Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
имени
А. А. Скочинского

# РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ГИБКИХ КАБЕЛЕЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ 6—10 кВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

МОСКВА
1982

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
Академия наук СССР
Ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
Институт горного дела им. А. А. Скочинского

Утверждено
начальником Энергомеханического
управления Минуглепрома СССР
А. И. Григорьевым
2 декабря 1981 г.

# РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ ГИБКИХ КАБЕЛЕЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ 6—10 кВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ



Москва
1982

УДК 622.271:621.315.221.8

В настоящей работе приведены конструктивные и технические параметры гибких кабелей, применяемых на открытых горных работах для электроснабжения экскаваторов и других передвижных машин и механизмов.

Даны основные положения эксплуатации, ремонта, транспортирования и хранения кабелей, обеспечивающие повышение их надежности и долговечности, а также безопасности проведения работ.

Данная работа является руководящим техническим материалом при выполнении концевых заделок, ремонте, соединении и испытаниях кабелей силами и средствами эксплуатирующих предприятий и предназначена для работников энергомеханических служб, ответственных за эксплуатацию кабельных сетей открытых горных разработок, а также может быть использована в отраслях промышленности, применяющих аналогичную кабельную продукцию.

Руководство разработано ИГД им. А.А.Скочинского (отв. исполнители канд. техн.наук В.В.Шкляренко, инженер В.И.Сазонова) совместно с НИИКИ г. Томска (отв. исполнители инженеры В.А.Стряпков, Т.А.Шильникова) и ВостНИИ (отв. исполнители канд.техн.наук В.А.Гришин, инженер А.А.Юрьев).

Все замечания и пожелания, которые будут учтены при корректировке и переиздании руководства, просим направлять по адресу: 140004, г. Люберцы Московской обл., Институт горного дела им. А.А.Скочинского.

© Институт горного дела им. А. А. Скочинского (ИГД им. А. А. Скочинского), 1982

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство распространяется на силовые гибкие кабели с медными жилами, резиновой изоляцией, в резиновой оболочке, предназначенные для присоединения передвижных механизмов к электрическим сетям с изолированной нейтралью при номинальном напряжении 6-10 кВ переменного тока частотой 50 Гц.

Руководство содержит сведения о правилах транспортирования, хранения и эксплуатации кабелей, устанавливает технологию выполнения концевых заделок, восстановления изоляции, электропроводящих экранов и оболочки при ремонте и соединении отрезков кабелей.

При разработке руководства использованы указания действующих "Правил устройства электроустановок", "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", "Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом", а также основные положения ранее действовавших инструкций по ремонту, соединению и концевым заделкам высоковольтных гибких кабелей и обобщен положительный опыт по выполнению этих операций на угольных разрезах Минуглепрома СССР и горнодобывающих предприятиях других отраслей промышленности.

При составлении руководства за основу принята ранее изданная "Временная инструкция по эксплуатации, ремонту, соединениям и концевым заделкам высоковольтного гибкого кабеля марки КШВГ (КШВГМ)" (М., ИГД им. А.А.Скочинского, 1978), переработанная и дополненная в связи с созданием в последние годы новых конструкций гибких кабелей (с экранами из электропроводящей резины, с вспомогательной жилой и т.п.), а также с учетом замечаний и предложений, поступивших в результате практического использования указанной "Временной инструкции".

Настоящее руководство предназначено для работников, ответственных за ввод, эксплуатацию и ремонт высоковольтных гибких кабелей при ведении открытых горных работ.

Руководство является обязательным и заменяет все ранее действовавшие инструкции, рекомендации и руководства по эксплуатации, ремонту, соединению и концевым заделкам высоковольтных кабелей.

Руководство составлено в соответствии с требованиями ГОСТ 2.601-68 и ГОСТ 2.602-69 к объему и содержанию эксплуатационной и ремонтной документации, а также с общими требованиями ГОСТ 2.105-68 к текстовым документам. В инструкции применены термины и определения в соответствии с ГОСТ 15845-70.

Основные положения данной работы могут быть использованы также в качестве руководства при эксплуатации, ремонте, соединении и концевых заделках гибких силовых кабелей на напряжение 6-10 кВ марок кабелей, не указанных в настоящем руководстве.

## 1. КОНСТРУКЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КАБЕЛЕЙ МАРКИ КШНГ

1.1. На открытых горных работах для присоединения экскаваторов и других передвижных машин к электрическим сетям напряжением 6-10 кВ применяются силовые гибкие кабели с медными жилами, резиновой изоляцией, в резиновой оболочке.

1.2. Марки выпускаемых для открытых горных работ гибких кабелей на напряжение 6 кВ, их отличительные особенности и условия применения приведены ниже (рис. 1).

Кабель марки КШНГ (см. рис. 1, *а*) имеет вокруг силовых жил металлические экраны из медных луженых проволок, предназначен для эксплуатации при температуре окружающей среды от -40 до +50°С.

Кабель КШНГ-ХЛ - аналогичной конструкции, холодостойкий, служит для применения при температурах окружающей среды от -60 до +50°С. Марки кабелей с индексом ХЛ предназначены для использования в этом же диапазоне температур.

Кабель КШНГТ - аналогичной конструкции, с теплостойкой изоляцией, обеспечивающей длительно допустимую температуру на жиле +85°С и, следовательно, повышенные токовые нагрузки. Он предназначен для работы при температуре окружающей среды от -40 до +50°С. У кабелей с обычной изоляцией (не теплостойкой) температура на жиле равна +65°С.

