаются только диаметром губок, т. е. диапазоном диаметров проводов, монтируемых в распорке, и длинами распорок (300, 400, 485, 500, 600).

Для установки в шлейфах в целях уменьшения их раскачивания применяются дистанционные утяжеленные распорки типа РУ. Утяжеленные глухие распорки типа РУ выпускаются только с расстоянием 400 мм между проводами. Для утяжеления этих распорок на их тяги надеваются три литых груза. Технические данные распорок типа РГ приведены в табл. 1.110.

Таблица 1.110

Дистанционные распорки типа РГ

Марка распорки	Марка провода по ГОСТ 839–80*		Диаметр провода, мм	Диаметр плашек, мм	Расстояние между проводами, мм	Масса, кг
	А и АКП	АС, АСКС, АСКП, АСК				
РГ-1-300	–	120/19–	17,1–	20	300	0,624
РГ-1-400		185/24	19,8		400	0,964
РГ-1-500					500	1,114
РГ-2-300	–	240/32–	21,6–	25	300	1,6
РГ-2-400		400/22	26,6		400	1,8
РГ-2-485					485	2,0
РГ-2-500					500	2,0
РГ-2-600					600	2,0
РГ-3-400	–	400/51–	27,5–	30	400	1,8
РГ-3-500		500/64	30,6		500	2,0
РГ-3-600					600	2,2
РГ-4-400	600	500/336– 750/93	31,5–	36	400	1,8
РГ-4-500	650		37,7		500	2,0
РГ-4-600	700				600	2,2
РГ-Н-650	750				650	2,3
3РГ-3-400	–	–	27,5– 30,6	30	400	3,4
3РГ-5-1А			45/37		46	400
4РГ-3-400	500,	400/64; 400/93, 500/27; 500/64 450/56; 300/204	27,5–	30	400	4,97
4РГ-3-400А	550		30,6		400	6,04
4РГ-3-600	–				600	7,41
5РГ-2-400	–	185/128; 240/32 240/39; 240/56 300/39; 300/48 300/66; 330/30 330/43; 400/22	21,6– 26,6	25	400	7,1
5РГ-3-400	–	300/204; 400/51 400/64; 400/93 450/56; 500/27 500/64	27,5– 30,6			
5РГ-4-600	–	500/336	37,5	36	600	14,81

Балласты (рис. 1.26) применяются для предотвращения изменения весовых и ветровых нагрузок на подвеску промежуточных опор, расположенных во впадине, при прохождении ВЛ по пересеченной местности. Для предотвращения этого к поддерживающему зажиму подвешиваются компенсирующие грузы – балласты, масса которых определяется расчетом. Технические характеристики балластов приведены в табл. 1.111.

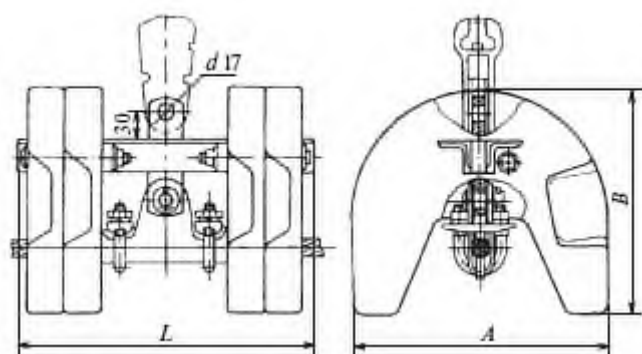


Рис. 1.26. Балласты к поддерживающим зажимам для одного провода

Таблица 1.111

Балласты

Марка балласта	Размеры, мм			Степень регулировки массы балласта, кг	К зажимам марок	Масса, кг
	A	B	L			
БЛ-100-1	400	310	320	100, 50	ПГ-1-11, ПГН-1-5, ПГН-2-6, ПГН-3-5	103,0
БЛ-200-1	400	310	480	200, 150, 100, 50	ПГ-1-11, ПГН-1-5, ПГН-2-6, ПГН-3-5	205,0
БЛ-400-1	425	400	732	400–100*	ПГН-1-5, ПГН-2-6, ПГН-3-5	411,0
БЛ-400-2	425	378	732	400–100*	–	412,5
БЛ-400-5	425	400	732	400–100*	ПГН-5-3	415,6
2БЛ-800-3	540	485	858	800–400*	2ПГН-5-7	815,0
3БЛ-1400-1	540	485	1322	1400–800*	3ПГН-5-7, 2ПГН-5-7	1422,0
3БЛ-1400-4	540	485	1775	1400–100*	3ПГН2-5-4	1430,0
4БЛ-1000-1	–	–	1690	1000–100*	4 ПГН-5-2А	1030,0
5БЛ-500-3А	–	–	1026	500–100*	–	597

* Регулировка массы балласта через каждые 100 кг.

Предохранительные муфты типа МПР (рис. 1.27) предназначены для защиты провода от повреждения при соприкосновении с арматурой. Технические данные муфт МПР приведены в табл. 1.112.

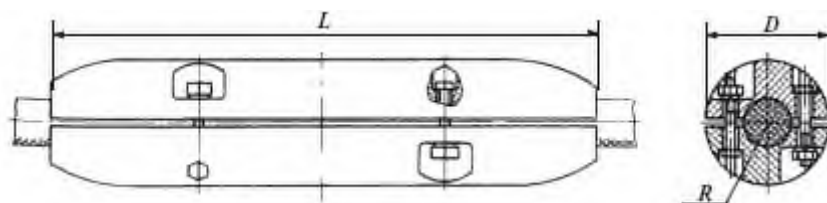


Рис. 1.27. Предохранительные муфты типа МПР

Таблица 1.112

Предохранительные муфты типа МПР

Марка муфты	Марка провода по ГОСТ 839-80*		Диаметр, мм	Размеры, мм			Масса, кг
	А, АКП	АС, АСКС, АКП, АСК		D	L	R	
МПР-240-1	—	240/56	22,4	78	625	11,5	4,1
МПР-400-1	400, 500	400/22, 400/51	25,6–27,5	85	625	14,0	4,8
МПР-500-1	—	500/64	30,6	85	625	16,0	4,5
МПР-500-2	—	500	37,5	92	625	19,0	5,0
МПР-600-1	650	600/72	32,9–33,2	90	400	17,5	3,4
МПР-1000-3	—	1000	51,9	120	400	27,0	5,1
МПР-1200-1	—	1200/67	45; 46,5	110	400	24,0	4,4

Защитные муфты типа МЗ (рис. 1.28) предназначены для защиты алюминиевых и сталеалюминиевых проводов от повреждения в многороликовых подвесах. Технические данные этих муфт приведены в табл. 1.113.

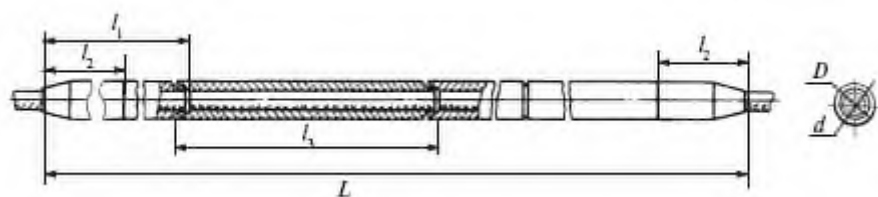


Рис. 1.28. Защитные муфты типа МЗ

Таблица 1.113

Защитные муфты типа МЗ

Марка муфты	Марка провода по ГОСТ 839-80* АС, АСКС, АСКП, АСК	Размеры, мм						Матрица опрессовывания	Масса, кг
		D	d	L	l_1	l_2	l_3		
МЗ-24-1	185/128, 240/56	40	24	5030	425	100	310	МШ-34,6	11,22
МЗ-25-1	300/39, 300/66	48	28	5900	425	100	310	МШ-41,6	21,0
МЗ-30-1	300/204, 400/93	48	32	5000	425	100	310	МШ-41,6	15,45
МЗ-40-1	500/336	60	40	5900	425	100	310	МШ-52	25,5
МЗ-55-1	1000/645	75	55	5900	—	—	—	МШ-65	33,2

Примечание. При монтаже опрессовываются первое и последнее звенья муфты шестигранными матрицами на участке, равном 100 мм.

Гасители вибрации устанавливаются на проводах и тросах линий электропередачи для защиты проводов от вибрации и предупреждения их повреждения от усталости, вызываемой вибрацией. Для установки на проводах ВЛ применяются гасители типа ГВН, ГПГ и ГПС (рис. 1.29), в табл. 1.114—1.116 приведены их технические характеристики. Гасители вибрации всех типов снабжены плашками с пониженными магнитными потерями. Марка гасителя выбирается в зависимости от типа провода, длины пролета и тяжения. Для неметаллических оптических кабелей, встроенных в грозозащитный трос диаметром 24 мм, применяются гасители вибрации типа ГВ 0,4/0,8/0,1-27.

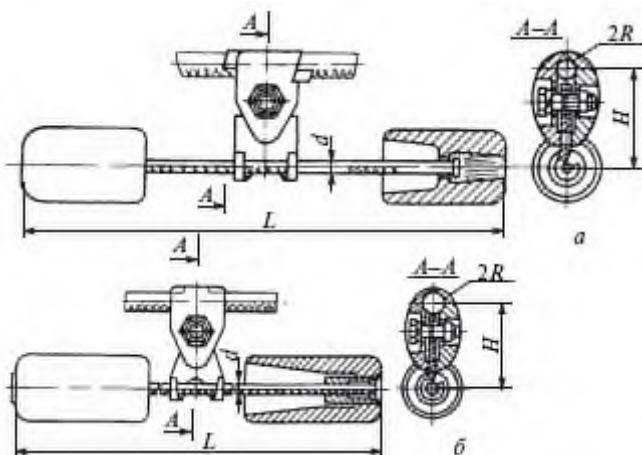


Рис. 1.29. Гасители вибрации:

- а* – типа ГВН и ГПГ с глухим креплением на проводе;
- б* – типа ГПС, сбрасывающийся для перехода

Таблица 1.114

Гасители вибрации типа ГВН с глухим креплением на проводе (см. рис. 1.29, а)

Марка гасителя вибрации	Марка и сечение провода по ГОСТ 839–80*		Расчетная площадь сечения всех проволок каната, мм ²		Размеры, мм				Марка гасителя типа ГПГ для возможной замены	Масса, кг	
	АнАКП	АС, АСКС, АСКП и АСК	по ГОСТ 3062–80*	по ГОСТ 3063–80*	L	d	2R	H		груза	гасителя
ГВН-2-9	–	–	38,01 50,45 57,33	48,64	300	9,1	9	68	ГПГ-0,8-9,1-300/10	0,8	2,24
ГВН-2-13	70	70/11, 95/16	–	–	350	9,1	13	69	ГПГ-0,8-9,1-350/13	0,8	2,29
ГВН-3-12	95	–	80,61	72,95	400	11,0	12	71	ГПГ-1,6-11-400/13	1,6	3,98
ГВН-3-13	–	–	–	101,72	450	11,0	13	72	ГПГ-1,6-11-450/13	1,6	4,02
ГВН-3-17	120, 150, 185	70/72, 120/19, 120/27, 150/19, 150/24, 150/34	–	–	450	11,0	17	75	ГПГ-1,6-11-450/16	1,6	4,04
ГВН-4-14	–	–	–	–	–	11	14	–	ГПГ-2,4-11-450/13	2,4	5,6
ГВН-4-22	–	–	–	–	–	11	22	–	ГПГ-2,4-11-500/20	2,4	5,7
ГВН-5-25	–	–	–	–	–	13	25	–	ГПГ-3,2-13-550/23	3,2	7,7
ГВН-5-30	–	–	–	–	–	13	30	–	ГПГ-3,2-13-550/31	3,2	7,8
ГВН-5-34	–	–	–	–	–	13	34	–	ГПГ-3,2-13-600/35	3,2	7,8
ГВН-5-38	–	–	–	–	–	13	38	–	ГПГ-3,2-13-650/38	3,2	7,9

Провода ВЛ напряжением 6—10 кВ, смонтированные на подвесных изоляторах, защищаются от вибрации путем установки гасителей вибрации петлевого типа (рис. 1.30 и табл. 1.117). Роль гасителя выполняет петля, выполненная из отрезка провода той же марки, что и основной провод, смонтированный на линии. Конструкция такого гасителя вибрации обеспечивает надежную работу проводов сечением от 25 до 95 мм².

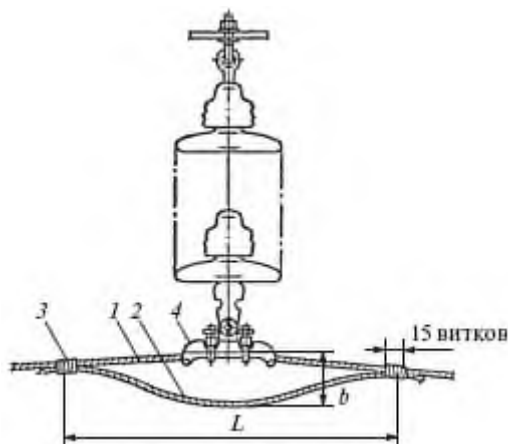


Рис. 1.30. Гаситель вибрации петлевого типа:

1 – основной провод; 2 – петля из провода; 3 – проволочная вязка на концах петли; 4 – поддерживающий зажим

Таблица 1.117

Петлевые гасители вибрации для проводов ВЛ 6—10 кВ (см. рис. 1.30)

Марка провода	Размеры, м		Диаметр вязальной проволоки, мм	Длина вязальной проволоки, м	Масса петлевого гасителя, кг
	<i>L</i>	<i>b</i>			
АС 25/4,2	1,0	0,15	2,3	0,7	0,11
АС 35/6,2	1	0,15	2,8	0,9	0,16
АС 50/8,0	1,15	0,15	3,2	1,0	0,24
АС 70/11	1,35	0,2	3,5	1,1	0,46
А 35	1,0	0,15	2,5	0,9	0,1
А 50	1,0	0,15	3,0	1,0	0,14
А 70	1,15	0,15	3,55	1,0	0,23
А 95	1,35	0,2	4,10	1,1	0,42

Защитные спиральные протекторы предназначены для защиты проводов марки АС от вибрации и изготавливаются следующих модификаций:

ПЗС-Б_{пр}-01 – для защиты проводов от вибрации в местах выхода провода из лодочки поддерживающего зажима;

ПЗС-Б_{пр}-11 – для защиты провода от вибрации и повышенных раздавливающих нагрузок в местах установки гасителей вибрации;

ПЗС-Б_{пр}-31 – для защиты проводов от вибрации в местах выхода провода из соединительного зажима типа САС, СОАС и т. п.

Маркировка зажима указывает: П – протектор; З – защитный; Э_{пр} – диаметр провода; две последние цифры (01) – модификация зажима.

Протектор представляет собой комплект отдельных спиралей или склеенных прядей, навиваемых на поверхность провода в месте установки зажима, гасителя, ролика. Основные параметры защитных спиральных протекторов представлены в табл. 1.118.

Таблица 1.118

Защитные протекторы ПЗС

Марка зажима	Марка провода	Диаметр проволоки протектора, мм	Длина протектора L_n , мм	Масса, кг
ПЗС-21,6-01	АС 240/39	3,2	2200	3,0
ПЗС-21,6-11		3,2	500	0,76
ПЗС-21,6-31	АС 240/32	3,8	2200	3,8
ПЗС-22,4-01	АС 240/56	3,2	2200	3,2
ПЗС-22,4-11		3,2	500	0,7
ПЗС-22,4-31		3,8	2200	3,8
ПЗС-24,1-01	АС 300/39	3,2	2300	3,6
ПЗС-24,1-11		3,2	500	0,8
ПЗС-24,1-31	АС 300/48	3,8	2300	4,2
ПЗС-24,5-01	АС 300/67	3,2	2300	3,7
ПЗС-24,5-11		3,2	500	0,9
ПЗС-24,5-31		3,8	2300	4,3
ПЗС-25,2-01	АС 330/43	3,2	2300	3,8
ПЗС-25,2-11		3,2	500	0,9
ПЗС-25,2-31		3,8	2300	4,5
ПЗС-27,5-01	АС 400/51	2,8	2300	3,5
ПЗС-27,5-11		2,8	500	0,8
ПЗС-27,5-31		3,8	2300	4,9

Вопросы и задания

- 1) Для чего предназначены *специальные распорки*?
- 2) Для чего предназначены *дистанционные распорки*?
- 3) Для чего используют *балласты*?
- 4) Для чего предназначены *предохранительные муфты типа МПР*?
- 5) Для чего предназначены *защитные муфты типа МЗ*?
- 6) Где используют *гасители вибрации*?
- 7) Для чего предназначены *защитные спиральные протекторы*?

6.8 Натяжная арматура

Натяжение проводов и крепление их к анкерно-угловым опорам осуществляется с помощью натяжных зажимов различной конструкции, размеры и механическая прочность которых должны соответствовать размерам и механической прочности натягиваемого провода или каната.

Зажимы воспринимают нагрузку от тяжения проводов (канатов) в нормальном режиме при воздействии на них ветра и гололеда. Зажимы должны обеспечивать прочность заделки проводов (канатов) не ниже 90 % расчетной прочности проводов (канатов) на разрыв, а также надежный электрический контакт.

В зависимости от конструкции и способа монтажа натяжные зажимы подразделяются на клиновые, болтовые, заклинивающиеся и прессуемые. Они могут быть разъемные и неразъемные. Для алюминиевых проводов сечением от 16 до 95 мм² применяются простые клиновые зажимы типа НК (рис. 1.31, а и табл. 1.119).

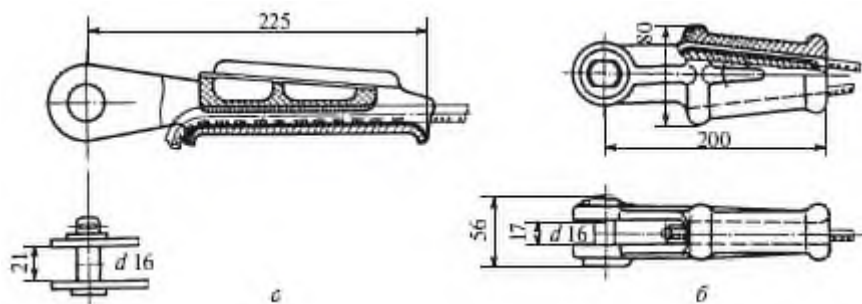


Рис. 1.31. Клиновые зажимы: а – НК-1-1; б – НКК-1-1Б

Таблица 1.119

Клиновой зажим марки НК-1-1

Марка зажима	Номер клина	Марка провода по ГОСТ 839–80*	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
НК-1-1*	1	А 16, А 25	43,9	1
	2	А 25, А 50		
	3	А 70, А 95		

* Соединяется с ушками У1-7-16 и У1К-7-16.