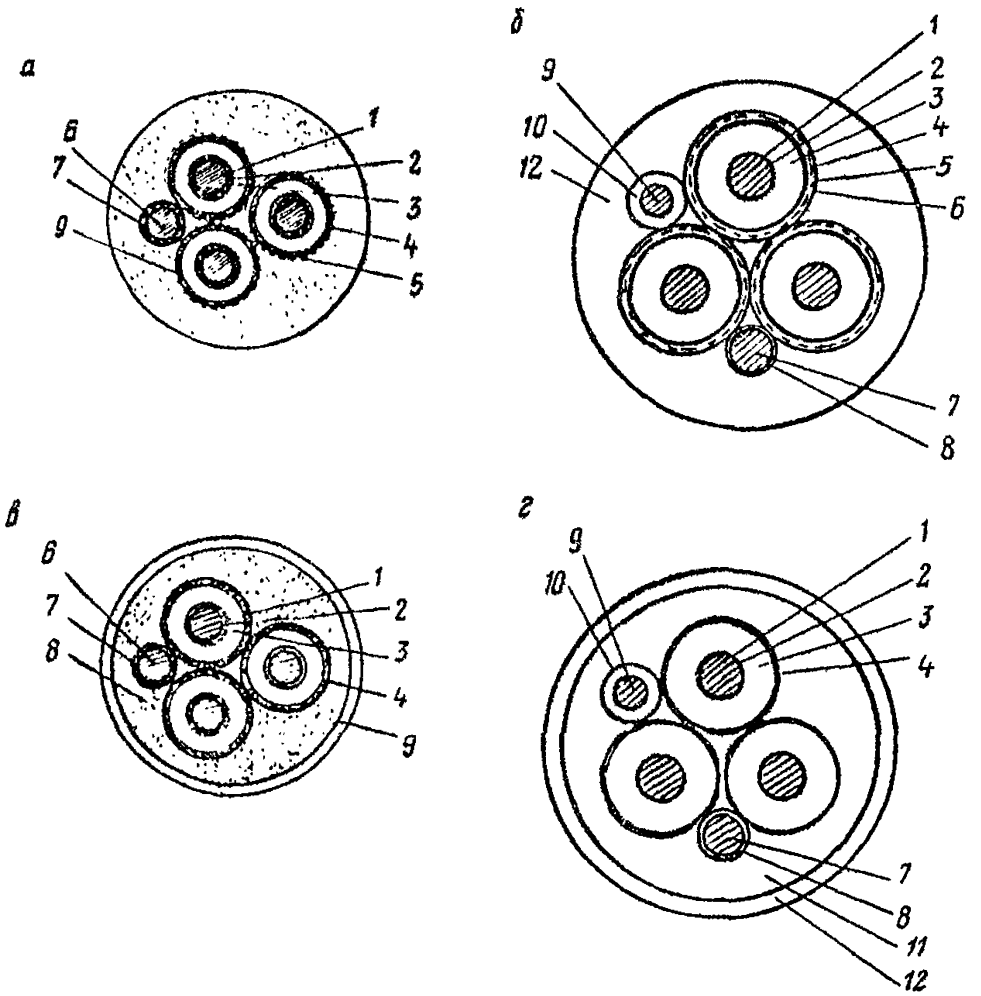



Рис. I. Эскизы поперечных сечений кабелей КШНГ(а), КШНГВ(б), КШНГЭ(в), КШНГЭВ(г), КГЭ(г):

I – токопроводящая жила; 2 – внутренний электропроводящий экран; 3 – изоляция; 4 – наружный электропроводящий экран; 5 – металлический экран из медных луженых проволок; 6 – обмотка тканевой лентой; 7 – жила заземления; 8 – электропроводящая оболочка жилы заземления; 9 – вспомогательная жила; I0 – изоляция вспомогательной жилы; II – поясной экран из электропроводящей резины; I2 – оболочка

Кабель марки КШВГ-Т предназначен для эксплуатации в районах с тропическим климатом при температуре окружающей среды от -10 до +45°С. Его конструкция аналогична кабелю КШВГ.

Кабели КШВГЭ, КШВГЭ-ХЛ (см. рис. I, *б*) с экранами из электропроводящей резины предназначены для применения в сетях с током однофазного замыкания на землю менее 10 А, оборудованных аппаратурой автоматического отключения при однофазном замыкании на землю.

Кабель КШВГЭ предназначен для работы при температуре от -40 до +50°С, КШВГЭ-ХЛ - при температуре от -60 до +50°С.

Кабели марки КШВГВ, КШВГВ-ХЛ (см. рис. I, *б*) по конструкции и условиям применения аналогичны указанным выше, но имеют вспомогательную жилу для контроля целостности заземляющей жилы кабеля. Вспомогательная жила может быть также использована для других целей, в частности для дистанционного включения-отключения приключательного пункта экскаватора.

Кабели КШВГЭВ, КШВГЭВ-ХЛ (см. рис. I, *г*) по конструкции и условиям применения аналогичны предыдущим и тоже имеют вспомогательную жилу.

Кабели КШВГВ, КШВГЭВ используются при температуре от -40 до +50°С, КШВГВ-ХЛ - при температуре от -60 до +50°С.

Кабели марки КГЭ, КГЭ-ХЛ имеют экраны из электропроводящей резины с вспомогательной жилой и резиновой изоляцией повышенной теплостойкости, длительно допускающей рабочую температуру на токопроводящих жилах для кабелей марки КГЭ +85°С, марки КГЭ-ХЛ - +75°С. Они предназначены для применения в сетях с током однофазного замыкания на землю до 30 А. Кабель КГЭ используется при температуре окружающей среды от -40 до +50°С, КГЭ-ХЛ - при температуре от -60 до +50°С.

I.3. Конструктивные размеры и технические данные кабелей указанных марок приведены в табл. I, 2 и 3.

I.4. На основные токопроводящие жилы кабелей марок КШВГ, КШВГТ, КШВГ-Т, КШВГ-ХЛ, КШВГД, КШВГДТ последовательно накладываются внутренний экран из электропроводящей резины, резиновая изоляция, наружный экран из электропроводящей резины и металлический экран. Поверх скрученных жил кабелей марок КШВГЭ, КШВГЭ-ХЛ, КГЭ накладывается поясной экран из электропроводящей резины. На жилу заземления должна накладываться оболочка из электропроводящей резины. Поверх скрученных жил кабелей

Таблица I

| Число и номинальное сечение жил, мм² | | Номинальное суммарное сечение металлического экрана кабелей, мм² | Номинальный наружный диаметр кабелей, мм | Расчетная масса кабелей на I км, кг |
|---|---|---|---|---|
| основных | заземления | | | |
| Кабели марки КШВГ, КШВГ-ХЛ, КШВГ-Т | | | | |
| 3xI0 | Ix6 | 4 | 43,8 | 2270 |
| 3xI6 | Ix6 | 4 | 46,3 | 2625 |
| 3x25 | IxI0 | 4 | 49,0 | 3I23 |
| 3x35 | IxI0 | 6 | 52,6 | 3794 |
| 3x50 | IxI6 | 6 | 55,4 | 4484 |
| 3x70 | IxI6 | 6 | 64,9 | 5920 |
| 3x95 | Ix25 | 8 | 68,I | 7I35 |
| 3xI20 | Ix35 | 8 | 73,5 | 8354 |
| 3xI50 | Ix50 | 8 | 79,2 | 987I |
| Кабель марки КШВГТ | | | | |
| 3xI0 | Ix6 | 4 | 43,8 | 2238 |
| 3xI6 | Ix6 | 4 | 46,3 | 2589 |
| 3x25 | IxI0 | 4 | 49,0 | 3083 |
| 3x35 | IxI0 | 6 | 52,6 | 3748 |
| 3x50 | IxI6 | 6 | 55,4 | 4435 |
| 3x70 | IxI6 | 6 | 64,9 | 5860 |
| 3x95 | Ix25 | 8 | 68,I | 7070 |
| 3xI20 | Ix35 | 8 | 73,5 | 828I |
| 3xI50 | Ix50 | 8 | 79,2 | 9789 |
| Кабели марки КШВГЭ, КШВГЭ-ХЛ | | | | |
| 3xI0 | Ix6 | - | 43,2 | 22I0 |
| 3xI6 | Ix6 | - | 45,8 | 2579 |
| 3x25 | IxI0 | - | 48,4 | 3089 |
| 3x35 | IxI0 | - | 52,2 | 3696 |
| 3x50 | IxI6 | - | 54,8 | 4353 |
| 3x70 | IxI6 | - | 64,3 | 5882 |
| 3x95 | Ix25 | - | 67,5 | 7044 |
| 3xI20 | Ix35 | - | 73,0 | 8300 |
| 3xI50 | Ix50 | - | 78,6 | 9920 |

Таблица 2

| Число и номинальное сечение жил, мм² | | | Номинальное сечение металлического экрана основной жилы кабелей, мм² | Номинальный наружный диаметр кабелей, мм | Расчетная масса кабелей на 1 км, кг |
|---|---|---|---|---|---|
| основных | заземления | вспомогательных | | | |
| | | Кабель марки КШВГВ-ХЛ | | | |
| 3х10 | 1х6 | 1х6 | 4 | 43,8 | 2486 |
| 3х16 | 1х6 | 1х6 | 4 | 46,3 | 2776 |
| 3х25 | 1х10 | 1х6 | 4 | 49,3 | 3301 |
| 3х35 | 1х10 | 1х6 | 6 | 52,7 | 3975 |
| 3х50 | 1х16 | 1х10 | 6 | 56,4 | 4797 |
| 3х70 | 1х16 | 1х10 | 6 | 65,4 | 6319 |
| 3х95 | 1х25 | 1х10 | 8 | 68,1 | 7452 |
| 3х120 | 1х35 | 1х10 | 8 | 73,0 | 8730 |
| 3х150 | 1х50 | 1х10 | 8 | 79,2 | 10254 |
| | | Кабель марки КШНГЭВ-ХЛ | | | |
| 3х10 | 1х6 | 1х6 | - | 43,2 | 2413 |
| 3х16 | 1х6 | 1х6 | - | 45,8 | 2727 |
| 3х25 | 1х10 | 1х6 | - | 48,8 | 3262 |
| 3х35 | 1х10 | 1х6 | - | 52,1 | 3866 |
| 3х50 | 1х16 | 1х10 | - | 55,9 | 4704 |
| 3х70 | 1х16 | 1х10 | - | 64,8 | 6251 |
| 3х95 | 1х25 | 1х10 | - | 67,5 | 7320 |
| 3х120 | 1х35 | 1х10 | - | 72,4 | 8251 |
| 3х150 | 1х50 | 1х10 | - | 78,6 | 10154 |

Таблица 3

| Число и номинальное сечение жил, мм² | | | Номинальная толщина внутреннего и наружного электропроводящих экранов основных жил, мм | Номинальный диаметр кабеля, мм | Расчетная масса кабелей на 1 км, кг | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| основных | заземления | вспомогательных | | | КГЭ | КГЭ-ХЛ |
| 3х10 | 1х6 | 1х6 | 0,4 | 41,2 | 2143 | 2210 |
| 3х16 | 1х6 | 1х6 | 0,4 | 43,8 | 2491 | 2579 |
| 3х25 | 1х10 | 1х6 | 0,4 | 46,4 | 2679 | 3069 |
| 3х35 | 1х10 | 1х6 | 0,4 | 50,2 | 3601 | 3696 |
| 3х50 | 1х16 | 1х10 | 0,4 | 52,8 | 4266 | 4353 |
| 3х70 | 1х16 | 1х10 | 0,6 | 62,3 | 5783 | 5882 |
| 3х95 | 1х25 | 1х10 | 0,6 | 65,5 | 6941 | 7044 |
| 3х120 | 1х35 | 1х10 | 0,6 | 71,0 | 8203 | 8300 |
| 3х150 | 1х50 | 1х10 | 0,6 | 76,0 | 9730 | 9920 |

марок КШВГ, КШВГ-ХЛ, КШВГТ, КШВГ-Т, КШВГД, КШВГДТ и поясного экрана кабелей марок КШВГЭ, КШВГЭ-ХЛ также накладывается оболочка из электропроводящей резины. Поверх металлического экрана должна быть наложена лента из электропроводящей прорезиненной ткани с зазором не более 50% ширины ленты. Допускается применение ленты из прорезиненной ткани.

I.5. В готовом виде кабели испытываются в сети напряжением I5 кВ переменного тока частотой 50 Гц в течение 5 мин. Вспомогательная жила готового кабеля испытывается при переменном напряжении 2,5 кВ частотой 50 Гц в течение 5 мин.

I.6. Электрическое сопротивление изоляции основных жил, пересчитанное на I км длины и температуру +20°С, должно быть не менее 200 МОм для кабелей марок КШВГТ и КШВГДТ и не менее 50 МОм - для кабелей марок КШВГ, КШВГ-ХЛ, КШВГ-Т, КШВГЭ, КШВГЭ-ХЛ и КШВГД. Электрическое сопротивление токопроводящих экранов кабелей марок КШВГЭ и КШВГЭ-ХЛ не должно быть более 400 Ом.

I.7. Длительно допустимые токовые нагрузки кабелей приведены в табл. 4. Указанные нагрузки даны для кабелей марок КШВГ, КШВГ-Т, КШВГЭ, КШВГВ, КШВГЭВ при длительно допустимой температуре на жиле +65°С, для кабеля КГЭ-ХЛ - +75°С, для кабелей КШВГТ, КГЭ - +85°С при температуре окружающего воздуха +25°С.

Таблица 4

| Номинальное сечение основных жил, мм² | Длительно допустимый ток $A$ при длительно допустимой температуре на жилах, °С | | |
|---|---|---|---|
| | 65 | 75 | 85 |
| I0 | 70 | 80 | 9I |
| I6 | 90 | I04 | II7 |
| 25 | I20 | I38 | I57 |
| 35 | I45 | I67 | I90 |
| 50 | I80 | 208 | 235 |
| 70 | 220 | 254 | 288 |
| 95 | 265 | 306 | 346 |
| I20 | 3I0 | 358 | 405 |
| I50 | 350 | 404 | 458 |

Необходимо иметь в виду, что указанные длительно допустимые (рабочие) температуры жилы и длительно допустимые токи являются оптимальными, обеспечивающими наибольшую надежность изоляции кабелей в условиях их подвижной прокладки.

I.8. Учет фактической температуры окружающей среды производится с помощью поправочных коэффициентов (табл. 5). За условную величину фактической температуры окружающей среды принимается максимальная температура для данного района, зарегистрированная в течение не менее IO сут. в году.

Таблица 5

| Температура окружающей среды, °С | Поправочный коэффициент | |
|---|---|---|
| | при длительно допустимой температуре на жиле +65°С | при длительно допустимой температуре на жиле +85°С |
| -60 | I,76 | I,56 |
| -50 | I,69 | I,50 |
| -40 | I,62 | I,44 |
| -30 | I,54 | I,38 |
| -20 | I,45 | I,32 |
| -I0 | I,37 | I,26 |
| -5 | I,32 | I,23 |
| 0 | I,27 | I,I9 |
| +5 | I,22 | I,I5 |
| +I0 | I,I7 | I,I2 |
| +I5 | I,I2 | I,08 |
| +20 | I,06 | I,04 |
| +25 | I,00 | I,00 |
| +30 | 0,94 | 0,96 |
| +35 | 0,87 | 0,92 |
| +40 | 0,79 | 0,86 |
| +45 | 0,7I | 0,82 |
| +50 | 0,6I | 0,76 |

I.9. Для кабелей, намотанных на барабан, длительно допустимый ток определяется с учетом поправочных коэффициентов, приведенных в табл. 6.