Для крепления сталеалюминиевых проводов сечением от 10 до 50 мм² и стальных канатов сечением от 25 до 86 мм² применяются натяжные зажимы «клин-коуш» типа НКК (рис. 1.31, б и табл. 1.120).

Таблица 1.224

Натяжной зажим типа НКК

Марка зажима	Номер клина	Марка провода по ГОСТ 839–80*	Диаметр каната, мм			Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
			по ГОСТ 3062–80*	по ГОСТ 3063–80*	по ГОСТ 3071–88*		
НКК-1-1Б*	1	АС 10/1,8 АС 16/2,7 АС 25/4,2 АС 35/6,2 АС 50/8,0	–	–	–	60	0,80
	2	–	6,8–9,2	6,6–9,1	–	–	0,78
НКК-2-1**	–	–	–	11,0	13,5 15,5	120	3,10

* Соединяется с ушками У1-7-16 и У1К-7-16.

** Соединяется с ушком У1-12-16.

Натяжные зажимы типов НБ и НЗ (рис. 1.32 и табл. 1.121) предназначены для крепления алюминиевых и сталеалюминиевых проводов сечением от 70 до 300 мм² и выпускаются болтовыми марок НБ-2-6А и НБ-3-6Б и заклинивающимися марки НЗ-2-7. Рабочее положение зажима – болтовым хвостиком в сторону провода шлейфа, а раструбом в сторону пролета. Для алюминиевых и сталеалюминиевых проводов болтовой зажим НБ-3-6Б поставляется с алюминиевой прокладкой, уложенной вдоль желоба корпуса зажима.

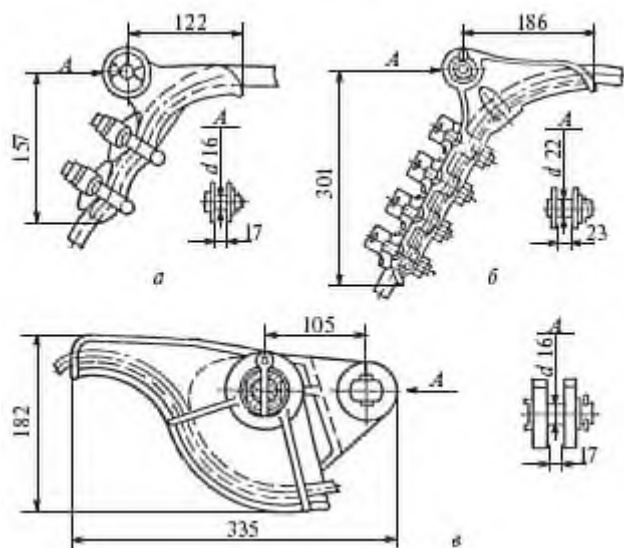


Рис. 1.32. Натяжные разъемные зажимы: *а* – НБ-2-6А; *б* – НБ-3-6Б; *в* – НЗ-2-7

Для проводов А 150 – А 300 зажим НБ-3-6Б комплектуется ушком У1-12-16.

Таблица 1.121

Натяжные разъемные зажимы типов НБ и НЗ

Марка зажима	Провода по ГОСТ 839–80*	Разрушающая нагрузка кН, не менее	Масса, кг
НБ-2-6А	А 95, А 120, А 150, АС 70/11, АС 95/16, АС 120/19	57	1,1
НБ-3-6Б	А 150, А 185, А 240, А 300, АС 150/19, АС 150/24, АС 150/34, АС 85/29, АС 85/43, АС 205/27, АС 240/32, АС 240/39	88,2	4,7
НЗ-2-7	А 120, А 150, АС 70/11, АС 95/16, АС 120/19, АС 120/27, АС 150/19, АС 150/24	57	1,67

Для натяжения сталеалюминиевых проводов сечением 240 мм² и больше на линиях электропередачи напряжением 220 кВ и выше применяются натяжные прессуемые зажимы типа НАС, состоящие из алюминиевого корпуса и анкера с проушиной, изготовленные из стали (рис. 1.33). В хвостовике зажима на длине 100 мм опрессовывается провод, уходящий в шлейф. Конструкция зажимов этого типа такова, что при опрессовывании зажима плоскость расположения проушины может быть выбрана любой, в зависимости от условий комплектования изолирующей подвески и направления провода, уходящего в шлейф.

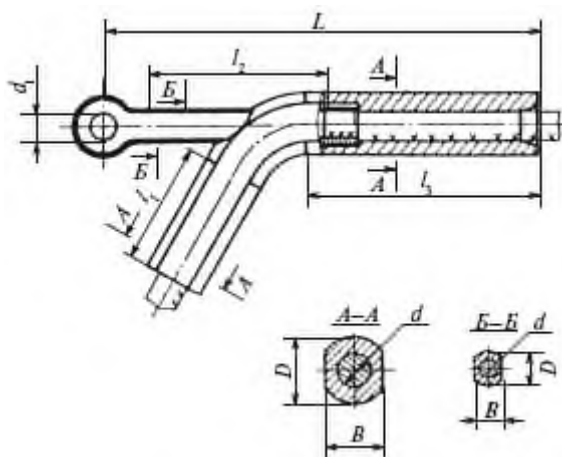


Рис. 1.33. Натяжные прессуемые зажимы типа НАС

Марка зажима	Марка провода	Деталь зажима	Матрица для опрессования	Размеры, мм							Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг	
				d	D	B	d_1	l_1	l_2	l_3			L
НАС-240-1	АС 185/24	Корпус	А-44	25	52	44	—	100	185	—	350	84,431	2,18
	АС 185/29	Анкер	С-22	9	28	22	23	—	—	115	—		
	АС 205/27	Корпус	А-44	25	52	44	—	100	185	—	350		
	АС 240/32	Анкер	С-23	9	28	22	23	—	—	115	—		
НАС-240-2	АС 240/39	Корпус	А-44	25	52	44	—	100	185	—	350	91,007	2,16
	АС 185/43	Анкер	С-23	10	28	22	23	—	—	115	—		
НАС-330-1	АС 240/56	Корпус	А-44	28	54	44	—	110	195	—	360	116,757	2,23
	АС 300/39	Анкер	С-23	10	28	22	23	—	—	115	—		
		Корпус	А-46	28	54	44	—	110	195	—	360		
	Анкер	С-22	10	28	22	23	—	—	115	—			
НАС-330-2	АС 330/30	Корпус	А-46	28	54	44	—	110	195	—	360	99,954	2,25
		Анкер	С-23	9	28	22	23	—	—	115	—		
НАС-300-1	АС 300/66	Корпус	А-46	28	52	44	—	110	195	—	385	142,054	2,69
	АС 300/67	Анкер	С-27	11,5	32	26,5	26	—	—	135	—		
НАС-400-1	АС 400/18	Корпус	А-50	31,5	58	50	—	120	225	—	400	107,004	2,66
	АС 400/22	Анкер	С-23	9	28	22	23	—	—	125	—		
НАС-450-1	АС 400/51	Корпус	А-50	31,1	58	50	—	120	225	—	415	147,791	3,18
	АС 400/64	Анкер	С-27	11,5	32	26,5	26	—	—	135	—		
	АС 450/56												
НАС-500-1	АС 500/26	Корпус	А-50	31,5	58	50	26	120	225	—	425	126,616	2,88
	АС 500/27	Анкер	С-23	9	28	22	—	—	—	145	—		

Для окончевания и натяжения стальных канатов сечением от 50 до 500 мм², используемых на линиях электропередачи в качестве грозозащитных тросов, применяются натяжные прессуемые зажимы типа НС (рис. 1.34 и табл. 1.123). Зажим НС изготавливается из стали. Он состоит из трубки с отверстием для каната и стальной дугообразной скобы, приваренной к концу трубки. Для выполнения заземления грозозащитного троса конец его пропускается через трубку корпуса зажима НС и отгибается в нужном направлении. Зажим опрессовывается, а на конце троса опрессованием монтируется заземляющий зажим типа ЗПС (рис. 1.35 и табл. 1.124).

Зажим ЗПС с помощью болта через проушину закрепляется за металлоконструкцией анкерно-угловой опоры.

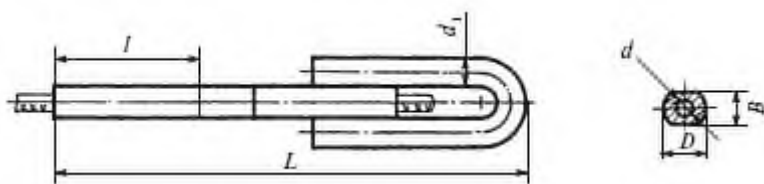


Рис. 1.34. Натяжные прессуемые зажимы типа НС для стальных канатов

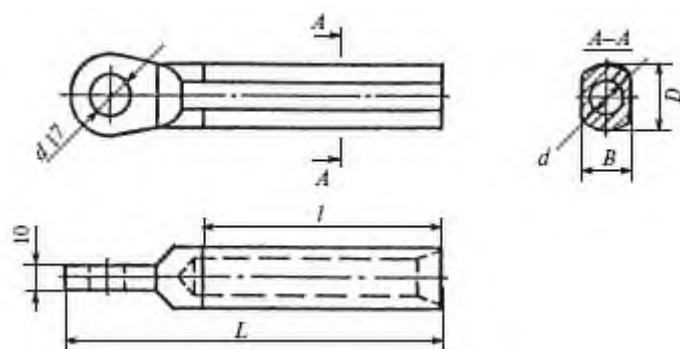


Рис. 1.35. Заземляющий прессуемый зажим типа ЗПС для присоединения к опоре заземляющих концов грозозащитного троса

Таблица 1.123

Натяжные прессуемые зажимы типа НС для стальных канатов (см. рис. 1.34)

Марка зажима	Диаметр, мм, стальных канатов по ГОСТ 3062–80*, 3063–80*, 3064–80*	Размеры, мм						Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса, кг
		<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>d</i> ₁	<i>l</i>	<i>L</i>		
НС-50-3	9,1 9,2 9,2 9,8	10	25	19	18	120	285	90,375	1,2
НС-70-3	11,0 11,5 11,5	13,0	30	23	20	150	320	126,250	1,68
НС-100-3	12,5 13,0	13,5	34	28	24	165	355	136,875	2,61
НС-108-1	–	–	–	–	26	–	405	–	3,35
НС-120-3	14,0 14,0	14,5	36	29	26	190	405	169,375	3,4
НС-140-3	15,0 15,5	16,0	36	29	26	190	405	178,125	3,4
НС-150-3	16,0	17,0	42	32	28	210	435	202,500	4,52
НС-170-3	17,0	18,0	42	34	28	210	435	228,750	4,52
НС-220-3	18,5 19,0	20	48	38	34	240	485	286,250	6,74
НС-230-3	20,0	21,0	48	38	34	240	485	284,375	6,79
НС-260-3	21,0	22,0	53	40	34	280	530	327,500	8,01
НС-300-3	22,5	23,5	53	43	36	280	540	371,875	8,65

Таблица 1.124

Заземляющие прессуемые зажимы типа ЗПС для стальных канатов (см. рис. 1.35)

Марка зажима	Диаметр, мм, стальных канатов по ГОСТ 3062–80*, 3063-80*, 3064–80*	Размеры, мм					Масса, кг
		<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>l</i>	<i>L</i>	
ЗПС-35-3	7,8	8,5	20	14	40	102	0,276
ЗПС-50-3	9,1; 9,2; 9,8	10,0	25	14	50	111	0,337
ЗПС-70-3	11,0; 11,5	13,0	30	19	60	125	0,489
ЗПС-100-3	12,5; 13,0	13,5	34	23	70	137	0,69
ЗПС-120-3	14,0	14,5	36	29	80	148	0,84
ЗПС-140-3	15,0; 15,5	16	36	29	100	168	0,94
ЗПС-150-3	16,0	17	42	32	100	171	1,30
ЗПС-170-3	17,0	18	42	34	120	191	1,45
ЗПС-220-3	18,5; 19,0	20	48	38	125	199	1,985
ЗПС-230-3	20,0	21	48	39	130	204	2,0
ЗПС-260-3	21,0	22	53	40	135	211	2,59
ЗПС-300-3	22,5	23	53	43	140	216	2,63
ЗПС-340-3	24,0	25	56	45	145	223	3,0
ЗПС-420-3	27,0	28,5	65	51	150	232	4,27

Натяжные зажимы типа ТРАС используются при осуществлении транспозиции сталеалюминиевых проводов на опоре. По конструкции зажимы типа ТРАС аналогичны зажимам типа НАС и с теми же анкерами, но корпус зажима имеет расточку с другой стороны, так как вывод провода в шлейф осуществляется в сторону пролета.

Для монтажа сталеалюминиевых проводов повышенной прочности используются натяжные прессуемые зажимы типа НАСУС, по конструкции аналогичные зажимам типа НАС.

Натяжные прессуемые зажимы применяются при монтаже стальных канатов по ГОСТ 3062-80*, ГОСТ 3063-80*, ГОСТ 3064-80* сечением от 48 до 298 мм². Зажимы типа НС изготавливаются из стали и предназначены для крепления грозозащитных тросов, оттяжек опор, а также стальных проводов на специальных переходах. Конструкция этих зажимов проста в производстве, удобна при монтаже и надежна в эксплуатации.

Для анкерного крепления проводов марки АС сечением от 70 до 400 мм² и тросов марки С к опорам воздушных линий электропередачи применяются натяжные спиральные зажимы типа НС-D_{прп}-01 (НС – натяжной

спиральный зажим; $D_{\text{пр}}$ – номинальный диаметр провода, мм; две последние цифры (01) – модификация зажима).

В состав зажима входят коуш литой и силовая спираль из проволоки. Силовая спираль представляет собой U-образную прядь спиралей, проклеенную компаундом. Силовая спираль навивается на провод. Прочность заделки провода в натяжном спиральном зажиме составляет не менее 95 % прочности провода. На внутреннюю поверхность пряди наносится абразив.

Натяжные спиральные зажимы надежно сохраняют провода от повреждения за счет распределения сдавливающего усилия по всей длине зажима. Технические характеристики натяжных зажимов НС приведены в табл. 1.125.

Таблица 1.125

Натяжные спиральные зажимы типа НС- $D_{\text{пр}}$ -01*

Марка зажима	Марка провода, троса	Длина силовой спирали, мм	Марка коуша	Масса, кг
НС-11,4-01	АС 70/11	800	К-70	1,4
НС-13,5-01	АС 95/16	900	К-70	1,7
НС-15,2-01	АС 120/19	1100	К-70	2,8
НС-15,4-01	АС 120/27	1100	К-70	2,8
НС-16,8-01	АС 150/19	1200	К-120	3,1
НС-17,1-01	АС 150/24	1200	К-120	3,1
НС-17,5-01	АС 150/34	1200	К-120	3,1
НС-18,8-01	АС 185/29	1250	К-120	3,2
НС-18,9-01	АС 185/24	1250	К-120	3,2
НС-19,6-01	АС 185/43	1300	К-120	3,2
НС-19,8-01	АС 205/27	1350	К-120	3,35
НС-21,6/7,2-01	АС 240/32	1350	К-120	3,5
НС-21,6/8,0-01	АС 240/39	1350	К-120	3,5
НС-22,4-01	АС 240/56	1350	К-120	3,5
НС-24,0-01	АС 300/39	1350	К-120	3,5
НС-24,1-01	АС 300/48	1350	К-120	3,5
НС-24,5-01	АС 300/67	1350	К-120	3,5
НС-24,8-01	АС 330/30	1400	К-120	3,7
НС-25,2-01	АС 330/43	1400	К-120	3,7
НС-26,0-01	АС 400/18	1450	К-120	3,9
НС-26,6-01	АС 400/22	1450	К-120	3,9
НС-27,5-01	АС 400/51	1450	К-120	4,2
НС-9,1-01	С 50	870	К-70	2,4
НС-11,0-01	С 70	950	К-120	2,9
НС-15,4/11,0-01	АС 70/72	950	К-120	3,2

* Могут использоваться взамен натяжных зажимов типа НБ; НЗ; НС; НАС; НАСУС.

6.9 Соединительная арматура

Соединительная арматура предназначена для соединения проводов и канатов воздушных линий электропередачи. К соединительной арматуре относятся: овальные, плашечные, прессуемые, клыковые, петлевые и заземляющие зажимы. По назначению соединительные зажимы подразделяются на две группы:

1) воспринимающие токовую нагрузку и механическое тяжение по проводам;

2) воспринимающие только токовую нагрузку (петлевые, заземляющие).

По способу монтажа зажимы делятся на прессуемые, овальные – монтируемые обжатием; овальные – монтируемые скручиванием; клыковые – используемые в качестве «сжимов», и плашечные – стягиваемые болтами.

Соединения алюминиевых и сталеалюминиевых проводов сечением от 10 до 185 мм² в пролетах выполняются с помощью соединительных овальных зажимов типа СОАС, монтируемых скручиванием (рис. 1.36 и табл. 1.126). Зажимы изготавливаются из алюминиевых трубок заданной длины, концы которых разбортовываются для обеспечения удобства заведения в трубку концов соединяемых проводов врасплет. Соединительный зажим СОАС-185 для проводов сечением 185 мм² комплектуется дополнительно вкладышем в виде полосы, имеющей двояковогнутое сечение.

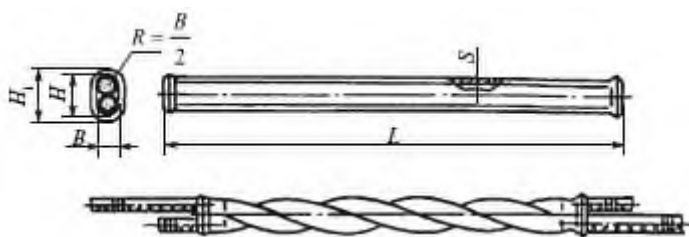


Рис. 1.36. Соединительный овальный зажим типа СОАС для алюминиевых и сталеалюминиевых проводов.

Соединение стальных канатов в пролетах выполняется с помощью прессуемых зажимов типа СВС, представляющих собой короткую стальную трубку, внутренний диаметр которой обеспечивает возможность одновременного ввода в нее навстречу друг другу концов соединяемых проводов. При относительно тонкой стенке стальной трубки за счет одновременного опрессования концов соединяемых тросов с проволоками, наложенными врасплет, достигается высокая механическая прочность и надежность соединения.

Надежность соединения достигается за счет применения приспособления МИ-189А для проводов сечением до 35 мм², для проводов сечением от 50 до 185 мм² применяется приспособление МИ-230А.