Таблица 6

| Число слоев кабеля на барабане | Поправочный коэффициент для длительно допустимого тока |
|---|---|
| I | 0,80 |
| 2 | 0,60 |
| 3 | 0,50 |

I.I0. На оболочке кабелей или ленте под оболочкой по всей длине через каждые I00 см наносятся знаки предприятия-изготовителя, год изготовления и буквы: Т - для теплостойких или ХЛ - для холодостойких кабелей. Строительная длина кабеля должна быть не менее 200 м. Допускается сдача кабелей длиной не менее 50 м в количестве не более I0% от общей длины кабеля сдаваемой партии.

I.II. Согласно ГОСТ 9388-76 средний срок службы до списания кабеля с момента поставки его потребителю, включая срок хранения на складе потребителя, должен быть не менее 2,5 лет для кабелей марок КШВГ, КШВГ-ХЛ, КШВГТ и не менее 3 лет - для кабелей марок КШВГЭ, КШВГЭ-ХЛ, КГЭ, КГЭ-ХЛ, КШВГ-Т при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. При эксплуатации кабелей на барабане кабелеукладчика средний срок службы до их списания должен быть не менее 5 лет. Гарантийный срок - один год с момента ввода кабелей в эксплуатацию.

## 2. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ КАБЕЛЕЙ

2.I. Кабель поставляется потребителю намотанным на деревянный барабан. Допускается намотка кабеля на металлический барабан. Барабан с кабелем должен иметь сплошную обшивку и бирку предприятия-изготовителя. Обшивка с барабана снимается перед вводом кабеля в эксплуатацию или при перемотке кабеля на тару потребителя. При этом особое внимание обращается на состояние наружных витков, которые могут быть повреждены в результате нарушения условий транспортирования и хранения или гвоздями при обшивке барабана.

2.2. Не допускается сбрасывать барабан с платформы транспортных средств. При отсутствии подъемного крана барабан с кабелем можно скатывать по наклонной плоскости, не допуская при этом самопроизвольного движения. Барабаны с расшатанными корпусами следует скрепить планками. Барабаны с кабелем запрещается класть плашмя.

2.3. Допускается перекатывание обшитого барабана в направлении, указанном на барабане стрелкой, если на пути нет неровностей, способных повредить обшивку.

2.4. Необшитый барабан с намотанным кабелем можно перекатывать по ровной площадке, если края щек барабана выступают над

последним слоем намотанного кабеля не менее чем на 100 мм; при этом свободный конец кабеля должен быть надежно закреплен.

2.5. Подготовленный к эксплуатации кабель до подсоединения к экскаватору следует хранить в складском помещении на барабанах. При хранении на открытых площадках кабели должны быть защищены от прямого воздействия солнечных лучей.

2.6. На ремонтном участке при доставке к механизму и прочих перемещениях кабель следует содержать намотанным на барабан с диаметром шейки, равным не менее 20 диаметрам кабеля. Раскладывать кабель по трассе следует путем разматывания его с барабана транспортного средства, движущегося вдоль трассы, собирать - путем наматывания.

2.7. В порядке исключения допускается хранить, транспортировать, раскладывать и собирать кабель с трассы в бухту в виде "восьмерок". При этом необходимо соблюдать следующие правила:

периметр "восьмерки" должен быть равным не менее 80 диаметрам кабеля;

направление витков в бухте при укладке кабеля должно быть перемежающимся, что позволяет избежать его чрезмерного осевого закручивания, которое возникает при направлении витков в одну сторону;

раскладывать и убирать кабель с трассы следует с применением транспортного средства, как это указано в п.2.6. При отсутствии транспортного средства перемещать кабель можно вручную путем последовательного переноса отдельных участков.

2.8. При перегонах экскаваторов и самоходных механизмов не допускается волочение кабеля по грунту. Переноска отдельных небольших участков кабеля допускается при помощи ковша экскаватора с применением специальных приспособлений, техническая документация и инструкция на которые должны быть согласованы с ВостНИИ.

2.9. Перемещение волоком по грунту свернутого в бухту кабеля запрещается.

## 3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Все работы с кабелем (ремонт, соединение, испытание повышенным напряжением, подключение, отключение, переноска и т.п.) должны производиться только электротехническим персоналом соответствующей квалификации и в строгом соответствии с требованиями

настоящей инструкции, "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", а также инструкций по технике безопасности, действующих на предприятии.

3.2. Работы по концевым заделкам, ремонту и соединению кабеля проводятся только после отключения его на приключательном пункте и разрядки от остаточных зарядов путем наложения переносного заземления. После испытания кабеля повышенным напряжением и после измерения сопротивления изоляции его также необходимо разряжать.

3.3. Разрядку кабеля путем соединения токоведущих жил с заземлением производить в диэлектрических перчатках, предохранительных очках и с разрядной штангой. Расстояние от лица, производящего операцию, до концов разряжаемых жил должно быть не менее 0,5 м.

3.4. При ручной подноске кабеля, находящегося под напряжением, необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками (рукавицами) или специальными устройствами (захватами) с изолирующими ручками.

3.5. В местах возможных проходов людей (переходные тропинки, дороги и т.п.) трасса кабеля должна быть обозначена предупредительными плакатами, выставленными на расстоянии не менее I,5 м от кабеля.

3.6. Концевые заделки, ремонт и соединение кабелей должны производиться лицами, полностью освоившими соответствующие разделы настоящей инструкции.

3.7. При выполнении работ по ремонту и соединению кабелей необходимо осторожно обращаться с ручным режущим инструментом, чтобы исключить возможность травмирования.

3.8. Бензин и резиновый клей, находящиеся непосредственно на рабочем месте, должны содержаться в герметично закрывающихся сосудах.

3.9. Необходимый для работы запас бензина и резинового клея следует хранить в изолированном месте (вне помещения, в несгораемом шкафу или металлическом ящике с крышкой).

3.IO. При воспламенении разлитого бензина или резинового клея огонь необходимо тушить песком, землей или с помощью огнетушителей. Применять для тушения воду не рекомендуется.

3.II. Категорически запрещается использовать в качестве растворителя или промывочной жидкости этилированный бензин.

3.I2. При работе с вулканизатором во избежание ожогов следует пользоваться брезентовыми рукавицами.

3.I3. Обтирочную ветошь, резиновый клей, бензин, изоляционную ленту, починочные резины и прочие горючие материалы нельзя хранить вблизи нагревательных приборов и отопительных систем.

## 4. КОНЦЕВЫЕ ЗАДЕЛКИ КАБЕЛЕЙ

### 4.I. Общие требования и указания

4.I.I. На концах кабеля перед вводом его в эксплуатацию должны быть выполнены концевые заделки, включающие в себя: заделку шланга и заделку изоляции основных жил, напрессовку (напайку) наконечников или подготовку концов жил под специальные зажимы.

4.I.2. Заделка основных жил должна предотвращать:

перекрытия при напряжении не менее номинального линейного, а также при возможных внутренних перенапряжениях;

утечки тока, снижающие уровень электробезопасности;

коронные разряды на каждой жиле и между жилами при напряжении не менее номинального линейного.

4.I.3. Заделка оболочки должна препятствовать проникновению влаги и пыли внутрь кабеля.

4.I.4. Длина жил в концевой заделке кабеля определяется размерами вводного устройства электрооборудования и расположением в нем присоединительных шпилек.

Радиус изгиба изолированных жил во вводных устройствах должен быть по возможности максимальным, т.е. равным не менее 6 диаметрам кабеля, особенно на границе электропроводящего экрана с изоляцией.

4.I.5. В полевых условиях концевые заделки кабелей могут быть выполнены в зависимости от наличия материалов любым из указанных в данной инструкции способом.

4.I.6. При подготовке комплекта кабелей для внутреннего монтажа (перед вводом кабелей в эксплуатацию), а также в период ремонта экскаватора концевые заделки должны быть выполнены в стационарных условиях с помощью починочной изоляционной резины и завулканизированы.

## 4.2. Подготовка к работе

4.2.1. Проверить исправность, комплектность и пригодность к использованию оборудования, инструментов и материалов, необходимых при выполнении концевых заделок, и удобно расположить их. Перечень оборудования, инструмента и спецодежды, а также перечень материалов и нормы их расхода приведены в приложениях 1–4.

4.2.2. Визуально проверить отсутствие повреждений оболочки. На участке длиной не менее 1 м концы кабелей, подготовляемые к заделке, очистить от загрязнений ветошью, смоченной бензином.

4.2.3. С помощью мегомметра проверить целостность жил и отсутствие замыкания на "землю".

4.2.4. При температуре окружающей среды ниже -20°С очищенные от загрязнений концы кабеля необходимо прогреть (для повышения гибкости).

## 4.3. Порядок разделки кабеля

4.3.1. Концы кабеля ровно обрезать ножовкой.

4.3.2. На расстоянии L от торца кабеля (рис. 2) оболочку кабеля с экранами из медных луженых проволок (КШНГ) и оболочку и поясной экран кабелей с экранами из электропроводящей

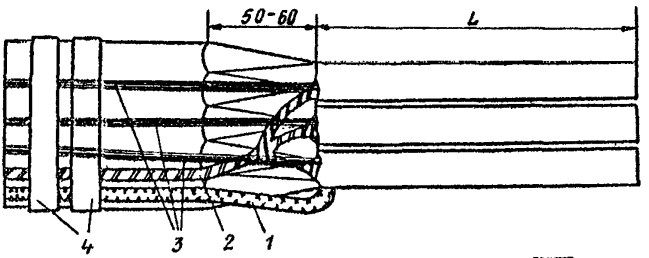



Рис. 2. Подготовленный к заделке конец кабеля КШНГ:
1 – заземляющая жила; 2 – скрученные вместе металлические экраны основных жил; 3 – пряди из 10–12 проволок основных жил; 4 – бандаж

резины (КШНГЭ) надрезать ножом по окружности и вдоль так, чтобы не повредить проволоки экранов кабелей КШНГ и электропроводящие экраны кабелей КШНГЭ, и удалить ее. Длина L зависит от способа выполнения концевой заделки, конструкции и размеров вводного устройства, расположения присоединительных шпилек. Она должна быть не менее 500 мм при расположении шпилек на разных уровнях (заделки основных жил выполняются "вразбежку") и не менее 350 мм при расположении шпилек на одном уровне.

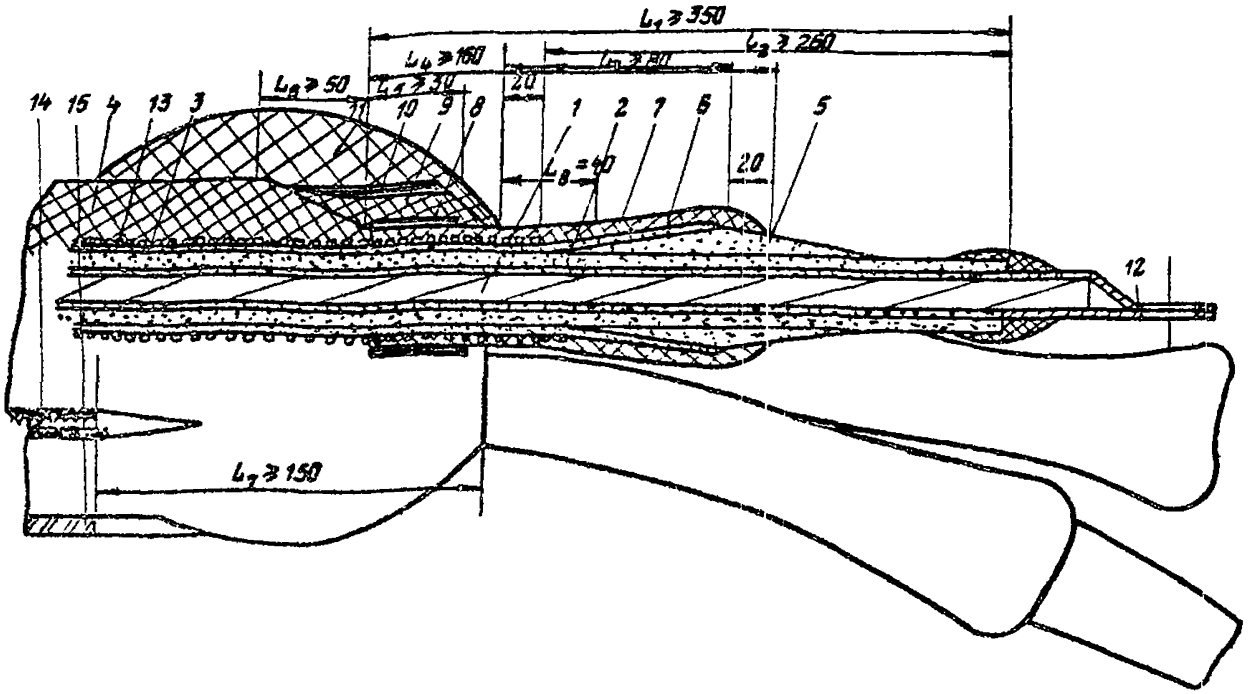



Рис. 3. Концевая заделка кабеля ЖШНГЭ, выполненная с применением починочных резин:

1 – токопроводящая жила; 2 – резиновая изоляция; 3 – экран из электропроводящей резины; 4 – оболочка; 5 – коническое утолщение из починочной резины ПИ-35; 6 – токопроводящий экран; 7 – защитный слой из починочной резины ПШ-50; 8 – герметизирующая подмотка из резины ПИ-35 или ПШ-50; 9 – первый слой заделки оболочки из резины ПШ-50; 10 – бандаж из миткаля или другого подобного материала; 11 – наружный слой заделки оболочки резины ПШ-50; 12 – наконечник; 13 – металлический экран и обмотка из миткаля; 14 – заземляющая жила; 15 – спрутные металлические экраны

4.3.3. Раскрутить и выпрямить силовые жилы. При выполнении заделок основных жил "вразбежку" обрезать одну из них на 70 мм, а другую – на 140 мм.