Таблица 1.126

Соединительные овалыные зажимы типа СОАС (см. рис. 1.36)

Марка зажима	Марка провода по ГОСТ 839–80*	Размеры, мм					Прочность заделки провода, кН	Масса, кг
		<i>B</i>	<i>S</i>	<i>H</i>	<i>H</i> ₁	<i>L</i>		
СОАС-10-3	АС 10/1,8	5,0	–	10,6	–	200	3,68	0,026
СОАС-16-3	А 16 АС 16/2,7	6,25	–	12,5	–	250	2,719 5,598	0,045
СОАС-25-3	А 25 АС 25/4,2	7,5	1,7	15,2	21,6	250	3,910 8,366	0,05
СОАС-35-3	А 35 АС 35/6,2	9,2	2,1	19,0	27,4	330	5,322 12,172	0,13
СОАС-50-3	А 50 АС 50/8,0	10,5	2,3	22,0	31,0	400	7,378 15,401	0,16
СОАС-70-3	А 70 АС 70/11	12,5	2,6	20,0	35,4	450	10,159 21,717	0,23
СОАС-95-3	А 95 А 120 А 95/16 АЖС 70/39	15,0	2,6	31,0	41,0	750	13,151 17,661 30,032 58,500	0,465
СОАС-120-3	А 120 АС 120/19 АС 120/27	17,0	3,1	35,0	46,0	900	21,712 37,369 44,378	0,76
СОАС-150/3	АС 150/19 АС 150/24 АС 150/34	19,0	3,1	39,0	50,0	1000	41,676 47,051 56,379	0,92
СОАС-185/3*	А 185 АС 185/24 АС 185/29 АС 185/43	21,0	3,4	43,0	55,0	1000	26,849 52,268 55,850 69,990	1,21

* Комплектуется вкладышем.

Для соединения между собой сталеалюминиевых проводов применяются соединительные прессуемые зажимы типа САС (рис. 1.37 и табл. 1.127).

Корпус зажима изготавливается из труб специального профиля. Сердечник,

предназначенный для соединения стальной части проводов, имеет профиль, аналогичный профилю корпуса.

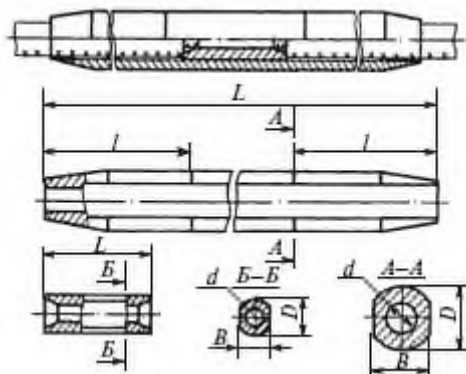


Рис. 1.37. Соединительный прессуемый зажим типа САС для сталеалюминиевых проводов

Таблица 1.127

Соединительные прессуемые зажимы типа САС для сталеалюминиевых проводов

Марка зажима	Марка провода по ГОСТ 839–80*	Деталь зажима	Матрица опрессовки	Размеры, мм					Прочность заделки провода, кН	Масса, кг
				<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>l</i>	<i>L</i>		
САС-240-1	АС 185/24	Корпус	А-44	25	52	44	215	540	52,7	2,325
	АС 185/29	Сердечник	С-21	11,5	26	20	–	80	55,8	
	АС 205/27								57,3	
	АС 240/32								67,5	
САС-240-2	АС 240/39	Корпус	А-44	25	52	44	215	540	69,9	2,338
	АС 185/43	Сердечник	С-22	14,5	28	22	–	80	72,8	
САС-240-3	АС 240/56	Корпус	А-44	25	52	44	215	540	88,4	2,318
		Сердечник	С-23	16,5	28	23	–	80		
САС-330-1	АС 300/39	Корпус	А-44	28	54	44	230	580	81,5	2,438
	АС 300/48	Сердечник	С-22	14,5	28	22	–	80	90,5	
	АС 330/43								93,4	

Для соединения сталеалюминиевых проводов особо усиленной конструкции применяются соединительные прессуемые зажимы типа САСУС (рис. 1.38 и табл. 1.128).

Соединение стальных частей проводов производится методом «врасплет». Опрессование сердечника зажима производят сначала шестигранной, затем круглой матрицей, а опрессование корпуса зажима – круглой.

Для соединения стальных канатов в пролетах используются зажимы соединительные типа СВС, концы канатов в этих зажимах соединяются методом «врасплет», после чего производится опрессование шестигранными матрицами, а затем круглыми.

Зажимы типа СВС обеспечивают прочность заделки канатов не менее 90 % разрывного усилия канатов. Зажимы типа СВС представлены на рис. 1.39, основные данные приведены в табл. 1.129.

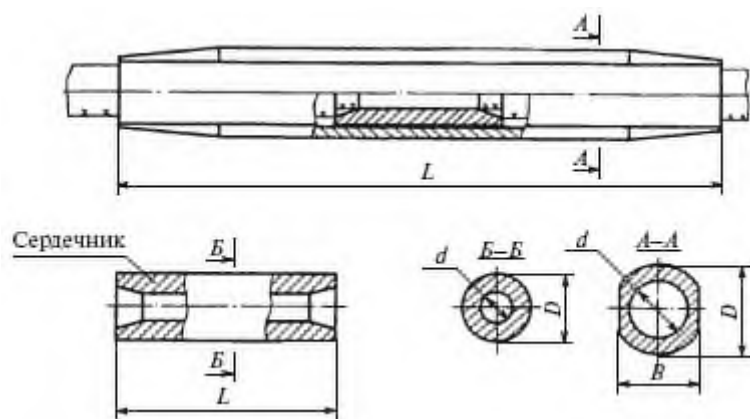


Рис. 1.38. Соединительные прессуемые зажимы типа САСУС для сталеалюминиевых проводов

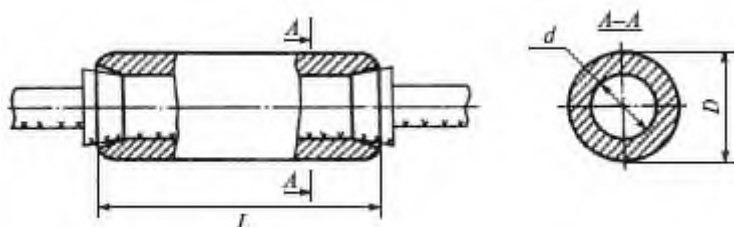


Рис. 1.39. Соединительные зажимы типа СВС для стальных канатов

Таблица 1.128

Соединительные прессуемые зажимы типа САСУС (см. рис. 1.38)

Марка зажима	Марка провода по ГОСТ 839–80*	Деталь зажима	Матрица опрессования	Размеры, мм				Прочность заделки провода, кН	Масса, кг
				<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>L</i>		
САСУС-70-1	АС 70/72	Корпус Сердечник	А-43	21,0	50	42	370	87,14	1,50
			МШ-2А-19,5	16,5	24	–	70		
САСУС-95-1	АС 95/141	Корпус Сердечник	А-48	29,0	58	47	390	162,69	2,03
			МШ-27 С-27	24,5	32	–	90		
САСУС-185-1	АС 185/128	Корпус Сердечник	А-46	29,0	55	46	510	165,43	2,23
			МШ-27 С-27	24,5	32	–	90		
САСУС-300-1	АС 300/204	Корпус Сердечник	А-56	33,5	65	55	420	256,12	2,75
			МШ-31,2 С-31,5	30,0	38	–	120		
САСУС-500-1	АС 500/336	Корпус Сердечник	А-64	44,0	75	63	600	419,98	5,30
			МШ-41,6 С-42	38,5	50	–	200		

Таблица 1.129

Соединительные прессуемые зажимы типа СВС (см. рис. 1.39)

Марка зажима	Канат стальной		Матрица опрессования	Размеры, мм			Масса, кг
	диаметр, мм	ГОСТ		<i>d</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	
СВС-50-3	9,1	3063–80*	МШ-22,5	14,5	26	80	0,22
	9,2	3062–80*					
СВС-70-3	11,0	3063–80*	МШ-26	17,5	30	85	0,30
СВС-108-1	12,0	–	МШ-34,5	21,5	40	95	0,63
СВС-100-3	13,0	3063–80*	МШ-31,2	21,0	36	90	0,47
СВС-120-3	14,0	3064–80*	МШ-33,8	22,5	40	95	0,64
	14,0	3063–80*	МШ-33,8				
СВС-135-3	15,0	3063–80*	МШ-34,6	24	40	100	0,63
СВС-150-3	16,0	3063–80*	МШ-34,6	25,5	42	110	0,75
СВС-200-3	18,5	3064–80*	МШ-41,1	29,5	48	120	1,05
СВС-260-3	21,0	3064–80*	МШ-48	33,5	56	120	1,40
СВС-300-3	22,5	3064–80*	МШ-52	34,0	60	120	1,70

Выполнение разъемных соединений проводов в шлейфе анкерной опоры из алюминиевых и сталеалюминиевых проводов осуществляется петлевыми переходными зажимами типа ПАС (табл. 1.130). Зажимы (рис. 1.40) состоят из двух алюминиевых контактных лапок, плакированных медью. Лапки зажимов на концах проводов опрессовываются, а между собой соединяются болтами. При переходе с одной марки провода на другую в шлейфах анкерных опор устанавливаются петлевые переходные прессуемые зажимы типа ПП (табл. 1.131).



Рис. 1.40. Соединительные петлевые переходные зажимы типа ПАС (а) для соединения проводов в шлейфе анкерной опоры и типа ПП (б) для перехода с одной марки провода на другую в шлейфах анкерных опор

Таблица 1.130

Петлевые прессуемые зажимы типа ПАС (см. рис. 1.40, а)

Марка зажима	Марка провода по ГОСТ 839–80*	Диаметр проводов, мм	Матрица опрессования	Размеры, мм			Масса, кг
				<i>L</i>	<i>I</i>	<i>B</i>	
ПАС-120-2	А 120, А 150, АС 70/72, АС 120/19, АС 120/27	14,0–15,8	МШ-19,5	360	80	40	0,58
ПАС-240-2	АС 300, АС 240/32, АС 240/39, АС 240/56	21,6–22,4	МШ-29,4	410	100	60	0,98
ПАС-300-2	А 350, А 400, АС 300/39, АС 300/48, АС 300/66, АС 300/67, АС 330/30, АС 330/43, АС 400/18, АС 400/22	24,0–26,6	А-40,5	420	100	60	1,14
ПАС-400-2	А 450, А 500, А 550, АС 400/51, АС 400/64, АС 400/93, АС 450/56, АС 300/204, АС 500/26, АС 500/27, АС 500/64	27,3–30,6	А-45	460	120	60	1,42
ПАС-602	–	31,5–33,2	А-51	510	140	–	1,96
ПАС-702	–	36,2–37,7	А-57	480	150	–	3,3
ПАС-1200-2	–	46,5	А-59	515	140	–	2,7

Таблица 1.131

Зажимы типа ПП для перехода с одной марки провода на другую

ПП-60	ЛПА-120	120, 150	70/72, 120/19, 120/27	14,0–15,8	С-23	395	80	2,64
	ЛПА-400	500	400/51, 400/64, 400/93, 450/56, 300/204, 500/27, 500/64	27,5–30,6	А-45	395	120	2,64
ПП-68	А2А-120-8	–	70/72	15,4	МШ- 2А-20,8	354	80	1,10
ПП-70	А4А-120-8	–	70/72	15,4	МШ- 2А-20,8	420	80	2,42

Петлевые зажимы типа ППТ для перехода с одного на два провода и типа ППР для перехода с двух проводов на три провода приведены на рис. 1.41. На линиях электропередачи 35—110 кВ заземление грозозащитных тросов осуществляется зажимами типа ПС (рис. 1.42).

Для соединения алюминиевых и сталеалюминиевых проводов в петлях анкерных опор ВЛ и осуществления отпаек применяются плашечные зажимы типа ПА (рис. 1.42). Зажимы марки ПА-1-1 применяются также для крепления петли проводов при анкерном креплении на штыревых изоляторах. В соединительных плашечных зажимах провод закрепляется затягиванием плашек болтами. После затягивания болтов между краями желобков плашек и корпуса должен оставаться незначительный зазор. Наличие зазора подтверждает, что зажим выбран правильно. Через несколько дней необходимо дополнительно подтянуть болты, так как из-за деформации проводов давление в контакте несколько ослабевает. При полном затягивании болтов провод прочно закрепляется плашками.

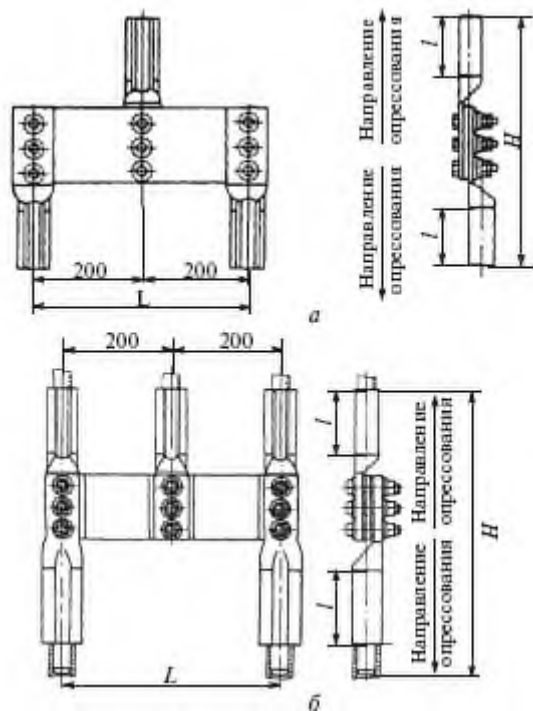


Рис. 1.41. Петлевые зажимы типа ППТ (а) для перехода с одного провода на два провода и типа ППР (б) для перехода с двух проводов на три провода

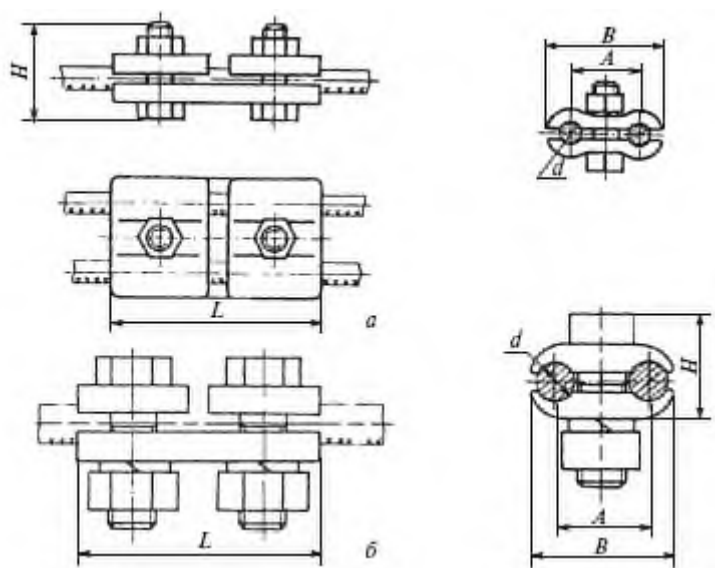


Рис. 1.42. Плашечные контактные зажимы: а – типа ПС; б – типа ПА

Крепления стальных канатов, применяемых на линиях электропередачи в качестве грозозащитных тросов и оттяжек опор, применяются клыковые зажимы типа КС (рис. 1.43 и табл. 1.136).

Зажимы используются в качестве «сжимов» в комплекте с коушами, блоками или специальными роликами. В зависимости от необходимой прочности заделки каната применяется различное количество клыковых зажимов. Их преимущество перед прессуемыми зажимами – это разборное крепление, т. е. монтаж без применения прессов.

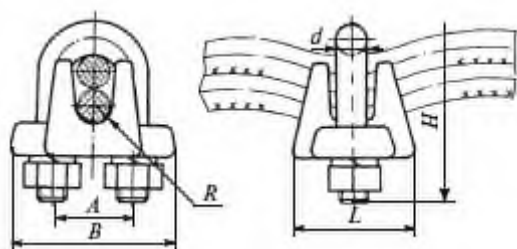


Рис. 1.43. Клыковой зажим типа КС для крепления стальных канатов

Таблица 1.224

Клыковые зажимы типа КС (см. рис. 1.43)

Марка зажима	Диаметр каната, мм, по ГОСТ 3063–80* и 3064–80*	Прочность заделки провода при установке трех зажимов, кН, не менее	Размеры, мм						Масса, кг
			<i>d</i>	<i>R</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>L</i>	
КС-100-1	13	75	12	6,5	32	64	70	47	0,43
КС-120-1	14	86	16	7,0	34	70	85	56	0,70
КС-185-1	17	138	16	8,5	40	76	90	56	0,77

Заземляющие прессуемые зажимы типа ЗПС (рис. 1.44, а и табл. 1.137) предназначены для присоединения стальных канатов или проводов, применяемых на ВЛ в качестве грозозащитных тросов, к заземляющим элементам опор. Крепление зажимов к опорам и лапкам поддерживающих зажимов осуществляется болтами. Зажимы типа ЗПС-3 (рис. 1.44, б) изготавливаются из стали, типа ЗПС-3В – из алюминия.

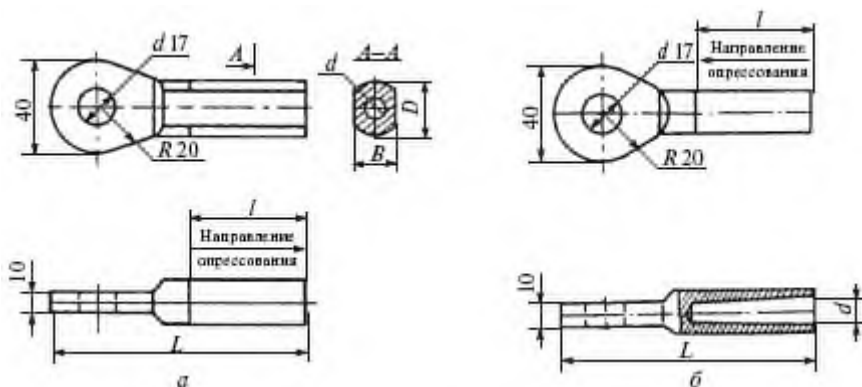


Рис. 1.44. Заземляющие прессуемые зажимы: *а* – ЗПС-3; *б* – ЗПС-3В

6-35 кВ все более широкое применение находят защищенные провода (ВЛЗ). Основные показатели арматуры для подвески защищенных проводов ВЛЗ приведены в табл. 1.138-1.140.

Таблица 1.138

Соединительные зажимы типа СОАС-ИП для воздушных линий электропередачи 6—10 кВ с изолированными проводами

Марка зажима	Номинальный диаметр токопроводящей жилы провода, мм	Сечение соединяемых проводов, мм ²
СОАС-35-ЗИП	6,9	35
СОАС-50-ЗИП	8,0	50
СОАС-70-ЗИП	9,7	70
СОАС-95-ЗИП	11,3	95
СОАС-120-ЗИП	12,8	120
СОАС-150-ЗИП	14,2	150
СОАС-185-ЗИП	15,7	185
СОАС-240-ЗИП	18,1	240

Зажимы типа СОАС-ИП предназначены для соединения методом скручивания как неизолированных проводов типа АС, так и защищенных проводов. В варианте с защищенными проводами в комплект поставки входит термоусадочная трубка. Термоусадка осуществляется с помощью газовой горелки или высокотемпературного фена. При прогреве до 120–140 °С трубка уменьшается в диаметре до контакта с изолируемой

поверхностью. Скручивание зажимов осуществляется с помощью приспособлений МИ-189А и МИ-230А.

Таблица 1.139

Натяжные зажимы типа НК-ИП и НБ-ИП для концевое крепление защищенных проводов на опорах анкерного типа

Марка зажима	Номинальный диаметр проводов, защищенных изоляцией, мм	Сечение проводов, мм ²
НК-1-1-ИП	11,5	35
НБ-2-6-ИП	12,7; 14,3	50; 70
НБ-3-6-ИП	16,0; 17,5; 18,9; 20,5; 22,8	95; 120; 150; 185; 240

Таблица 1.140

Поддерживающие зажимы для закрепления защищенных проводов на промежуточных и угловых опорах с углом поворота от 0 до 90°

Марка зажима	Номинальный диаметр проводов, защищенных изоляцией, мм	Сечение проводов, мм ²
ПГН-2-6-ИП	11,5; 12,7	35; 50
ПГН-3-5-ИП	14,3; 16,0; 17,5; 18,9	70; 95; 120; 150
ПГ-3-10-ИП	20,5	185
ПГН-5-3-ИП	22,8	240

Для выполнения ответвлений от проводов магистральной линии используется специальный ответвительный зажим типа 303-1. Обеспечение электрического контакта при использовании зажима 303-1 достигается прокалыванием изоляции проводов, при котором удаления изоляции для установки зажима не требуется. Для защиты от атмосферных осадков на зажим устанавливается предохранительный футляр, выполненный из морозостойкой пластмассы.

Зажим 303-1 имеет следующие характеристики:

Сечение провода, мм²:

магистрали..... 70—150

ответвления..... 35—120

Масса, кг:

зажима..... 0,3

футляра..... 0,022

Для защиты от дуги при атмосферных перенапряжениях применяется устройство защиты типа ОФД-1 (табл. 1.141). Устройство состоит из зажима, рога и алюминиевой проволоки вяза. При установке устройства не требуется удаления изоляции.

Таблица 1.141

Устройство типа ОФД-1 для защиты ВЛ от дуги

Марка устройства	Сечение проводов, мм ²	Состав устройства	Масса, кг
ОФД-1-1	35–150	Зажим, рог	0,46
ОФД-1-2		Зажим, рог, алюминиевая проволока	0,48

При креплении защищенных проводов на штыревых изоляторах применяются спиральные вязки ВС (табл. 1.142).

Таблица 1.142

Спиральные вязки типа ВС длиной 600 мм

Марка вязки	Наружный диаметр провода, мм	Сечение провода, мм ²	Наружный диаметр вязки, мм	Цвет метки	Масса вязки, кг
ВС-11-01	11,5	35	14,5	Красный	0,12
ВС-12-01	12,7	50	15,6	Желтый	0,12
ВС-14-01	14,3	70	17,5	Белый	0,13
ВС-16-01	16,0	95	19,2	Черный	0,13
ВС-17-01	17,4	120	20,0	Розовый	0,13
ВС-18-01	18,9	150	21,4	Зеленый	0,13

Ремонтные зажимы типа РАС (рис. 1.45, табл. 1.143 и 1.144)

устанавливаются в местах повреждения сталеалюминиевых проводов. Эти повреждения проводов возможны в процессе их монтажа и возникают обычно от случайных ударов. Ремонтные зажимы типа РАС для сталеалюминиевых проводов сечением от 95 до 205 мм² состоят из двух алюминиевых желобообразных профилей (корпуса и вкладыша). Корпус устанавливается на поврежденный участок провода, а вкладыш вдвигается в корпус. Монтаж зажимов на проводах осуществляется опрессованием шестигранными матрицами. При обрыве или повреждении алюминиевых

проволок, составляющих менее 34 % сечения провода, устанавливаются ремонтные зажимы типа РАС. При этом расстояние между установленными на проводе зажимами должно быть не менее 15 м, в противном случае необходимо вырезать кусок провода и установить соединительный зажим типа САС или СОАС.

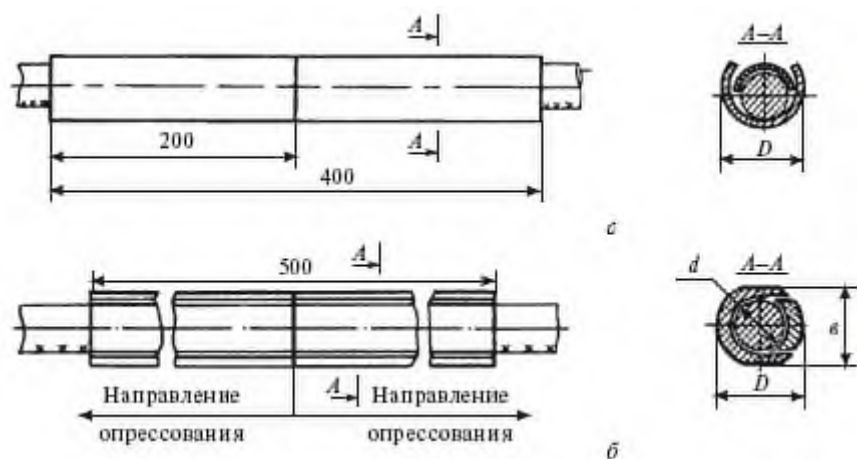


Рис. 1.45. Ремонтные зажимы: *а* – РАС-Х-4А; *б* – РАС-Х-5А

При повреждениях проволок, составляющих более 34 % сечения провода, ремонт провода осуществляется путем вырезания поврежденного участка и выполнения вставки из отрезка нового провода той же марки, что и поврежденный, и имеющего то же направление повивов. Вид ремонта сталеалюминиевых проводов сечением от 95 до 185 мм² в зависимости от характера повреждений (числа оборванных алюминиевых проволок) приведен в табл. 1.145.

Таблица 1.143

Ремонтные зажимы типа РАС для ремонта проводов сечением от 95 до 205 мм² (см. рис. 1.45, а)

Марка зажима	Для проводов по ГОСТ 839–80Е		Матрица опрессования	D, мм	Масса, кг
	Марка	Диаметр, мм			
РАС-95-4А	АС 95/16	13,5	МШ-18,5	24,5	0,242
РАС-120-4А	АС 120/19	15,2	МШ-20,8	27,0	0,268
	АС 120/27	15,4			
	АС 70/72	15,4			
РАС-150-4А	АС 150/19	16,8	МШ-25	33,0	0,402
	АС 150/24	17,1			
	АС 150/34	17,5			
РАС-205-4А	АС 185/24	18,9	МШ-27	35,0	0,432
	АС 185/29	18,8			
	АС 185/43	19,6			
	АС 205/27	19,8			
	АС 95/141	19,8			

Таблица 1.224

Ремонтные зажимы типа РАС для ремонта проводов сечением от 185 до 500 мм² (см. рис. 1.45, б)

Марка зажима	Для проводов по ГОСТ 839–80 Е		Матрица опрессования	Размеры, мм			Масса, кг
	Марка	Диаметр, мм		d	D	e	
РАС-330-5А	АС 240/32, АС 240/39, АС 240/56, АС 300/39, АС 300/48, АС 300/66, АС 300/67, АС 330/30, АС 330/43, АС 400/18, АС 185/128	21,6–26,0	А-44	27,0	52,0	44,0	1,76
РАС 500-5А	АС 400/22, АС 400/51, АС 400/64, АС 400/93, АС 450/56, АС 500/26, АС 500/27, АС 500/64, АС 300/204	26,6–30,6	А-50	31,5	58,0	50,0	2,0

Таблица 1.145

Виды ремонта сталеалюминиевых проводов сечением от 95 до 185 мм²

Требуемый вид ремонта	Марка провода		
	АС 95/16	АС 95/141, АС 120/19, АС 120/27, АС 150/19, АС 150/24, АС 185/24, АС 185/29	АС 150/34*, АС 185/43*
		Число оборванных проволок	
Установка ремонтного зажима типа РАС длиной 400 мм	До 2	5–9	6–10
Вставка с помощью соединительных зажимов типа СОАС	3 и более	10 и более	11 и более

* Для проводов с усиленным сердечником.

7. ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ



В качестве заземляющих устройств могут использоваться как естественные (арматура железобетонных фундаментов), так и искусственные заземлители. Если обеспечиваемое железобетонными фундаментами сопротивление заземления велико, то применяются дополнительно искусственные заземлители, которые выполняются в виде

лучей из круглой стали диаметром 10–16 мм, и вертикальные – из труб или углового железа.

Углубленные заземлители в виде колец или прямоугольников укладываются на дно котлованов под фундаменты, лучше – один контур на весь котлован. Глубинные заземлители применяются там, где они могут достичь хорошо проводящих слоев грунта.

На стальных и железобетонных опорах соединение грозозащитных тросов с заземляющими устройствами опор всегда осуществляется с использованием металла опор.

На ВЛ подлежат заземлению: опоры, имеющие грозозащитный трос или другие устройства грозозащиты; железобетонные и стальные опоры ВЛ напряжением 0,4—35 кВ; опоры, на которых установлены силовые или измерительные трансформаторы, разъединители и другие аппараты; стальные и железобетонные опоры ВЛ 110–500 кВ без устройств молниезащиты, если это необходимо по условиям обеспечения надежной работы релейной защиты и автоматики.

Заземленная опора служит для уменьшения вероятности обратных перекрытий за счет напряжения, возникающего при протекании тока молнии, ударившей в опору или трос, по сопротивлению заземления. Таким образом, оно имеет чисто молниезащитный характер.

При использовании естественной электрической проводимости комлевой части железобетонных опор или фундаментов обратную засыпку котлованов желательно производить вынутым или улучшенным грунтом с трембованием.

Применение заземляющих устройств (ЗУ) для опор ВЛ без грозозащитных тросов необходимо потому, что в сетях с изолированной нейтралью возможна длительная работа с заземленной фазой, и при перекрытии изоляции на одной из фаз опоры, будучи изолированной от земли, может оказаться под потенциалом, близким к фазному, что опасно для жизни. Таким образом, ЗУ имеют характер заземления, обеспечивающего

электробезопасность. Сопротивления заземляющих устройств этого типа должны обеспечиваться без учета таких естественных заземлителей, как железобетонные опоры и фундаменты.

Искусственные заземлители выполняются протяженными лучевыми, вертикальными и комбинированными из стального круга диаметром от 12 до 16 мм, а при использовании в сильно агрессивных грунтах – диаметром от 18 до 20 мм. Протяженные лучевые заземлители прокладываются параллельно поверхности земли на глубине от 0,5 до 1 м (в скальных грунтах допускается их прокладка в разработанном слое или по поверхности с обетонированием), а при прокладке зимой в многолетнемерзлых грунтах – просто по поверхности. Число, длина и направление лучей определяются расчетами.

Вертикальные электроды в зависимости от электрических характеристик грунта выбираются длиной от 5 до 20 м, и вертикальное заземление выполняется методом вдавливания или ввинчивания. Если удельное сопротивление грунта с глубиной уменьшается, применяются более длинные электроды.

Элементы заземлителей соединяются сваркой внахлест по всему периметру, при этом длина нахлеста должна быть не менее шести диаметров прутка.

Для защиты заземлителей от почвенной коррозии и удлинения срока их службы, помимо увеличения диаметра стальных прутков, рекомендуется выполнять гидроизоляцию спусков к заземлителю на длине по 10 см в обе стороны от границы раздела слоев с различной воздухопроницаемостью (в частности, и на границе воздух – земля). Гидроизоляция выполняется путем обмотки заземлителя хлопчатобумажной лентой, пропитанной горячим битумом.

Допустимые наименьшие размеры элементов заземляющих устройств, характеристики грунта, нормируемое значение сопротивления,

необходимые для расчета заземляющих устройств, приведены в табл. 1.146-1.149.

Таблица 1.146 **Наименьшие значения стальных элементов ЗУ**

Элементы ЗУ	Измеряемая величина	Наименьшие размеры, мм	
		в наружных установках	в земле
Сталь:			
круглая	Диаметр, мм	6	10
круглая (оцинкованная)	То же Сечение, мм ²	– 48*	6 48*
полосовая	Толщина, мм	4	4**
угловая	Толщина полки, мм	2,5	4**
Трубы (стальные):			
водогазопроводные	Толщина стенки, мм	2,5	3,5
тонкостенные	То же	2,5	Не допускается

* Для магистралей заземления – не менее 100 мм².

** Для заземлителей молниезащиты – угловая или полосовая сталь сечением не менее 160 мм².

Таблица 1.147

Наименьшие размеры заземляющих и нулевых защитных проводников

Проводник	Сечение проводника, мм ²	
	медного	алюминиевого
Неизолированный проводник	4	6
Изолированный провод	1,5*	2,5
Заземляющая и нулевая жилы кабелей и многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами	1	2,5

* При прокладке проводов в трубах сечение нулевых защитных проводников допускается применять равным 1 мм², если фазные проводники имеют то же сечение.

Таблица 1.148 **Средние значения электрического сопротивления грунта**

Характеристика грунта	Значение удельного электрического сопротивления грунта ρ , Ом·м
Валунно-галечные отложения: с песчаным заполнением	3000
влажные	1000
Галечник водоносный	1000
Галечник или гравий сухой	5000
Глина	50
Глина с примесью щебня, известняка, песка	150
Песок:	
влажный	600
с агрессивными водами	70
водоносный	150
сухой	1000
сухой сыпучий	15 000
Песчаник выветренный, известняк	400
Скальные породы невыветренные	5000
Сланцы, граниты и другие скальные породы разрушенные	1000
Суглинок	100
Супесь	300
Супесь влажная	150
Торф	20
Чернозем	200

Таблица 1.149

Наибольшее сопротивление заземляющих устройств различных элементов электроустановок

Элемент электроустановок	Наибольшее сопротивление ЗУ, Ом
Опора ВЛ выше 1 кВ, имеющая грозозащитный трос или другие устройства молниезащиты с р, Ом м:	
до 100	10
более 100 до 500	15
более 500 до 1000	20
более 1000 до 5000	30
более 5000	50

Железобетонная и стальная опоры ВЛ 3–20 кВ в не-населенной местности в грунтах с р, Ом м:	
до 100	30
более 100	40
Повторное заземление (все) нулевого провода каж-дой ВЛ, В:	
380/220	10
220/127	20
Повторное заземление (каждое) установок, В:	
380/220	30
220/127	60
Крюк и штырь фазных проводов на железобетонных опорах ВЛ до 1 кВ и арматура этих опор	50
Защитное устройство молниезащиты ВЛ до 1 кВ в населенной местности	30
Одностоечные опоры ВЛ 35 кВ на подходах к под-станциям и в грунтах с р, Ом м:	
до 100	10
более 100 до 500	15
более 500	20
Двухцепная одностоечная опора ВЛ 35 кВ на подхо-дах к подстанциям в грунтах с р, Ом м:	
до 100	5
более 100 до 500	10
более 500	15
Трубчатый разрядник на ответвлениях к подстанци-ям (заходах) длиной:	
до 500 м (независимо от сопротивления грунта)	До 10
более 500 м с р до 1000 Ом м	До 10
более 500 м с р более 1000 Ом м	До 15
Трубчатый разрядник, установленный на двухцеп-ных одностоечных опорах / в грунтах с р до 100 Ом м	До 5

Ориентировочно подсчитать сопротивление R , Ом, простого заземлителя или одиночного электрода, погруженного полностью в землю и целиком находящегося в однородном грунте, можно по следующим упрощенным формулам:

для вертикального электрода $R = \rho/l$,

для горизонтального электрода $R = 2 \rho/l$,

где ρ – удельное электрическое сопротивление грунта, Ом-м;

l – длина электрода заземления, м.

Проводимость сложного заземлителя, все элементы которого находятся в общей среде (земле), меньше суммы проводимости всех элементов, поэтому электроды следует располагать на достаточных расстояниях (например, 5 м) один от другого и в расчет вводить коэффициент, зависящий от конструкции и размеров заземлителей, их расположения, структуры грунта и удельного сопротивления его слоев.

Для ориентировочного расчета сложного заземлителя при однородном грунте можно принять следующие значения:

Количество вертикальных электродов	2	3	4	5	6	10	15
Коэффициент использования	0,75	0,68	0,63	0,60	0,57	0,47	0,42

При проектировании заземляющих устройств учитываются конструкции электродов, неоднородность грунта, глубина промерзания грунта и другие факторы, влияющие на результат. Однако и тогда расчет не бывает вполне точным, поэтому после монтажа сопротивление заземлителя проверяют измерением. Наиболее экономичны глубинные вертикальные электроды из круглой стали, имеющие лучшую проводимость и достигающие хорошо проводящих слоев грунта. При одинаковой глубине коррозии потеря металла у элементов круглого сечения меньше, поскольку при одинаковой массе поверхность, по которой протекает процесс коррозии, у стержней меньше

Вопросы и задания

- 1) Что используется в качестве искусственных заземлителей?
- 2) Что на ВЛ подлежит заземлению?
- 3) Как защитить заземлители от почвенной коррозии и увеличить срок их службы?

Монтаж воздушных линий напряжением 0,4 – 10 кВ

Электрические сети (ЭС), расположенные на открытых территориях вне зданий, часто выполняют **воздушными линиями (ВЛ)**. За длину пролета воздушной линии на местности принимают горизонтальное расстояние между центрами двух смежных опор.



Анкерным участком называют сумму длин пролетов между опорами анкерного типа. Под стрелой провеса проводов f при одинаковой высоте точек полвеса подразумевают вертикальное расстояние между линией, соединяющей точки подвеса,

и низшей точкой провода. За габарит линии H принимают наименьшее расстояние по вертикали при наибольшем провисании проводов до уровня земли или пересекаемых сооружений.

Углом поворота трассы линии называют угол между направлениями линий в смежных пролетах. Под тяжением провода понимают усилие, направленное по оси провода. Механическое напряжение провода получают делением величины тяжения на величину площади поперечного сечения провода.

Промежуточные опоры устанавливают на прямых участках трассы воздушной линии. Эти опоры в нормальных условиях не должны воспринимать усилий, направленных вдоль воздушной линии.

Угловые опоры устанавливают в местах изменения направления трассы воздушной линии. Эти опоры в нормальных условиях должны воспринимать тяжение проводов смежных пролетов.