4.3.4. Снять с основных жил кабеля КШВГ прорезиненную тканевую ленту и обрезать ее у края оболочки.

4.3.5. На расстоянии 50–60 мм от края оболочку срезать ножом на конус и зачистить напильником.

4.3.6. Пряди проволок экрана кабелей КШВГ раскрутить. От каждого экрана отделить по 10–12 проволок (по 2–3 пряди). Оставшиеся проволоки экранов скрутить вместе, расположить вдоль кабеля и закрепить вместе с жилой заземления на оболочке.

4.3.7. Выделенные от каждого экрана 10–12 проволок (кабели КШВГ) выпрямить, расположить вдоль кабеля и закрепить на оболочке отдельно от жилы заземления и скрученных вместе остальных проволок экрана.

4.3.8. При заделке кабеля КШВГВ вспомогательная жила должна быть расположена вдоль кабеля и закреплена на оболочке.

## 4.4. Порядок выполнения концевой заделки с помощью починочной резины

4.4.1. На участке $L_2$ основной жилы удалить наружный электропроводящий экран (рис. 3). Неотделяющиеся участки экрана следует состругивать специальным ножом (рис. 4). Изоляцию допускается срезать на глубину не более 0,5 мм. Надрезы изоляции вертикального или другого направления недопустимы.

4.4.2. С помощью напильника и наждачной бумаги зачистить все неровности, образовавшиеся при удалении экрана. Края экрана должны быть обработаны ровно по окружности.

4.4.3. Поверхность изоляции протереть ветошью, смоченной в бензине, и дать ей подсохнуть в течение 2–3 мин.

4.4.4. На участке $L_2$ намотать утолщение из лент резины ПИ-35 толщиной 0,4–0,6 мм и шириной 20–35 мм (поз. 5 на рис. 3). Диаметр утолщения в средней части должен быть не менее $d_{из}+2\Delta_{из}$, где $d_{из}$ – диаметр изолированной жилы, мм; $\Delta_{из}$ – толщина изоляции, равная 4 мм).

Примечания. 1. Резину нарезать на ленты, тщательно очистить от остатков прокладочного материала, протереть чистой ветошью, смоченной в бензине, и дать ей подсохнуть в течение 2–3 мин. Перед применением резину рекомендуется подогреть до температуры 50–60°С для придания ей эластичности.

2. Намотку производить ровно, без складок, с 50%-ным перекрытием витков и натяжением, обеспечивающим плотное прилегание слоев.

3. Лента изоляционной резины не должна заходить на экран из электропроводящей резины, т.е. за границу участка $l_2$.

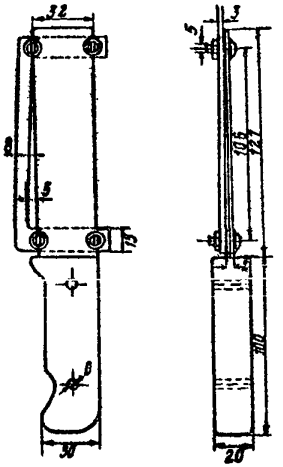



Рис. 4. Нож с ограничителем толщины срезаемой стружки для удаления электропроводящего экрана при разделке кабеля

4.4.5. На участке $l_3$ намотать экран из электропроводящей починочной резины ПШ-40 в один слой ленты толщиной 0,4-0,6 мм и шириной 20-35 мм с учетом примечаний I и 2 к п.4.4.4.

Примечание. При отсутствии электропроводящей починочной резины экран допускается выполнять путем обмазки участка клеем из резины ПИ-35 с добавлением в него порошка графита (I в.ч. графита на I в.ч. резины).

4.4.6. Ранее оставленные пряди металлического экрана для кабелей типа КШВГ (см. п.4.3.7) выпрямить и обмотать ими жилу с шагом 5-6 мм до максимального конусного утолщения. Концы прядей закрепить.

4.4.7. На участке $l_4$ намотать защитный слой ленты из резины ПШ-50 толщиной 0,6-0,8 мм и шириной 30-40 мм с учетом примечаний I и 2 к п.4.4.4. Для кабелей КШВГ-Т применяется резина ШНТ-50.

4.4.8. На участке $L_5$ сделать герметизирующую подмотку из 3-4 слоев ленты из резины ПИ-35 или ПШ-50 толщиной 0,6-0,8 мм и шириной 40 мм с учетом примечаний I и 2 к п.4.4.4. Для кабелей КШНГ-Т применяется резина ШНТ-50.

4.4.9. Аналогичным образом подготовить остальные жилы.

4.4.I0. Для заделки торца оболочки допускается применять изоляционные и починочные резины и липкие изоляционные ленты. Конусную поверхность на оболочке вместе с прилегающим к ней участком длиной 30 мм протереть чистой ветошью, смоченной в бензине.

4.4.II. На участке $L_6$ между жилами заложить жгуты из резины ПШ-50, масса которых должна быть достаточной для заполнения междужильного пространства. Для кабелей КШНГ-Т применяется резина ШНТ-50.

4.4.I2. Намотать 4-5 слоев ленты из резины ПШ-50 толщиной 0,6-0,8 мм и шириной 30-40 мм с учетом примечаний I и 2 к п.4.4.4. Для кабелей КШНГ-Т применяется резина ШНТ-50.

4.4.I3. Намотать бандаж из 4-5 слоев ленты из миткаля или другого подобного материала толщиной 0,3-0,4 мм и шириной 50-60 мм. Ленту класть ровно, без складок, с максимально возможным натяжением.

4.4.I4. На участке $L_7$ намотать наружный слой для заделки оболочки из 4-5 слоев ленты из резины ПШ-50 толщиной 0,6-0,8 мм и шириной 30-40 мм с учетом примечаний I и 2 к п.4.4.4. Для кабелей КШНГ-Т применяется резина ШНТ-50.

4.4.I5. Подготовленный участок кабеля плотно обмотать двумя-тремя слоями ленты из миткаля или другого подобного материала с 50%-ным перекрытием витков и завулканизировать концевую заделку в паровом вулканизаторе (см. приложение 5).

Примечание. Допускается вулканизацию проводить в термостате при температуре +I50°С в течение 40-50 мин. При этом обмотку вулканизируемых участков из миткаля следует делать вдвое толще и более тщательно, чем это требуется при вулканизации в паровом вулканизаторе.

4.4.I6. После вулканизации концевую заделку охладить до температуры ниже +60°С и снять миткалевую уплотняющую обмотку. Качество вулканизации проверить путем нажатия на концевую заделку тупым предметом; при этом на завулканизированной поверхности не должно оставаться вмятин.

4.4.17. Концевая заделка кабеля, выполненная с применением починочной резины в соответствии с указаниями пп. 4.4.1-4.4.14, может не подвергаться вулканизации при условии выполнения следующих дополнительных операций:

перед наложением ленты поверхности смазать клеем из соответствующей починочной резины и подсушить в течение 5-10 мин; для приготовления клея резину растворить в авиационном бензине или в бензине марки "Калоша" в соотношении 1:6;

после выполнения операций, указанных в п.4.4.6, участок $L_1$ обмотать двумя слоями липкой изоляционной ленты с 50%-ным перекрытием витков; на участке намотку произвести в 4 слоя с максимальным натяжением внутренних витков.