Анкерные опоры устанавливают на пересечениях с различными сооружениями, а так же в местах изменения количества, марок и сечений проводов. Эти опоры должны воспринимать в нормальных режимах работы от разности тяжения проводов, направленные вдаль воздушной линии. Анкерные опоры должны иметь жесткую конструкцию.



Концевые опоры устанавливают в начале и конце воздушной линии. А также в местах кабельных вставок. Они являются опорами анкерного типа. **Ответвительные опоры** устанавливают в местах ответвления от воздушной линии.

Перекрестные опоры устанавливают в местах пересечения воздушной линии в разных направлениях.

Промежуточный пролет – это расстояние по горизонтали между двумя смежными промежуточными опорами. На воздушной линии до 1 кВ длина пролетов от 30 до 50 м, а на воздушной линии выше 1 кВ длина пролетов от 100 до 250 м.

Устройство и конструкции воздушных линий

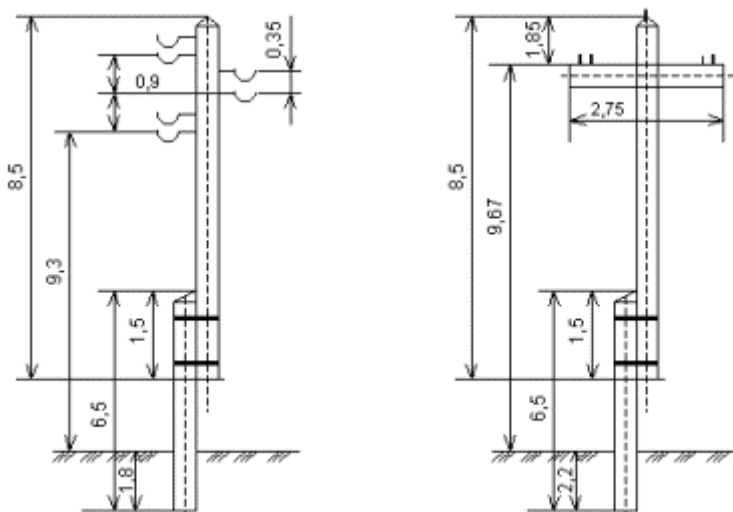
Воздушные линии имеют следующие конструктивные элементы: провода, опоры, изоляторы, арматуру для крепления проводов на изоляторах и изоляторов на опорах. Воздушные линии бывают

одноцепные и двухцепные. Под одной цепью понимают три провода одной трехфазной линии или два провода однофазной линии. Для ВЛ применяют алюминиевые, сталеалюминиевые и стальные провода. Опоры для воздушных линий изготавливают из дерева и железобетона. Деревянные опоры просты в изготовлении, дешевы, но недолговечны. Железобетонные опоры дороже, но прочнее.

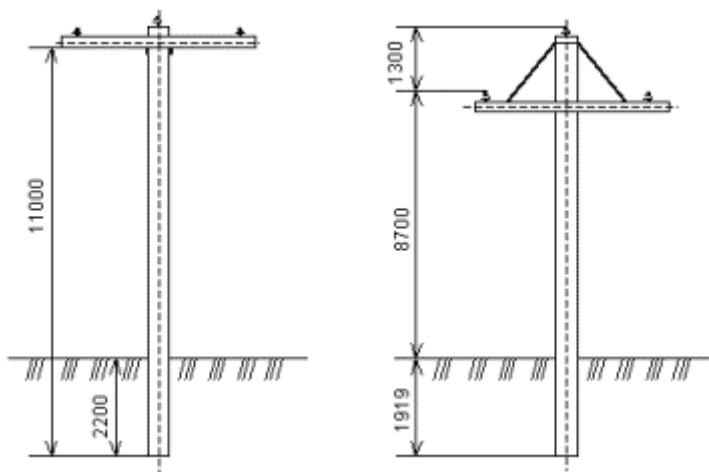
При изготовлении деталей деревянных опор применяют пиломатериалы хвойных пород. Основные типы промежуточных опор на рис.

Железобетонные промежуточные опоры выполняют одностоечными с горизонтальным расположением проводов на штыревых изоляторах. Опоры рассчитаны на подвеску проводов марок А25 – А70, АС16 – АС50, и ПС25. высота штыря до 175 мм. штыри заземляют приваркой к выпускам арматуры из железобетонной траверсы.

Для ответвлений до 1 кВ к вводам зданий можно применять алюминиевые провода и из его сплавов сечением не менее 16 мм кв.



На воздушных линиях применяют штыревые изоляторы, которые доставляют к месту монтажа в решетчатых ящиках. Отбраковку изоляторов производят визуально перед отправкой их на трассу.



Монтаж ЛЭП напряжением до 1 кВ

При прохождении воздушной линии по лесным и зеленым насаждениям вырубка просеки необязательна. Вертикальные и горизонтальные расстояния до проводов при наибольшей стреле провеса и небольшом отклонении до деревьев и кустов должно быть не менее 1 м.

Ямы под опоры бурят с применением буровых машин. При невозможности использования буровых машин ямы копают вручную.

Под одностоечные опоры ямы бурят точно по оси трассы. Штангу бура при бурении размещают строго в вертикальном положении.

Размеры заглубления опор определяют по таблице в зависимости от высоты опор, числа укрепленных на опоре проводов, вида грунта, а также от способа производства земляных работ. При ручной копке ям, их копают на 30 – 50 см глубже.

Траверсы угловых опор располагают по биссектрисе угла поворота линии. На опоры наносят их порядковый номер и год установки.

Нумерация опор идет от источника питания.

Траверсы, кронштейны и изоляторы устанавливают до подъема опоры.

Изоляторы перед монтажом тщательно осматривают и отбраковывают.

Изоляторы не должны иметь трещин, сколов, повреждений глазури.

Чистка изоляторов металлическим предметом не допускается. Штыревые изоляторы наворачиваются на крюки или штыри, обмотанные паклей. Оси штыревых изоляторов располагают вертикально.

Крюки и штыри для предохранения от ржавчины порывают асфальтовым лаком.

Крепление проводов на штыревых изоляторах выполняют проволочными вязками.

Провода соединяют соединительными зажимами или сваркой. Провода можно соединять скруткой с последующей пайкой. Крепление проводов на опорах одинарное. Двойное крепление выполняется при пересечениях воздушной линии с линией связи и сигнализации, контактных проводов, дорог и в населенных пунктах.

Собранные и развезенные по трассе опоры, устанавливаются по трассе с помощью бурильно-крановых машин или автокранов.

Штыревые изоляторы, закрепленные на крюках, на стволах деревянных опор без траверс. В опоре буравом высверливают отверстия, в которые ввертывают хвосты крюков. Штыри с изоляторами для установки на траверсах закрепляются гайкой.

Стройка воздушной линии ведется поточным методом. Монтаж проводов разбивают на операции: раскатка проводов, соединение проводов, подъем проводов на промежуточные опоры, натяжка проводов и крепление проводов на анкерных и промежуточных опорах.

Раскатку проводов с барабанов производят тракторами или автомашинами и ведут от одной анкерной опоры до другой.

При раскатке отмечают места обнаруженных дефектов проводов. Перед натяжкой в этих местах выполняют ремонт.

Монтаж воздушных линий до 10 кВ

Разбивку котлованов под опоры проводят теодолитом, стальной мерной лентой или рулеткой по схеме, на которой указаны разбивочные оси и размеры котлованов поверху и понизу с учетом применяемого фундамента и требуемой крутизны откосов. Размеры дна котлованов не должны превышать размеров опорной плиты фундамента более чем на 150 мм на сторону.

Рытье котлованов с вертикальными стенками без креплений допускается в грунтах естественной влажности при отсутствии грунтовых вод.

Механизированную разработку грунта в котлованах выполняют без нарушения его структуры в основании фундамента. Поэтому разработку котлованов экскаватором производят с недобором грунта на толщину 100 – 200 мм. разработка грунта ниже проектной отметки не допускается.

Вынутый грунт следует отбрасывать не менее 0,5 м от края котлована во избежание возможности обвала стенок котлована.

Для изготовления деревянных опор воздушных линий напряжением 10 кВ применяют сосну и лиственницу. Лес для изготовления опор, целиком ошкуривают и пропитывают антисептиком для устойчивости опоры от загнивания.

При прохождении трассы воздушной линии с деревянными опорами, где возможны низовые пожары, опоры защищают от загорания. Для этого вокруг каждой опоры на расстоянии 2 м от неё роют канавы глубиной 0,4 и шириной 0,6 м, вокруг каждой опоры очищают от травы и кустарника площадки радиусом 2 м. Или же на этих участках применяют железобетонные приставки.

Железобетонные опоры перед монтажом тщательно осматривают на

наличие раковин, и выбоин размером не более 10 мм по длине, ширине и глубине. При этом на 1 м длины опоры не должно быть более двух раковин и выбоин. Раковины и выбоины необходимо заделывать цементным раствором.

Основной способ установки одностоечных жб опор – установка их в бурильные ямы с ненарушенной структурой грунта.

Расстояние от подземной части опоры воздушной линии до подземных канализационных трубопроводов должно быть не менее 2 м для воздушной линии напряжением до 10 кВ.

При сближении воздушной линии с магистральными газо- и нефтепродуктопроводами последние должны прокладываться вне охранной зоны воздушной линии. Для воздушных линий 10 кВ охранный зона 10 м. это расстояние отсчитывают от газопроводов и нефтепродуктопроводов до проекции крайних проводов. В стесненных условиях допускается снижение охранной зоны до 5 м для воздушных линий до 10 кВ.

Для защиты от грозовых перенапряжений заземлению подлежат: железобетонные опоры воздушных линий напряжением до 10 кВ в населенной и в ненаселенной местности, железобетонные и деревянные опоры всех типов линий всех напряжений, на которых установлены устройства грозозащиты, все виды опор, на которых установлены силовые и измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители и другое оборудование.

Заземляющее устройства воздушных линий выполняют из вертикальных стержневых заземлителей из угловой стали.

Вопросы и задания

- 1) Что называют анкерным участком?
- 2) Что называют углом поворота трассы линии?
- 3) Что называют промежуточными опорами?

- 4) Что называют угловыми опорами?
- 5) Что называют анкерными опорами?
- 6) Какие провода используют на ВЛ?
- 7) Как выполняется двойное крепление?
- 8) На какие операции разбивают монтаж проводов?
- 9) Что применяют для изготовления деревянных опор воздушных линий напряжением 10 кВ?
- 10) Какова охранная зона для воздушных линий 10 кВ?

Расположение проводов и тросов и расстояния между ними.

На ВЛ может применяться любое расположение проводов на опоре. На ВЛ 35 кВ и выше с расположением проводов в несколько ярусов, как правило, должно быть предусмотрено смещение проводов соседних ярусов по горизонтали (см. также 2.5.52).

В районах с толщиной стенки гололеда 15 и 20 мм, а также в районах с частой пляской проводов при прочих равных условиях рекомендуется применять горизонтальное расположение проводов.

При толщине стенки гололеда более 20 мм на ВЛ 35 кВ и выше следует применять только горизонтальное расположение проводов. На ВЛ 20 кВ и ниже в районах с толщиной стенки гололеда более 20 мм допускается смешанное расположение проводов (треугольник с креплением верхнего провода на стойке).

На ВЛ 500 кВ рекомендуется применять горизонтальное расположение проводов независимо от толщины стенки гололеда.

Расстояния между проводами ВЛ должны выбираться по условиям работы проводов, а также по допустимым изоляционным расстояниям между проводами и элементами опоры, принимаемым в соответствии с 2.5.37 и 2.5.71.

Выбор расстояний между проводами, а также между проводами и тросами из условий работы в пролете и защиты от грозových перенапряжений

производится по стрелам провеса, соответствующим габаритному пролету, согласно указаниям 2.5.51-2.5.54, 2.5.65 и 2.5.66; при этом стрела провеса троса должна быть не более стрелы провеса провода. В отдельных пролетах, выбранных при расстановке опор и превышающих габаритные пролеты не более чем на 25%, увеличения расстояний, вычисленных для габаритного пролета, не требуется.

Для пролетов, превышающих габаритные более чем на 25%, следует производить проверку расстояний между проводами согласно указаниям 2.5.51-2.5.53, а между проводами и тросами - по указаниям 2.5.54, 2.5.65 и 2.5.66. При этом допускается определять расстояния между проводами по формулам, приведенным в 2.5.51-2.5.53

На ВЛ 35 кВ и выше с подвесными изоляторами при горизонтальном расположении проводов минимальное расстояние между проводами d , м, по условиям их сближения в пролете определяется в зависимости от номинального напряжения линии и габаритной стрелы провеса по формуле

$$d=1.0+U/110+0.6\sqrt{f},$$

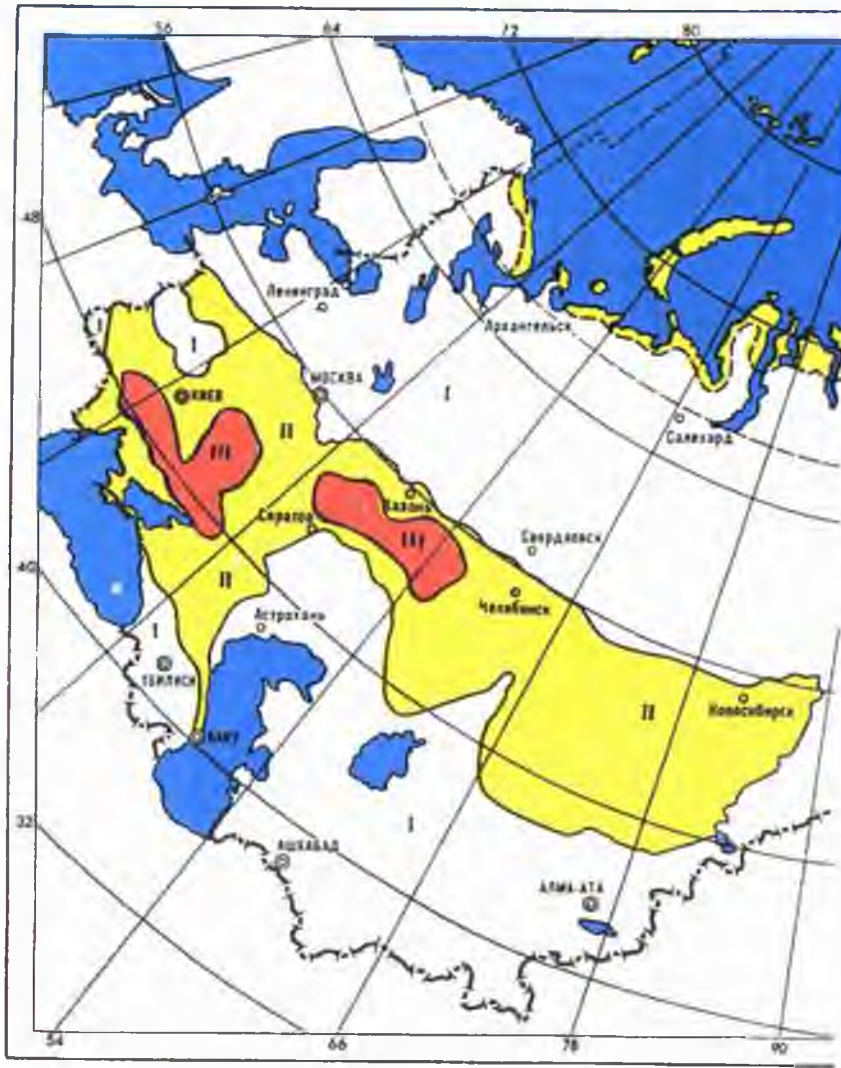
где - U напряжение ВЛ, кВ; f - наибольшая стрела провеса, соответствующая габаритному пролету, м.

При определении расстояний между проводами ВЛ с пролетами более 500 м расстояния между проводами определяются по наибольшей стреле провеса переходного пролета. Расстояния между проводами при стрелах провеса до 16 м, вычисленные по приведенной выше формуле с допуском округлением до значений, кратных 0,25 м, приводятся в табл. 2.5.9.

Наименьшее допустимое расстояние между проводами ВЛ с подвесными изоляторами при горизонтальном расположении проводов

Напряжение ВЛ, кВ	Наименьшее расстояние между проводами, м, при стрелах провеса, м						
	3	4	5	6	8	12	16
35	2,5	2,5	2,75	2,75	3,0	3,25	3,75
110	3,0	3,25	3,5	3,5	3,75	4,0	4,5
150	3,5	3,5	3,75	3,75	4,0	4,5	4,75
220	-	-	4,25	4,5	4,75	5,0	5,5
330	-	-	-	5,5	5,75	6,0	6,5
500	-	-	-	7,0	7,25	7,5	8,0

При расстояниях $d > 8$ м допускается округление до значений, кратных 0,5 м, а при $d > 12$ м - до значений, кратных 1 м.



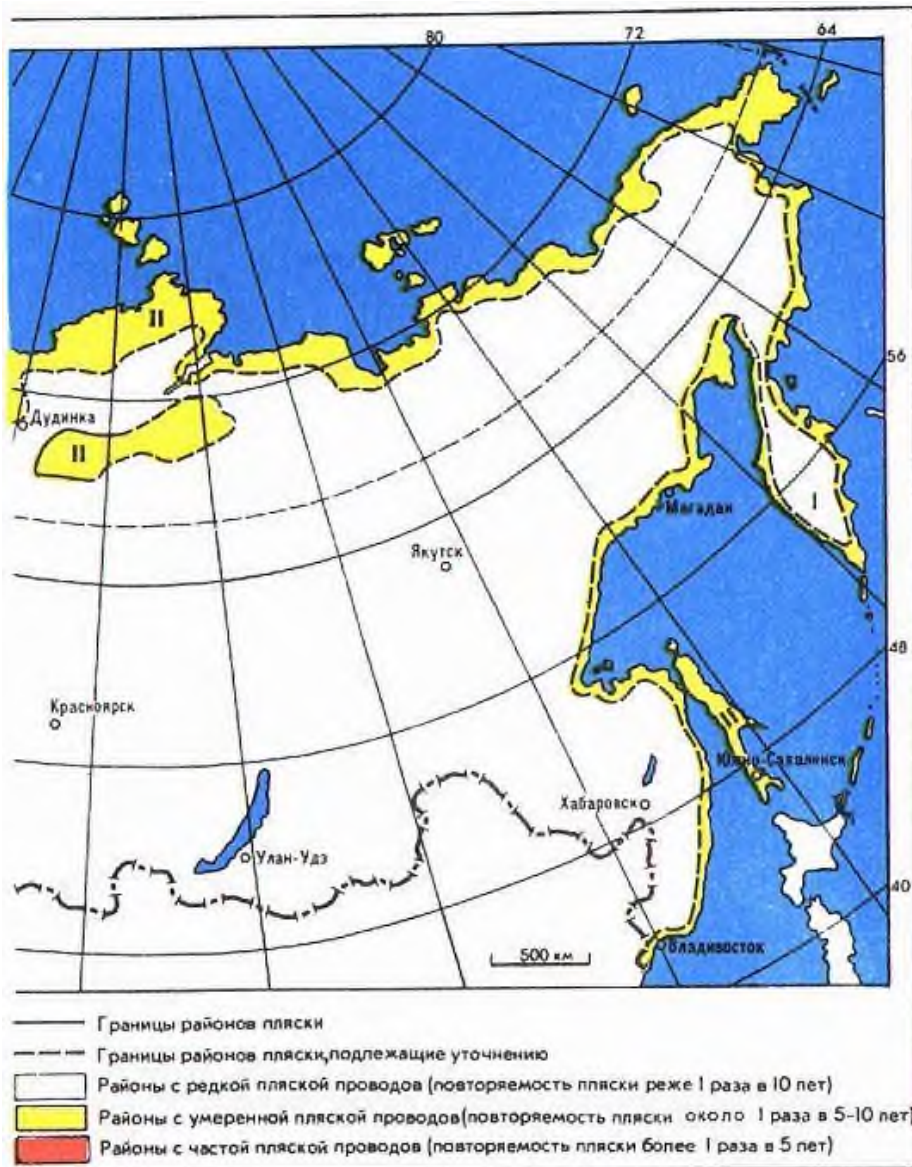


Рис. 2.5.11. Карта районирования территории СНГ по пляске проводов.

Рис. 2.5.12. Карта районирования территории СНГ по пляске проводов.

В случаях, когда расстояние не может быть определено по табл. 2.5.10 и 2.5.11 (например, при расстояниях по вертикали менее указанных в таблицах), расстояние между проводами по прямой должно быть не менее требуемого при горизонтальном расположении проводов (см. 2.5.51). В районах с толщиной стенки гололеда 15-20 мм расстояния между проводами d , м, определяемые по табл. 2.5.10 и 2.5.11, подлежат дополнительной проверке по формуле

$$d=1.0+U/110+0.6\sqrt{f}+0.15V,$$

где U - напряжение ВЛ, кВ; f - наибольшая стрела провеса, соответствующая габаритному пролету, м; V - расстояние между проводами по вертикали, м.

Из двух расстояний - по соответствующей таблице (2.5.10 или 2.5.11) и по приведенной выше формуле - следует принимать большее;

б) в районе III (с частой пляской проводов, см. рис. 2.5.11 и 2.5.12) - по табл. 2.5.12 без дополнительной проверки по условиям гололеда.

В случаях, когда расстояние между проводами не может быть определено по табл. 2.5.12, расстояние между проводами должно быть не менее определяемого по формуле, приведенной в п. 1, а;

в) при выборе расположения проводов и расстояний между ними по условиям пляски проводов для линий или их участков, проходящих во II и III районах интенсивности пляски, но защищенных от поперечных ветров рельефом местности, лесным массивом, постройками или сооружениями, высота которых составляет не менее $2/3$ высоты опор, рекомендуется принимать I район пляски вместо II и II район вместо III.

Таблица 2.5.13.

Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на опорах анкерного типа

Напряжение ВЛ, кВ	Наименьшее смещение, м, при толщине стенки гололеда, мм	
	5-10	15-20
35	0,5	0,7
110	0,7	1,2
150	1,0	1,5
220	1,5	2,0
330	2,0	2,5

На промежуточных опорах при стрелах провеса проводов более 16 м расстояния между проводами определяются по формуле, приведенной в п. 1, а.

На всех опорах анкерного типа расстояния между проводами определяются по формуле, приведенной в 2.5.51.

На опорах анкерного типа наименьшие смещения проводов соседних ярусов по горизонтали, как правило, должны быть не менее указанных в табл. 2.5.13.

На опорах всех типов горизонтальное смещение проводов не требуется, если расстояние между проводами по вертикали превышает $0.8f+U/250$ при одиночных и $f+U/250$ при расщепленных проводах.

Формулы, приведенные в п. 1 и 4, действительны также для ВЛ 500 кВ. При этом смещения проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных опорах должны быть не менее указанных в табл. 2.5.14.

На линиях, проходящих в районах с отсутствием гололеда, расстояние между проводами по прямой на опорах всех типов определяется по формуле, приведенной в 2.5.51, а горизонтальные смещения проводов не требуются.

При применении устройств защиты ВЛ от пляски проводов допускается принимать расстояние между проводами по условиям пляски согласно формуле, приведенной в 2.5.51, и горизонтальное смещение проводов соседних ярусов - согласно табл. 2.5.13.

На ВЛ 6-20 кВ при любом расположении проводов расстояние между проводами d , по условиям их сближения в пролете должно быть не менее значений, определяемых по формуле $d=0.75f+\lambda$ где f - наибольшая стрела провеса, соответствующая габаритному пролету, λ - длина гирлянды изоляторов.

Расстояния между тросом и проводом по вертикали на опорах ВЛ 35-330 кВ с одним тросом определяются для габаритных пролетов по условиям защиты от перенапряжений

В отдельных пролетах, выбранных при расстановке опор по профилю и превышающих габаритные пролеты, допускается применение опор с расстоянием между проводами и тросами, выбранными по габаритным пролетам.

На опорах ВЛ 35-330 кВ с горизонтальным расположением проводов и двумя тросами горизонтальные смещения между тросом и ближайшим проводом должны быть не менее: 1 м на ВЛ 35 кВ, 1,75 м на ВЛ 110 кВ, 2 м на ВЛ 150 кВ, 2,3 м на ВЛ 220 кВ и 2,75 м на ВЛ 330 кВ.

На ВЛ 220 кВ с деревянными опорами допускается уменьшение смещений между тросом и проводом по горизонтали до 2 м.

На промежуточных опорах ВЛ 500 кВ горизонтальные смещения между тросом и ближайшим проводом принимаются по табл. 2.5.14.

На опорах анкерного типа ВЛ 35-500 кВ допускается подвеска троса над проводом без горизонтального смещения при условии, что количество таких опор не превышает в среднем 0,5 на 1 км линии.

На двухцепных опорах расстояние между ближайшими проводами разных цепей по условию работы проводов в пролете должно быть не менее: 2 м для ВЛ до 20 кВ со штыревыми изоляторами, 2,5 м для ВЛ 35 кВ со штыревыми и 3 м с подвесными изоляторами, 4 м для ВЛ 110 кВ, 5 м для ВЛ 150 кВ, 6 м для ВЛ 220 кВ, 7 м для ВЛ 330 кВ и 8,5 м для ВЛ 500 кВ.

Расстояния между ближайшими проводами разных цепей должны также удовлетворять требованиям 2.5.51-2.5.53.

Провода ВЛ разных напряжений выше 1 кВ могут быть подвешены на общих опорах.

Допускается подвеска на общих опорах проводов ВЛ до 10 кВ и ВЛ до 1 кВ при соблюдении следующих условий:

ВЛ до 1 кВ должны выполняться по расчетным условиям для ВЛ высшего напряжения.

Провода ВЛ до 10 кВ должны располагаться выше проводов ВЛ до 1 кВ, причем расстояние между ближайшими проводами ВЛ разных напряжений

на опоре, а также в середине пролета при температуре окружающего воздуха плюс 15°С без ветра должно быть не менее 2 м.

Наименьшее смещение проводов и тросов по горизонтали на промежуточных опорах ВЛ 500 кВ

Расстояние между проводами и тросом по вертикали, м	Наименьшее смещение, м, при габаритной стреле провеса, м			
	10	12	14	16
9,0	2,0	3,5	4,0	4,0
10,0	2,0	3,0	4,0	4,0
11,0	2,0	2,0	3,0	3,5
12,0	2,0	2,0	2,5	3,0

Крепление проводов ВЛ высшего напряжения на штыревых изоляторах должно быть двойным.

В сетях до 35 кВ с изолированной нейтралью, имеющих участки совместной подвески с ВЛ более высокого напряжения, электромагнитное и электростатическое влияние последних не должно вызывать смещения нейтрали при нормальном режиме сети более 15% фазного напряжения.

К сетям с заземленной нейтралью, подверженным влиянию ВЛ более высокого напряжения, специальных требований в отношении наведенного напряжения не предъявляется.

Изоляция



На ВЛ 110 кВ и выше должны применяться только подвесные изоляторы; на ВЛ 35 кВ и ниже могут применяться подвесные и штыревые (в том числе опорно-стержневые) изоляторы. Количество подвесных и тип штыревых изоляторов для ВЛ напряжением 6 кВ и выше выбираются из условия обеспечения надежной работы их в соответствии с "Инструкцией по проектированию изоляции в районах с чистой и загрязненной атмосферой".

Минимальное мокроразрядное напряжение штыревых изоляторов

Номинальное напряжение ВЛ, кВ	6	10	20	35
Действующее мокроразрядное напряжение, кВ	28	34	57	80

Расчетное коммутационное перенапряжение, принимаемое при выборе изоляции ВЛ

Номинальное напряжение ВЛ, кВ	Расчетная кратность коммутационных перенапряжений $U_k / U_{ф}$, наиб. раб	Коммутационные перенапряжения, кВ
110	3,0	312
150	3,0	422

220	3,0	620
330	2,7	800
500	2,5	1070

На переходных опорах высотой более 40 м количество подвесных изоляторов в гирлянде следует увеличивать по сравнению с принятыми на остальных опорах этой ВЛ на один изолятор на каждые 10 м высоты опоры сверх 40 м.

. Коэффициенты запаса прочности изоляторов, т. е. отношение механической нагрузки, разрушающей штыревые и опорно-стержневые изоляторы, или электромеханической разрушающей нагрузки подвесных изоляторов к наибольшей нормативной нагрузке, действующей на изоляторы, должны составлять: при работе ВЛ в нормальном режиме - не менее 2,7; при среднегодовой температуре, отсутствии гололеда и ветра - не менее 5,0; в аварийном режиме для подвесных изоляторов ВЛ 500 кВ - не менее 2,0, а напряжением 330 кВ и ниже - не менее 1,8.

Таблица 2.5.17.

Количество изоляторов в поддерживающих гирляндах ВЛ 110-500 кВ с металлическими и железобетонными опорами

Тип изолятора	Количество изоляторов, шт., при номинальном напряжении ВЛ, кВ				
	110	150	220	330	500
ПФ6-А (П-4,5)	7	9	13	19	-
ПФ6-Б (ПМ-4,5)	7	10	14	20	27
ПФ6-В (ПФЕ-4,5)	7	9	13	19	26
ПФ6-В (со Знаком качества)	7	9	12	18	25

ПФ16-А	6	8	11	17	23
ПФ20-А(ПФЕ-16)	-	-	10	14	20
П-8,5	6	8	11	16	22
П-11	6	8	11	15	21
ПФЕ-11	6	8	11	16	21
ПС6-А (ПС-4,5)	8	10	14	21	29
ПС6-Б	8	10	14	21	29
ПС-11 (ПС-8,5)	7	8	12	17	24
ПС12-А	7	9	13	19	26
ПС16-А(ЛС-16)	6	8	11	16	22
ПС16-Б (со Знаком качества)	6	8	12	17	24
ПС22-А	-	-	10	15	21
ПС30-А (ЛС-30)	-	-	11	16	22
ПС30-Б	-	-	11	16	22

ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ

ВЛ 110-500 кВ с металлическими и железобетонными опорами должны быть защищены от прямых ударов молнии тросами по всей длине линии.

Сооружение ВЛ 110-500 кВ без тросов допускается:

- 1) в районах с числом грозových часов в году менее 20;
- 2) на отдельных участках ВЛ в районах с плохо проводящими грунтами ($\rho \geq 10^3$ Ом•м);
- 3) на участках трассы с расчетной толщиной стенки гололеда более 20 мм.

Усиления изоляции для случаев, приведенных в п. 1-3, не требуется.

При отсутствии данных о среднегодовой продолжительности гроз можно

пользоваться картой районирования территории СССР по числу грозовых часов в году (рис. 2.5.13-2.5.15).

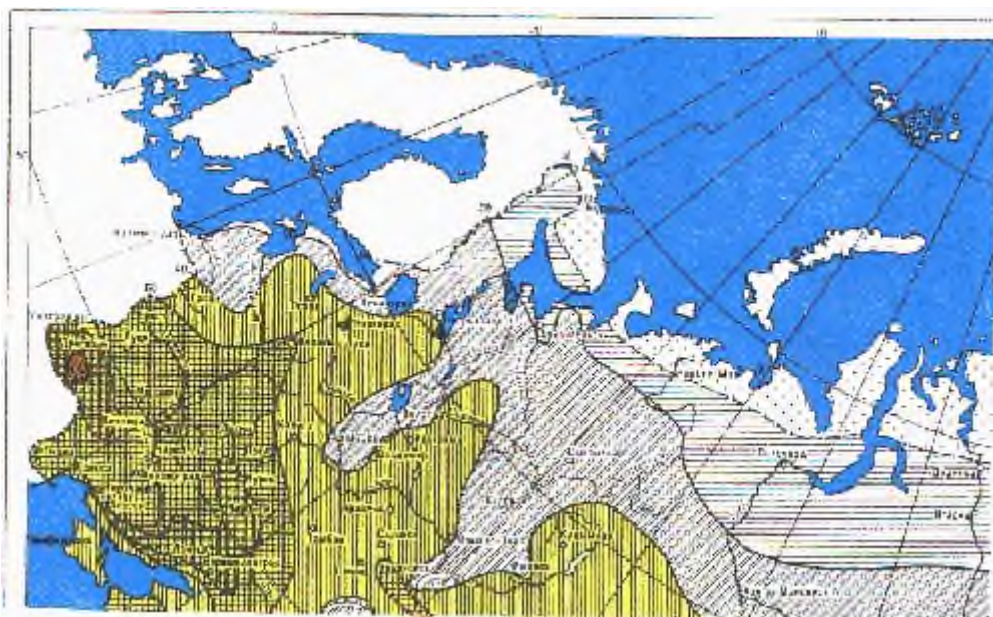


Рис. 2.5.13. Карта среднегодовой продолжительности гроз. Лист 1

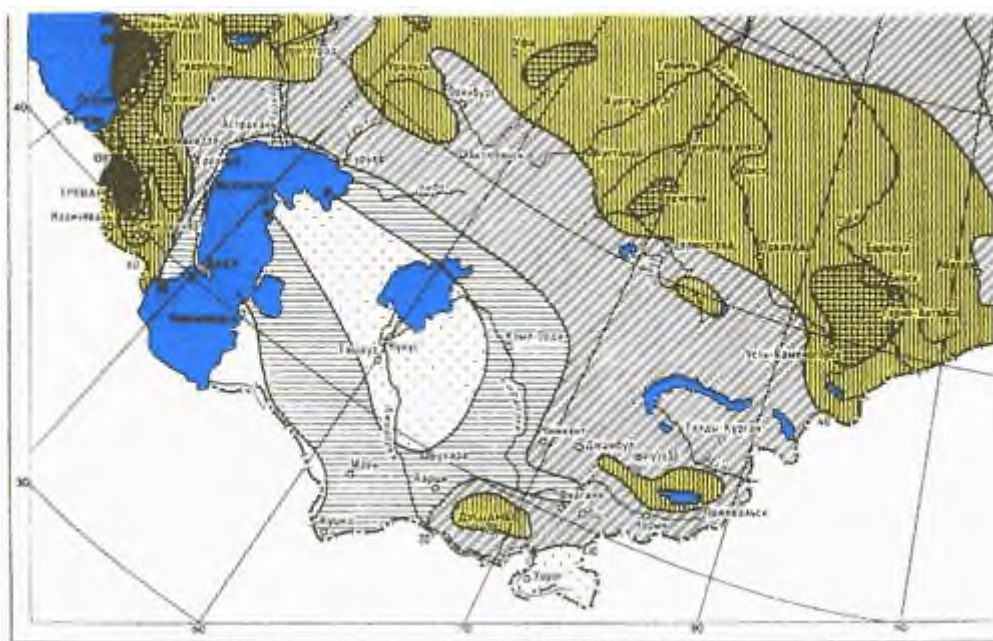


Рис. 2.5.14. Карта среднегодовой продолжительности гроз. Лист 2

защищаться трубчатыми разрядниками или, при наличии АПВ, защитными промежутками, а на ВЛ 110-220 кВ - трубчатыми разрядниками. При отсутствии трубчатых разрядников 110-220 кВ необходимых параметров допускается устанавливать вместо них защитные промежутки.

При выполнении защиты ВЛ от грозовых перенапряжений тросами необходимо руководствоваться следующим:

1. Одностоечные металлические и железобетонные опоры с одним тросом должны иметь угол защиты не более 30° , а с двумя тросами для целей грозозащиты - не более 20° .
2. На металлических опорах с горизонтальным расположением проводов и с двумя тросами угол защиты по отношению к внешним проводам должен быть не более 20° ; в III, IV и особом районах по гололеду, а также в районах с частой пляской проводов допускается угол защиты до 30° .
3. На железобетонных и деревянных опорах portalного типа угол защиты по отношению к крайним проводам допускается не более 30° .
4. При защите ВЛ двумя тросами расстояние между ними должно быть не более пятикратного расстояния по вертикали от тросов до проводов.

Расстояния по вертикали между тросом и проводом ВЛ в середине пролета, без учета отклонения их ветром, по условиям защиты от грозовых перенапряжений должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.18 и не менее расстояния по вертикали между тросом и проводом на опоре. При промежуточных значениях длин пролетов расстояния определяются интерполяцией.

Крепление тросов на всех опорах ВЛ 220-500 кВ должно быть выполнено при помощи изолятора, шунтированного искровым промежутком размером 40 мм.

На каждом анкерном участке длиной до 10 км тросы должны быть заземлены в одной точке путем устройства специальных перемычек на анкерной опоре. При большой длине анкерных пролетов количество

точек заземления в пролете выбирается таким, чтобы при наибольшем значении продольной электродвижущей силы, наводимой в тросе при КЗ на ВЛ, не происходил пробой искровых промежутков на ВЛ. Изолированное крепление троса рекомендуется выполнять стеклянными изоляторами.

В случае подвески тросов на нескольких изоляторах, например для плавки гололеда на тросах или для связи, размер искрового промежутка должен быть скоординирован с электрической прочностью гирлянды, на которой подвешен трос.

На подходах ВЛ 220-330 кВ к подстанциям на длине 2-3 км и на подходе ВЛ 500 кВ на длине не менее 5 км, если тросы не используются для емкостного отбора, плавки гололеда или связи, их следует заземлять на каждой опоре.

На ВЛ 150 кВ и ниже, если не предусмотрена плавка гололеда на тросе, изолированное крепление троса следует выполнять только на металлических и железобетонных анкерных опорах. Если такая плавка предусмотрена, то изолированное крепление троса должно быть выполнено по всей длине ВЛ.