## 4.5. Порядок выполнения концевой заделки с помощью трубок из кремнийорганической резины (ТКР)

4.5.1. На участке основной жилы длиной 200 мм, начиная от торца, удалить наружный электропроводящий экран, следуя указаниям п.4.4.1.

4.5.2. С помощью напильника и наждачной бумаги зачистить все неровности, образовавшиеся при удалении экрана. Края экрана должны быть обработаны ровно по окружности.

4.5.3. Поверхность изоляции протереть чистой ветошью, смоченной в бензине, и дать ей подсохнуть в течение 2-3 мин.

Таблица 7

| Сечение жилы, мм$^2$ | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Внутренний диаметр ТКР, мм | 9-12 | 10-13 | 12-15 | 13-16 | 17-20 | 18-21 | 21-24 | 23-26 |

4.5.4. По табл. 7 в соответствии с сечением основных жил выбрать диаметр трубки из кремнийорганической резины (ТКР)[x]. Длина ТКР должна быть не менее длины участка жилы без электропроводящего экрана.

Примечание. Длина ТКР, надеваемой на жилу с помощью сжатого воздуха, должна превышать длину участка жилы без электропроводящего экрана на величину, необходимую для закрепления трубки на штуцере шланга от компрессора с запасом в 20-25 мм.

x) Заводы-изготовители: Майли-Сайский завод электроизоляционных материалов и Кардоникский завод электроизоляционных материалов.

4.5.5. ТКР надеть на жилу кабеля с помощью сжатого воздуха под давлением 200-250 кПа (2-2,5 ат). Для этого на штуцере шланга компрессора закрепить один конец ТКР и подать сжатый воздух; одновременно с противоположного конца в ТКР проталкивать жилу кабеля. После прекращения подачи сжатого воздуха ТКР должна плотно прилегать к изоляции жилы и закрывать электропроводящий экран на длину 20-25 мм. При отсутствии сжатого воздуха ТКР перед применением выдержать 15-20 мин в бензине марки "Калоша" или Б-70. После этого ТКР натянуть на изоляцию основной жилы и электропроводящий экран. Через 20-30 мин бензин испарится, и ТКР будет плотно прилегать к поверхности изоляции и электропроводящего экрана.

4.5.6. Ранее оставленные пряди металлического экрана для кабелей КШВГ (см. п.4.3.7) выпрямить и обмотать ими каждую жилу (шаг 5-6 мм). Концы прядей закрепить на расстоянии 50 мм от конца ТКР бандажом из 4-5 витков медной мягкой проволоки диаметром 0,8-1,0 мм или липкой изоляционной лентой.

4.5.7. Каждую жилу от оболочки до бандажа на экране обмотать в два слоя с 50%-ным перекрытием витков липкой изоляционной лентой шириной 20-30 мм.

4.5.8. Заделку торца оболочки выполнить, следуя указаниям пп. 4.4.10-4.4.14 и 4.4.17.

## 4.6. Порядок выполнения концевой заделки с помощью электроизоляционных гильз

4.6.1. На расстоянии 250 мм от торца каждой жилы надрезать ножом по окружности и вдоль изоляцию с электропроводящими экранами и удалить ее. Проволоки жил выпрямить, подкрутить и на участке длиной 40-50 мм от торца временно забандажировать липкой ПВХ лентой (рис. 5, *а*).

4.6.2. На участке длиной 45-50 мм резиновую изоляцию с электропроводящими экранами каждой жилы срезать ножом на конус. Поверхность изоляции зачистить напильником и наждачной бумагой (рис. 5, *б*), протереть чистой ветошью, смочённой бензином, и дать подсохнуть в течение 2-3 мин.

4.6.3. Конусную поверхность изоляции обмотать починочной изоляционной резиной в 10-15 слоев (рис. 6).

Примечания. 1. Резину резать поперек полотна на ленты шириной 20-25 мм. Ленты длиной не более 0,5-0,6 м перед применением

протереть с обеих сторон чистой ветошью, смоченной бензином, и дать подсохнуть в течение 2–3 мин.

2. Начинать наматывать ленту следует с токопроводящей жилы на расстоянии 15–20 мм от среза изоляции. Намотку вести с 50%-ным перекрытием витков и натяжением, обеспечивающим плотное прилегание слоев. Лента должна быть намотана ровно, без складок и постепенно заходить на конусную часть изоляции. Последний слой ленты должен подходить вплотную к срезу электропроводящего экрана.

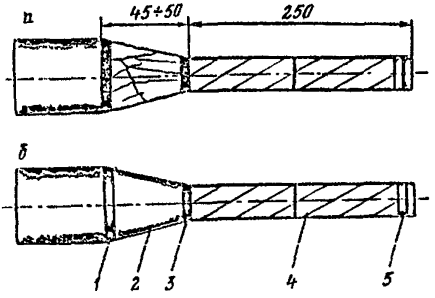



Рис. 5. Подготовка основных жил:
а – изоляция жилы срезана на конус;
б – поверхность обработана напильником; 1, 3 – экран из электропроводящей резины; 2 – изоляция; 4 – жила; 5 – бандаж

4.6.4. Выбрать электроизоляционную гильзу; маркировка на ее поверхности должна соответствовать сечению основных жил кабеля ($мм^2$). Внутреннюю конусную поверхность гильзы и поверхность конусной намотки на жиле кабеля протереть чистой ветошью, смоченной в бензине, и дать подсохнуть в течение 2–3 мин.

Примечание. Электроизоляционные резиновые гильзы могут быть изготовлены предприятиями, эксплуатирующими кабель, по технической документации НИКИ г. Томска, передаваемой в установленном порядке.

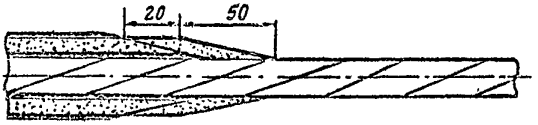



Рис. 6. Обмотка жилы и изоляция лентой из почвенной резины

4.6.5. Гильзу надеть на жилу до упора, чтобы внутренняя конусная поверхность гильзы плотно прилегала к конусной части намотки (рис. 7).

4.6.6. Конец гильзы закрепить проволокой диаметром 1,0-1,5 мм или прядью из 7-10 проволок диаметром 0,3-0,5 мм; ширина проволочного бандажа должна быть 20-30 мм.

4.6.7. На участке длиной 35-40 мм конусную часть гильзы и изоляцию до среза наружного электропроводящего экрана жилы обмотать липкой изоляционной лентой (см. рис. 7). Качество на-

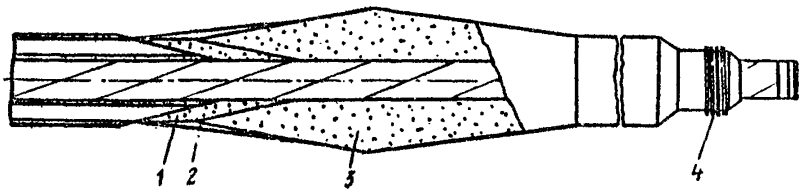



**Рис. 7. Закрепление гильзы на жиле:**

1 - подмотка из резины ИИ-35; 2 - герметизирующая подмотка из липкой ленты; 3 - гильза; 4 - проволочный бандаж

мотки ленты проверить путем изгиба кабеля по радиусу, равному 4-5 диаметрам изолированной жилы. При этом не должно быть видимого отслоения ленты от изоляции жилы у среза электропроводящего экрана.