Наименьшее расстояние между тросом и проводом в середине пролета

Длина пролета, м	Наименьшее расстояние между тросом и проводом по вертикали, м
100	2,0
150	3,2
200	4,0
300	5,5
400	7,0
500	8,5

600	10,0
700	11,5
800	13,0
900	14,5
1000	16,0
1200	18,0
1500	21,0

На ВЛ с деревянными опорами portalного типа расстояние между фазами по дереву должно быть не менее 5 м для ВЛ напряжением 220 кВ, 4,5 м для ВЛ 150 кВ, 4 м для ВЛ 110 кВ, 3 м для ВЛ 35 кВ. В отдельных случаях для ВЛ 110-220 кВ при наличии обоснований (небольшие токи КЗ, районы со слабой грозовой деятельностью, реконструкция и т.п.), допускается уменьшение указанных расстояний до значения, рекомендованного для ВЛ напряжением на одну ступень ниже. На одностоечных деревянных опорах допускаются следующие расстояния между фазами по дереву: 2,5 м для ВЛ 35 кВ, 0,75 м для ВЛ 3-20 кВ при условии соблюдения расстояний в пролете. Применение металлических траверс на деревянных опорах не рекомендуется.

Наименьшее допустимое изоляционное расстояние по воздуху от токоведущих до заземленных частей ВЛ

Расчетное условие	Наименьшее изоляционное расстояние, см, при напряжении ВЛ, кВ							
	до 10	20	35	110	150	220	330	500
Грозвые перенапряжения								

для изоляторов:								
штыревых	15	25	35	-	-	-	-	-
подвесных	20	35	40	100	130	180	260	320
Внутренние перенапряжения	10	15	30	80	110	160	215	300
Рабочее напряжение	-	7	10	25	35	55	80	115
Обеспечение безопасного подъема на опору	-	-	150	150	200	250	350	450

Кабельные вставки в ВЛ при их длине менее 1,5 км должны быть защищены по обоим концам кабеля от грозовых перенапряжений трубчатыми или вентильными разрядниками. Заземляющий зажим разрядника, металлические оболочки кабеля, а также корпус кабельной муфты должны быть соединены между собой по кратчайшему пути. Заземляющий зажим разрядника должен быть соединен с заземлителем отдельным спуском.

На переходах ВЛ через реки, ущелья и т. п. при высоте опор более 40 м и отсутствии на опорах троса должны устанавливаться трубчатые разрядники.

Изоляционные расстояния по воздуху между токоведущими частями и деревянной опорой, не имеющей заземляющих спусков, допускается уменьшать на 10%, за исключением расстояний, выбираемых по условию безопасного подъема на опору.

При прохождении ВЛ в горных районах наименьшие изоляционные расстояния по рабочему напряжению и по внутренним перенапряжениям должны быть увеличены по сравнению с приведенными в табл. 2.5.19 на 1% на каждые 100 м и выше 1000 м над уровнем моря. Наименьшие расстояния на опоре между проводами ВЛ в местах их пересечения между собой при транспозиции, ответвлениях, переходе с

одного расположения проводов на другое должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.20.

Наименьшее расстояние между фазами ВЛ на опоре

Расчетное условие	Наименьшее расстояние между фазами, см, при напряжении ВЛ, кВ							
	до 10	20	35	110	150	220	330	500
Грозовые перенапряжения	20	45	50	135	175	250	310	400
Внутренние перенапряжения	22	33	44	100	140	200	280	420
Рабочее напряжение	-	15	20	45	60	95	140	200

На ВЛ должны быть заземлены:

- 1) опоры, имеющие грозозащитный трос или другие устройства грозозащиты;
- 2) железобетонные и металлические опоры ВЛ 3-35 кВ;
- 3) опоры, на которых установлены силовые или измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители или другие аппараты;
- 4) металлические и железобетонные опоры ВЛ 110-500 кВ без тросов и других устройств грозозащиты, если это необходимо по условиям обеспечения надежной работы релейной защиты и автоматики.

Сопrotивления заземляющих устройств опор, указанных в 2.5.74, п. 1, должны быть не более приведенных в табл. 2.5.21.

Сопrotивления заземляющих устройств опор, указанных в 2.5.74, п. 2, должны быть: для ВЛ 3-20 кВ в населенной местности, а также для всех ВЛ 35 кВ - не более приведенных в табл. 2.5.21, для ВЛ 3-20 кВ в ненаселенной местности в грунтах с удельным сопротивлением ρ до 100 Ом•м - не более 30 Ом, а в грунтах с ρ выше 100 Ом•м - не более $0,3 \rho$ Ом.

Сопrotивления заземляющих устройств опор, указанных в 2.5.74, п. 3, для ВЛ 110 кВ и выше должны быть не более приведенных в табл. 2.5.22, а для ВЛ 3-35 кВ должны выбираться в соответствии с требованиями 1.7.57 и 1.7.58.

Сопrotивления заземляющих устройств опор, указанных в 2.5.74, п. 4, определяются при проектировании ВЛ. Для ВЛ, защищенных тросами, сопротивления заземляющих устройств, выполняемых по условиям грозозащиты, должны обеспечиваться при отсоединенном тросе, а по остальным условиям - при неотсоединенном тросе.

Для опор высотой более 40 м на участках ВЛ, защищенных тросами, сопротивления заземляющих устройств, должны быть в 2 раза меньше по сравнению с приведенными в табл. 2.5.21.

Сопrotивления заземляющих устройств опор ВЛ должны обеспечиваться и измеряться при токах промышленной частоты в период их наибольших значений в летнее время. Допускается производить измерение в другие периоды с корректировкой результатов путем введения сезонного коэффициента, однако не следует производить измерение в период, когда на значение сопротивления заземляющих устройств оказывает существенное влияние промерзание грунта.

Наибольшее сопротивление заземляющих устройств опор ВЛ

Удельное эквивалентное сопротивление земли ρ, Ом·м	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом
До 100	10
Более 100 до 500	15
Более 500 до 1000	20

Более 1000 до 5000	30
Более 5000	$6 \cdot 10^{-3} \rho$

При прохождении ВЛ 110 кВ и выше в местностях с глинистыми, суглинистыми, супесчаными и тому подобными грунтами с удельным сопротивлением $\rho \leq 500$ Ом•м следует использовать арматуру железобетонных фундаментов, опор и пасынков в качестве естественных заземлителей без дополнительной укладки или в сочетании с укладкой искусственных заземлителей. В грунтах с более высоким удельным сопротивлением естественная проводимость железобетонных фундаментов не должна учитываться, а требуемое значение сопротивления заземляющего устройства должно обеспечиваться только применением искусственных заземлителей.

Значения сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ 3-35 кВ должны обеспечиваться применением искусственных заземлителей, а естественная проводимость фундаментов, подземных частей опор и пасынков (приставок) при расчетах не должна учитываться. Железобетонные фундаменты опор ВЛ могут быть использованы в качестве естественных заземлителей (исключение см. в 2.5.76 и 2.5.142) при осуществлении металлической связи между анкерными болтами и арматурой фундамента.

Наличие битумной обмазки на железобетонных опорах и фундаментах, используемых в качестве естественных заземлителей, не должно учитываться.

Измерение проводимости железобетонных фундаментов, подземных частей опор и пасынков должно производиться не ранее чем через 2 месяца после их установки.

Для заземления железобетонных опор в качестве заземляющих проводников следует использовать все те элементы напряженной и

ненапряженной продольной арматуры стоек, которые металлически соединены между собой и могут быть присоединены к заземлителю. Стержни арматуры, используемые для заземления, должны быть проверены на термическую стойкость при прохождении токов КЗ. За время КЗ стержни должны нагреваться не более чем на 60°C. Оттяжки железобетонных опор должны использоваться в качестве заземляющих проводников дополнительно к арматуре. При этом свободный конец тросов оттяжек должен присоединяться к рабочей части оттяжек при помощи специального зажима. Тросы и детали крепления изоляторов к траверсе железобетонных опор должны быть металлически соединены с заземляющим спуском или заземленной арматурой. Сечение каждого из заземляющих спусков на опоре ВЛ должно быть не менее 35 мм², а для однопроволочных спусков диаметр должен быть не менее 10 мм. Допускается применение стальных оцинкованных однопроволочных спусков диаметром не менее 6 мм. На ВЛ с деревянными опорами рекомендуется болтовое соединение заземляющих спусков; на металлических и железобетонных опорах соединение заземляющих спусков может быть выполнено как сварным, так и болтовым. Заземлители ВЛ, как правило, должны находиться на глубине не менее 0,5 м, а в пахотной земле - 1 м. В случае установки опор в скальных грунтах допускается прокладка лучевых заземлителей непосредственно под разборным слоем над скальными породами при толщине слоя не менее 0,1 м. При меньшей толщине этого слоя или его отсутствии рекомендуется прокладка заземлителей по поверхности скалы с заливкой их цементным раствором.

АРМАТУРА

Крепление проводов к подвесным изоляторам и крепление тросов следует производить при помощи поддерживающих или натяжных зажимов. Из натяжных зажимов предпочтение следует отдавать зажимам, не требующим разрезания провода. Крепление проводов к штыревым изоляторам следует производить проволочными вязками или специальными зажимами.

Поддерживающие зажимы для подвески проводов могут быть глухими или с заделкой ограниченной прочности. По условию надежности рекомендуется применение глухих зажимов. Подвеску грозозащитных тросов на опорах следует осуществлять только в глухих зажимах. На больших переходах могут применяться многороликовые подвесы и специальные зажимы.

Соединения проводов и тросов следует производить при помощи соединительных зажимов, сварки, а также при помощи зажимов и сварки в совокупности. В одном пролете ВЛ допускается не более одного соединения на каждый провод или трос. Одно соединение на провод (трос) допускается: при сталеалюминиевых проводах с отношением $A : C \geq 4,29$ - сечением 240 мм^2 и более, с отношением $A : C \geq 1,46$ - любого сечения, при стальных тросах - сечением 120 мм^2 и более, а также при расщеплении фазы на три сталеалюминиевых провода с отношением $A : C \geq 4,29$ - сечением 150 мм^2 и более. Минимальное расстояние от соединительного зажима до зажима с ограниченной прочностью заделки должно быть не менее 25 м. Прочность заделки проводов и тросов в соединительных и натяжных зажимах должна составлять не менее 90% предела прочности провода или троса.

Коэффициенты запаса прочности линейной арматуры, т. е. отношение минимальной разрушающей нагрузки к нормативной нагрузке, воспринимаемой арматурой, должны быть не менее 2,5 при работе ВЛ в

нормальном режиме и не менее 1,7 в аварийном режиме. На линиях с механическим напряжением в проводах, превышающим 42% предела прочности при наибольшей нагрузке, до освоения арматуры новых типов допускается уменьшение коэффициентов запаса прочности линейной арматуры в нормальном режиме до 2,3. Коэффициенты запаса прочности крюков и штырей должны быть не менее 2,0 в нормальном режиме и не менее 1,3 в аварийном режиме.

8. Универсальный кабель Мульти-Виски (Multi-Wiski) для ВЛ 6/10, 12/20 и 35кВ.Производства компании "Призмиан" (PRYZMIAN).

Спецификация кабеля Мульти-Виски

Назначение:

Воздушный самонесущий кабель на напряжение 10-20-35 кВ марки Мульти-Виски предназначен для наружной прокладки, на воздухе, в воде, в земле, в том числе в почве с высокой коррозионной активностью грунтов.

Кабель Мульти-Виски обеспечивает возможность обеспечивает возможность перехода кабельной линии в подземную или в подводную без использования соединительных муфт. С использованием этого кабеля трасса ЛЭП может проходить в стесненных условиях населенных пунктов, в лесных массивах и заповедниках.

Достоинства применения кабеля:

- Он имеет высокие электрические параметры,
- Он водонепроницаемый, включая несущий трос,
- У него надежная подвеска за несущий трос,
- Для него используется универсальная арматура для всех сечений жил,
- Его можно использовать для электроснабжения стройплощадок и в качестве ремонтного кабеля,
- Он позволяет вести строительство ЛЭП без вырубки просек,

- Его можно подвешивать на одной опоре с другими линиями электропередачи, а также с проводами радиовещания и телефонных линий,
- Он обеспечивает безопасную эксплуатацию,
- Удовлетворяет требованиям охраны окружающей среды,
- Он имеет низкие эксплуатационные расходы,
- Он обеспечивает сокращение объемов аварийно-восстановительных работ,
- Позволяет вести монтаж на морозе: наименьшая температура при монтаже кабеля: $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

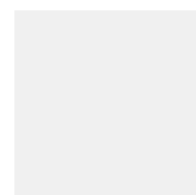
Характеристики кабеля Мульти-Виски серии АНХАМК-WM

Конструктивно кабель **Мульти-Виски** для средних напряжений - это три однофазных кабеля для средних напряжений (СН), изолированных оболочкой из сшитого полиэтилена (СП), скручены вокруг изолированного несущего стального троса (7), покрытого защитной оболочкой из СП, специально разработанной, чтобы противостоять резким колебаниям климата; изоляция оболочки позволяет обеспечивать высокое диэлектрическое сопротивление при промышленном напряжении в 6 кВ.

Стандартная гамма продукции позволяет составлять различные варианты комплектации кабелей, но, учитывая передаваемые мощности и механические характеристики опор и анкеров, наиболее распространённые комплектации по фазам составляют: 50, 70, 95, 120, 150, 185 и 240 мм², в сочетании с несущим тросом сечением в 62 мм². Сшитый полиэтилен, применяемый в качестве изолирующего материала, был выбран, потому что он позволяет кабелю выдерживать значительные нагрузки, как при нормальной работе, так и при коротком замыкании.

Конструкция проводника фазы:

- 1. Жила- Круглая уплотненная алюминиевая жила с
- 2. Экран по жиле – полупроводящая пластмасса.



- 3. Изоляция: сшитый полиэтилен, имеющий толщину, соответствующую напряжению, согласно международным стандартам .
- 4. Экран по изоляции – полупроводящая пластмасса.
- 5. Общий экран - алюминиево-пластмассовая оболочка, предотвращающая проникновение влаги в поперечном направлении.
- 6. Внешняя оболочка - атмосферостойкий черный полиэтилен.

Конструкция несущего провода:

- 7. Несущий изолированный трос - водонепроницаемый, многопроволочный, оцинкованный стальной трос.
 - 8. Изоляция несущего троса - атмосферостойкий черный полиэтилен.
- Трос, скрученный из 7 стальных гальванизированных жил, диаметром 3 мм каждая
 - Усилие на разрыв 76 кН
 - Модуль упругости E 189000 Н/мм²
 - Коэффициент линейного удлинения троса $11,5 \times 10^{-6}$
 - Масса изолированного несущего троса 500 кг/км
 - Диаметр с изоляцией 12,5 мм
 - Диаметр без изоляции 10 мм

Выпускаемые длины. Упаковка

Кабель АНХАМК-WM для 6 / 10 (12) кВ

Сечение кабеля (I – несущий трос), мм ²	Длина кабеля, м	Тип кабельного барабана	Вес брутто, кг
3 x 50 + 62I	500	2,60 S	2 360
3 x 70 + 62I	500	2,60 S	2 550
3 x 95 + 62I	500	2,60 S	2 780
3 x 120 + 62I	400	2,60 S	2 650
3 x 150 + 62I	400	2,60 S	2 740
3 x 185 + 62I	400	2,60 S	2 980
3 x 240 + 62I	400	2,60 S	3 250

Кабель АНХАМК-WM для 12 / 20 (24) кВ

Сечение кабеля (I – несущий трос), мм ²	Длина кабеля, м	Тип кабельного барабана	Вес брутто, кг
3 x 50 + 62I	500	2,60 S	2 860
3 x 70 + 62I	500	2,60 S	2 960
3 x 95 + 62I	400	2,60 S	2 930
3 x 120 + 62I	400	2,60 S	3 150
3 x 150 + 62I	300	2,60 S	2 660
3 x 185 + 62I	300	2,60 S	2 840
3 x 240 + 62I	250	2,60 S	2 700

Физические характеристики

Кабель АНХАМК-WM для 6 / 10 (12) кВ

Сечение кабеля, мм ²	Толщина изоляции мм	Приблизительные диаметры				Вес Жгута кг/км	Минимальный радиус изгиба мм
		Сердечник мм	Изоляция мм	Одна фаза мм	Жгут мм		
3 х 50 + 62I	5,5	8	21	29	61	2050	750
3 х 70 + 62I	5,5	9,5	22,5	31	64	2350	750
3 х 95 + 62I	5,5	11	24	33	68	2750	750
3 х 120 + 62I	5,5	12,5	25,5	34	71	3050	750
3 х 150 + 62I	5,5	14	27	36	74	3400	750
3 х 185 + 62I	5,5	15,5	28,5	38	77	3800	750
3 х 240 + 62I	5,5	18	31	40	83	4500	750

Кабель АНХАМК-WM для 12 / 20 (24) кВ

Сечение кабеля, мм ²	Толщина изоляции мм	Приблизительные диаметры				Вес Жгута кг/км	Минимальный радиус изгиба мм
		Сердечник мм	Изоляция мм	Одна фаза мм	Жгут мм		
3 х 50 + 62I	8	8	26	35	69	2550	750

3 x 70 + 62I	8	9,5	28	37	72	2900	750
3 x 95 + 62I	8	11	30	40	76	3300	750
3 x 120 + 62I	8	12,5	31	41	79	3600	750
3 x 150 + 62I	8	14	32	42	82	3950	750
3 x 185 + 62I	8	15,5	33,5	44	86	4450	750
3 x 240 + 62I	8	18	36	46	92	5350	750

Электрические характеристики

Кабель АНХАМК-WM для 6 / 10 (12) кВ

Сечение кабеля, мм ²	Сердечник (проводник)		Сопротивление при 20°C, пост.ток, Ом/км	Сопротивление при +65°C, перем.ток, Ом/км	Сопротивление при +90°C, перем.ток, Ом/км
	Класс	Металл			
3 x 50 + 62I	2	Al	0,641	0,76	0,82
3 x 70 + 62I	2	Al	0,443	0,53	0,57
3 x 95 + 62I	2	Al	0,320	0,38	0,41
3 x 120 + 62I	2	Al	0,253	0,30	0,33
3 x 150 + 62I	2	Al	0,206	0,25	0,27

3 x 185 + 62I	2	Al	0,164	0,20	0,21
---------------	---	----	-------	------	------

Сечение кабеля, мм ²	Длительно допустимый ток, А		Ток КЗ жилы для 1сек, кА	Индуктивность на фазу, мГн/км	Емкость, мкФ/км
	В земле при +65°С	В воздухе при +90°С			
3 x 50 + 62I	155	195	4,7	0,44	0,24
3 x 70 + 62I	200	235	6,6	0,41	0,27
3 x 95 + 62I	235	280	8,9	0,39	0,30
3 x 120 + 62I	265	325	11,3	0,38	0,33
3 x 150 + 62I	300	370	14,1	0,36	0,36
3 x 185 + 62I	330	425	17,4	0,35	0,39
3 x 240 + 62I	385	490	22,6	0,34	0,44

Кабель АНХАМК-WM для 12 / 20 (24) кВ

Сечение кабеля, мм ²	Сердечник (проводник)		Сопротивление при 20°С, Ом/км	Сопротивление при +65°С, перем.ток, Ом/км	Сопротивление при +90°С, перем.ток, Ом/км
	Класс	Металл			
3 x 50 + 62I	2	Al	0,641	0,76	0,82
3 x 70 + 62I	2	Al	0,443	0,53	0,57
3 x 95 + 62I	2	Al	0,320	0,38	0,41

62I					
3 x 120 + 62I	2	Al	0,253	0,30	0,33
3 x 150 + 62I	2	Al	0,206	0,25	0,27
3 x 185 + 62I	2	Al	0,164	0,20	0,21
3 x 240 + 62I	2	Al	0,125	0,15	0,16

Сечение кабеля, мм ²	Длительно допустимый ток, А		Ток КЗ жилы для 1сек, кА	Индуктивность на фазу, мГн/км	Емкость, мкФ/км
	В земле при +65°C	В воздухе при +90°C			
3 x 50 + 62I	155	195	4,7	0,46	0,17
3 x 70 + 62I	200	235	6,6	0,44	0,19
3 x 95 + 62I	235	280	8,9	0,41	0,21
3 x 120 + 62I	265	325	11,3	0,40	0,23
3 x 150 + 62I	300	370	14,1	0,39	0,24
3 x 185 + 62I	330	425	17,4	0,37	0,26
3 x 240 + 62I	385	490	22,6	0,36	0,30

Наибольшая температура нагрева токопроводящих жил:
 -длительно допустимая температура 90 °С,
 -стойкость к токам КЗ: 250 °С.

Максимально допустимое усилие тяги при использовании монтажного чулка - 5,4 кН.

9. Самонесущие изолированные провода на напряжения до 1 кВ типа "Торсада" .


Данный тип проводов предназначен для передачи и распределения электрической энергии в сетях напряжением до 1 кВ. Существует два типа самонесущих изолированных проводов "Торсада":
 - Магистральные СИП "Торсада", состоящие из трех фазных проводов и несущего "нуля", используемые для передачи электрической энергии в распределительных сетях;
 - Ответвительные СИП "Торсада", состоящие из двух или четырех проводов, используемые для выполнения абонентских ответвлений в распределительных сетях.

Технология	Преимущества	надежность в зонах интенсивного
Самонесущие изолированные провода (СИП) "Торсада" состоят из трех алюминиевых изолированных фазных проводов, скрученных вокруг изолированного	По сравнению с воздушными линиями электропередачи СИП "Торсада" имеет следующие преимущества: - возможность сооружения ВЛ без	гололедообразования, уменьшение не менее, чем на 30% гололедноветровых нагрузок на опоры; - снижение падения напряжения вследствие малого реактивного

нулевого провода.	вырубки просек;	сопротивления (0,1
Изоляция выполнена из	- возможность	Ом/км по сравнению с
сшитого полиэтилена.	совместной подвески на	0,35 Ом/км для
Основные	опорах с телефонными	неизолированных
характеристики СИП	линиями;	проводов);
"Торсада":	- возможность	- возможность
- стойкость к	применения опор	прокладки по фасадам
ультрафиолетовому	действующих типовых	зданий;
излучению;	проектов и опор	- исключение опасности
- устойчивость к	меньшей высоты	возникновения пожаров
воздействию озона;	(согласно ПУЭ подвеска	в случае падения
- стойкость к различным	СИП разрешена на	проводов на землю;
погодным условиям;	высоте 4 м, а	- уменьшение
- возможность	неизолированных	безопасных расстояний
эксплуатации в	проводов на высоте 6	до зданий и других
диапазоне температур	м);	инженерных
от -50° С до +90°С;	- сокращение	сооружений;
- устойчивость к	эксплуатационных	- возможность
проникновению влаги;	расходов за счет	совместной подвески на
- высокая	исключения	одной опоре
диэлектрическая	систематической	самонесущих
непроницаемость;	расчистки трасс, замены	изолированных
- легкость монтажа.	поврежденных	проводов "Торсада"
СИП "Торсада" можно	изоляторов, сокращения	0,6/1 кВ и самонесущего
прокладывать как по	объемов аварийно-	изолированного
столбам, так и по	восстановительных	кабеля "Торсада" на
фасадам зданий.	работ;	напряжение 6-35 кВ;
Прокладка СИП	- высокая безопасность	- возможность
	обслуживания,	использования СИП

<p>"Торсада" в земле и в кабельных каналах запрещена.</p> <p>При прокладке и эксплуатации СИП "Торсада" необходимо руководствоваться "Правилами устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ самонесущими изолированными проводами типа "Торсада".</p>	<p>отсутствие риска поражения током при касании проводов, находящихся под напряжением;</p> <p>- практическая невозможность короткого замыкания между фазными проводами и нулевым проводом или на землю;</p> <p>- меньший вес и большая длительность налипания снега, повышенная</p>	<p>"Торсада" в качестве временной цепи питания в случае аварии подключения, выполненного подземным кабелем;</p> <p>- возможность одновременного подключения к магистрали системы уличного освещения.</p>
--	---	--

**Самонесущий изолированный провод "Торсада"
3 фазы + несущая нейтраль 54,6 мм² и 70 мм²
(с возможностью включения в конструкцию осветительного провода)**

<p>Конструкция:</p> <p><i>Несущая нейтраль:</i></p> <p>1. жила: круглая, скрученная из алюминиевого сплава "альмелек", сечение 54,6 мм² и 70 мм²,</p> <p>2. изоляция: сшитый полиэтилен черного</p>	<p><i>Фазный провод или провод освещения:</i></p> <p>3. жила: круглая, скрученная из алюминия</p>	
--	---	--

<p>цвета</p> <p><i>Характеристики</i></p> <p><i>несущего нуля:</i></p> <p>- номинальное сечение: 54,6 мм² / 70 мм²;</p> <p>- диаметр жилы: 9,2:9,6 мм / 10 мм;</p> <p>- диаметр жилы в изоляции: 12,3:13,0 мм / 12,9:13,6 мм;</p> <p>- минимальное разрушающее усилие 1660 даН / 2050 даН;</p> <p>- модуль эластичности: 62000 МПа;</p> <p>- коэффициент линейного расширения 23x10⁻⁶</p>	<p>4. изоляция: сшитый полиэтилен черного цвета</p> <p>Маркировка:</p> <p>- Нейтраль: 211 NF С 33-209 211 "заводской номер", "метраж".</p> <p>- Идентификация фаз: номер фазы -1, 2 или 3- напечатан и выдавлен в изоляции.</p> <p>- Провод освещения: "EP1", "EP2" или "EP3" напечатан и выдавлен на каждом проводе.</p> <p>Электрические характеристики:</p> <p>- Номинальное напряжение: 0,6/1 кВ;</p> <p>- Тестовое напряжение: 4 кВ (переменный ток);</p> <p>- Устойчивость к перепадам напряжения: 1,2/50 мксек при пиковой</p>	
--	---	--

	величине 20кВ.	
--	----------------	--

Электрические характеристики СИП Торсада

Конструкция жгута	Линейное сопротивление при 20 град.С, Ом/км		Сила тока в рабочем режиме, А		Допустимый ток, А		Падение напряжен ия, cos φ=0,8 В/А/км
	фазно го прово да	провода освещен ия	в фазно м прово де	в проводе освещен ия	в фазно м прово де	в проводе освещен ия	
3x25+54	1,2	-	97	-	122	-	2,54
3x25+54+16	1,2	1,91	97	74	122	83	2,54
3x25+54+2x16	1,2	1,91	97	74	122	83	2,54
3x35+54	0,868	-	118	-	138	-	1,65
3x35+54+16	0,868	1,91	118	74	138	83	1,65
3x35+54+2x16	0,868	1,91	118	74	138	83	1,65
3x35+54+25	0,868	1,2	118	97	138	107	1,65
3x35+54+2x25	0,868	1,2	118	97	138	107	1,65
3x35+54+3	0,868	1,2	118	97	138	107	1,65

x25							
3x50+54	0,641	-	141	-	168	-	1,27
3x50+54+1 6	0,641	1,91	141	74	168	83	1,27
3x50+54+2 x16	0,641	1,91	141	74	168	83	1,27
3x50+54+2 5	0,641	1,2	141	97	168	107	1,27
3x50+54+2 x25	0,641	1,2	141	97	168	107	1,27
3x70+54	0,443	-	213	-	213	-	0,87
3x70+54+1 6	0,443	1,91	213	74	213	83	0,87
3x70+54+2 x16	0,443	1,91	213	74	213	83	0,87
3x70+54+2 5	0,443	1,2	213	97	213	107	0,87
3x70+54+2 x25	0,443	1,2	213	97	213	107	0,87
3x70+70	0,443	-	213	-	213	-	0,87
3x70+70+1 6	0,443	1,91	213	74	213	83	0,87
3x70+70+2 x16	0,443	1,91	213	74	213	83	0,87
3x70+70+2 5	0,443	1,2	213	97	213	107	0,87

3x70+70+2 x25	0,443	1,2	213	97	213	107	0,87
3x95+54	0,343	-	258	-	258	-	0,67

Массо-габаритные характеристики СИП Торсада

Конструкция жгута	Диаметр, мм				Всего СИПа (жгута)	Вес, кг/км
	Токоведущей жилы (минимальный)		Провода с изоляцияй (минимальный)			
	Фазный провод	Провод освещения	Фазный провод	Провод освещения		
3x25+54		-		-		
3x25+54+16		4,6		7,0		
3x25+54+2x16		4,6		7,0		
3x35+54	6,8	-	10,0	-	29,0	622
3x35+54+16	6,8	4,6	10,0	7,0	29,0	686
3x35+54+2x16	6,8	4,6	10,0	7,0	29,0	753
3x35+54+25	6,8		10,0			
3x35+54+2x25	6,8		10,0			
3x35+54+3x25	6,8		10,0			
3x50+54	7,9	-	11,1	-	30,4	746
3x50+54+16	7,9	4,6	11,1	7,0	30,4	812
3x50+54+2x16	7,9	4,6	11,1	7,0	30,4	877
3x50+54+25	7,9		11,1			
3x50+54+2x25	7,9		11,1			

цвета
 н°1 - продольная белая
 линия поверх изоляции;
 н°2 - не маркируется.

Провод связи:

3. жила: цельнотянутая, **Электрические**

медная **характеристики:**

4. изоляция: сшитый
 полиэтилен черного
 цвета
 - Номинальное
 напряжение: 0,6/1 кВ;
 - Тестовое напряжение:
 4 кВ (переменный ток);
 - Устойчивость к
 перепадам напряжения:
 1,2/50 мксек при
 пиковой величине 20кВ.

Технические характеристики

Сечение провода, мм ²	Диаметр, мм				Вес, кг/к м	Максималь ное линейное сопротивле ние жилы при 20 °С, Ом/км	Падение фазного напряжен ия cos φ=0,8 (В/А/км)	Разружаю щее усилие натяжения для каждой жилы (даН)
	Токов е- дущей жилы	Жилы в изоляц ии		Всего СИПа (жгут а)				
		Min	Mi n					
2x16	4,6	7,0	7,8	14,6	131	93 (1)	3,98	190
2x25	5,8	8,6	9,4	17,9	200	122 (1)	2,54	300

4x16	4,6	7,0	7,8	17,6	262	83 (2)	3,44	190
4x25	5,8	8,6	9,4	21,6	400	112 (2)	2,20	300
2x16+2x 1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
4x16+2x 1,5	4,6	7,0	7,8	20,0	307	83 (2)	3,44	190
2x25+2x 1,5	5,8	8,6	9,4	19,3	246	122 (1)	2,54	300
4x25+2x 1,5	5,8	8,6	9,4	23,7	446	112 (2)	2,20	300

(1)

однофазная

система

(2) трехфазная система

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, мы теперь можем ответить на сакраментальные вопросы: кому и зачем нужен электронный учебник?

Электронный учебник необходим для самостоятельной работы учащихся при очном и, особенно, дистанционном обучении потому, что он облегчает понимание изучаемого материала за счет иных, нежели в печатной учебной литературе, способов подачи материала: индуктивный подход, воздействие на слуховую и эмоциональную память и т.п.; допускает адаптацию в соответствии с потребностями учащегося, уровнем его подготовки, интеллектуальными возможностями и амбициями;

освобождает от громоздких вычислений и преобразований, позволяя сосредоточиться на сути предмета, рассмотреть большее количество примеров и решить больше задач;

предоставляет широчайшие возможности для самопроверки на всех этапах работы;

дает возможность красиво и аккуратно оформить работу и сдать ее преподавателю в виде файла или распечатки;

выполняет роль бесконечно терпеливого наставника, предоставляя практически неограниченное количество разъяснений, повторений, подсказок и проч.

Учебник необходим студенту, поскольку без него он не может получить прочные и всесторонние знания и умения по данному предмету.

Электронный учебник полезен на практических занятиях в специализированных аудиториях потому, что он позволяет использовать компьютерную поддержку для решения большего количества задач, освобождает время для анализа полученных решений и их графической интерпретации;

позволяет преподавателю проводить занятие в форме самостоятельной работы за компьютерами, оставляя за собой роль руководителя и консультанта;

позволяет преподавателю с помощью компьютера быстро и эффективно контролировать знания учащихся, задавать содержание и уровень сложности контрольного мероприятия.

Электронный учебник удобен для преподавателя потому, что он позволяет выносить на лекции и практические занятия материал по собственному усмотрению, возможно, меньший по объему, но наиболее существенный по содержанию, оставляя для самостоятельной работы с ЭУ то, что оказалось вне рамок аудиторных занятий;

освобождает от утомительной проверки домашних заданий, типовых расчетов и контрольных работ, передоверяя эту работу компьютеру;

позволяет оптимизировать соотношение количества и содержания примеров и задач, рассматриваемых в аудитории и задаваемых на дом;

позволяет индивидуализировать работу со студентами, особенно в части, касающейся домашних заданий и контрольных мероприятий.

РЕЦЕНЗИЯ

на электронный учебник по ПМ.04. Монтаж и обслуживание воздушных линий электропередач напряжением 0,4 кВ и 10 кВ

Составитель: Пучкова Надежда Владимировна, преподаватель ГБПОУ КК «Белоглинский аграрно-технический техникум».

Учебное пособие было разработано по профессиональному модулю по монтажу и обслуживанию воздушных линий электропередач напряжением 0,4 кВ и 10 кВ для обучающихся по специальности «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в сельскохозяйственном производстве».

Актуальность работы заключается в том, что с каждым годом растет потребность в квалифицированных специалистах, способных эффективно монтировать и обслуживать воздушные линии электропередач. В условиях постоянного обновления технологий и стандартов, важно, чтобы учебные материалы соответствовали современным требованиям и образовательным стандартам. Учебник "Монтаж и обслуживание воздушных линий электропередач 0,4 кВ и 10 кВ" отвечает этим требованиям, предоставляя структурированный и доступный материал, который может быть использован как в учебных заведениях, так и в процессе повышения квалификации специалистов.

Учебник состоит из нескольких разделов, каждый из которых освещает отдельные аспекты работы с воздушными линиями. Важно отметить, что содержание построено не только на актуальных научных данных, но и на практическом опыте ведущих специалистов отрасли. Такой подход позволяет читателям глубже понять специфику выполняемых работ и избежать распространенных ошибок в процессе монтажа и обслуживания.

В учебное пособие включены подробные схемы и иллюстрации, что значительно способствует визуальному восприятию материала. Графические элементы помогают лучше усваивать сложные технические понятия и процедуры.

Краткие, но содержательные пояснения к ним дополняют текст, позволяя ориентироваться в специфике работ. Это делает учебник ценным ресурсом для студентов и работников в сфере энергетики.

В завершение можно сказать, что данный электронный учебник представляет собой целостный источник знаний, который будет полезен как для студентов, так и для специалистов, работающих в области монтажа и обслуживания воздушных линий электропередач. Всесторонний подход к изложению материала, огромное количество практических примеров и рекомендаций делают его важным инструментом для освоения специфических навыков и знаний в данной области.

Рецензент:

Чубукин Дмитрий Сергеевич, главный инженер

Филиал ПАО «Россети Тихорецкие электрические сети»
Филиал ПАО «Россети Тихорецкие электрические сети»
БЕЛОГЛИНСКИЙ РЭС
М. 353040, с. Белая Глина, ул. Красная, 105
И.о. главного инженера
Д.С. Чубукин
(ФИО)



nsportal.ru

Образовательная
социальная сеть

СВИДЕТЕЛЬСТВО

— о публикации —
в электронном СМИ

Настоящим подтверждается, что

**Пучкова Надежда
Владимировна**

преподаватель

ГБПОУ КК "Белоглинский аграрно - технический
техникум"

с.Белая Глина, Белоглинский район
Краснодарский край

опубликовала в Образовательной
социальной сети **nsportal.ru**
методическую разработку

**Методическая разработка по программе
профессионального обучения по
специальности "Электромонтер по
ремонту и обслуживанию
электрооборудования**

<https://nsportal.ru/node/6940116>

Дата публикации: 01.04.2025

* В соответствии с федеральным законом «О персональных данных» данные пользователей обрабатываются в России на сервере с IP-адресом 82.202.255.115 в дата-центре «Селектел» (<http://selectel.ru>) по адресу: Ленинградская обл., Всеволожский р-н, пгт Дубровка, ул. Советская, д. 1



Администратор социальной
сети nsportal.ru

Кадыков С.Ю.

Свидетельство о регистрации электронного СМИ № ФС77-43268



nsportal.ru

Образовательная
социальная сеть

СЕРТИФИКАТ

Настоящим подтверждается, что

**Пучкова Надежда
Владимировна**

преподаватель

ГБПОУ КК "Белоглинский аграрно - технический
техникум"

с.Белая Глина, Белоглинский район
Краснодарский край

разместила в Образовательной социальной сети
своё электронное портфолио

<https://nsportal.ru/puchkova-nadezhda>

Дата выдачи: 24.03.2025

* В соответствии с федеральным законом «О персональных данных» данные пользователей обрабатываются в России на сервере с IP-адресом 82.202.255.115 в дата-центре «Селектел» (<http://selectel.ru>) по адресу: Ленинградская обл., Всеволожский р-н, пгт Дубровка, ул. Советская, д. 1



Администратор социальной
сети nsportal.ru

Кадыков С.Ю.

Свидетельство о регистрации
электронного СМИ № ФС77-43268