4.6.8. На участке длиной 120-150 мм жилу обмотать в один слой лентой шириной 20-25 мм из резины ИИ-40 с 50%-ным перекрытием витков. Намотку производить от максимального конусного утолщения гильзы в сторону оболочки.

4.6.9. Ранее оставленные пряди металлического экрана для кабелей КШВГ (см. п.4.3.7) выпрямить и обмотать ими жилу с шагом 5-6 мм до максимального конусного утолщения гильзы.

4.6.10. По всей длине от максимального конусного утолщения гильзы до оболочки жилу обмотать липкой изоляционной лентой с 50%-ным перекрытием витков и натяжением, обеспечивающим плотное прилегание слоев.

4.6.11. Аналогичным способом выполнить заделку гильзами двух других основных жил кабеля.

4.6.12. Заделку торца оболочки выполнить согласно указаниям пп. 4.4.10-4.4.14 и 4.4.17.

## 4.7. Установка кабельных наконечников

4.7.1. С концов силовых и вспомогательной жил удалить изоляцию на участке длиной, равной длине цилиндрической части кабельного наконечника или специального зажимного устройства.

4.7.2. Внутренний диаметр цилиндрической части кабельного наконечника должен соответствовать сечению (диаметру) жилы. При неплотной посадке наконечника на жилу в отверстие должны быть заложены дополнительные медные проволоки.

4.7.3. Диаметр отверстия в ушке кабельного наконечника должен соответствовать диаметру вводной (выводной) шпильки аппарата или токоприемника.

4.7.4. Опрессовку наконечника следует производить местным вдавливанием (до образования лунки) или сплошным обжатием. Пуансон и матрица инструмента для опрессовки должны соответствовать диаметру гильзы (трубчатой части) наконечника. При опрессовке местным вдавливанием лунки необходимо располагать в середине трубчатой части на лицевой стороне наконечника.

4.7.5. Место ввода жилы кабеля в наконечник необходимо герметизировать, наматывая на жилу и цилиндрическую часть наконечника липкую изоляционную ленту и бандаж из шагата или миткалевой ленты с лаком Э-1001.

Примечания. 1. Установка кабельных наконечников трубчатой формы может быть произведена после выполнения указаний п.4.4.2. В этом случае обмотка изоляционной почвочной резиной (см. п.4.4.4) должна захватывать цилиндрическую часть наконечника.

2. Жила заземления и сплетенные вместе проволоки металлических экранов опрессовываются одним кабельным наконечником за исключением случаев, когда предусматривается раздельное присоединение их к устройствам для контроля целостности жилы заземления.

# 5. ПРИСОЕДИНЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАБЕЛЕЙ

5.1. Выбор требуемого сечения кабеля осуществляется исходя из длительно допустимой токовой нагрузки (см. табл. 4) и допустимой потери напряжения. Номинальное напряжение кабеля должно соответствовать напряжению питающей сети. В районах с температурой в зимний период ниже $-40^{0}$С следует применять кабель холодостойкого исполнения с индексом "ХЛ".

5.2. Перед вводом в эксплуатацию (присоединением) кабель с выполненными концевыми заделками должен пройти проверку технического состояния и испытание изоляции в соответствии с указаниями раздела 6.

5.3. Присоединение кабелей к электрооборудованию и аппаратам производится при помощи наконечников или специальных зажимов.

Запрещается производить более одного присоединения к одному зажиму, если конструкцией зажима и вводного устройства это не предусмотрено.

5.4. Заделанный конец кабеля присоединить к вводному устройству электрооборудования, а основные жилы - к зажимам и развести их так, чтобы изоляция и электропроводящие покрытия не прикасались к токоведущим зажимам и корпусу. Заземляющую жилу и сплетенные вместе проволоки металлических экранов, опрессованные одним наконечником, присоединить к заземляющему зажиму.

5.5. Вспомогательная жила кабелей должна быть подсоединена к устройству контроля, обеспечивающему сигнализацию или автоматическое отключение линии с кабелем при нарушении целостности цепи заземления (заземляющей жилы кабеля, контактов ее присоединения). Такими устройствами оснащены серийно выпускаемые приключательные пункты типа ПП-6/10-630 с вакуумными выключателями ВВТЭ-10-630-20УЛ2.

Кроме того, вспомогательная жила может быть использована для дистанционного включения-отключения приключательного пункта, для электрической блокировки от рассоединения кабельных штепсельных разъемов под напряжением.

5.6. После присоединения жил конец кабеля закрепить во вводном устройстве. На экскаваторе кабель необходимо дополнительно закрепить на его базе петлей или другим приспособлением, обеспечивающим радиус изгиба, равный 5-6 диаметрам кабеля.

5.7. Подключение кабелей электропотребителей к воздушной ЛЭП должно осуществляться с помощью приключательных пунктов, комплектных трансформаторных подстанций КТП и т.п.

5.8. Питающая кабельная линия должна состоять из кабелей строительной длины, но не менее 100 м. Соединение отрезков кабелей должно осуществляться путем вулканизации (см.раздел 7 настоящей инструкции) или с помощью кабельных штепсельных разъемов. Допускается соединять кабели с помощью передвижных приключательных пунктов или специальных соединительных муфт.

5.9. При работе удельные растягивающие нагрузки на кабель не должны превышать 24,5 Н (2,5 кгс) на I мм$^2$ суммарного сечения жил.

Для кабеля, проложенного по трассе или вблизи механизма, допускается радиус изгиба, равный не менее 6 диаметрам кабеля. При навивке кабеля на барабан кабелеукладчика допустимый радиус изгиба должен быть равен не менее I0 диаметрам кабеля. Осевое кручение не должно превышать 60 град/м.

5.I0. Гибкий кабель, питающий передвижной механизм, должен прокладываться так, чтобы избежать его примерзания, ударов и раздавливания кусками породы, наезда на него транспортных средств и самого механизма.

5.II. Кабели, находящиеся в зоне взрывных работ, должны защищаться от повреждений или убираться на время взрыва в безопасное место.

5.I2. На обводненных участках кабель должен быть поднят на "козлы", расстояние между которыми должно быть не более I0 м, и располагаться над поверхностью воды на высоте не менее 0,3 м.

5.I3. В местах пересечения с железнодорожными путями и автодорогами кабель должен быть защищен от повреждений путем укладки в трубы, короба, желоба. Размеры защитных устройств должны превышать ширину железнодорожных путей или дорог не менее чем на 2 м в каждую сторону.

5.I4. Для обеспечения надежной работы кабеля экскаватор или какой-либо другой механизм рекомендуется комплектовать самоходным кабельным передвижчиком или кабелеприемным барабаном с диаметром шейки, равным не менее 20 диаметрам кабеля. Для равномерного износа кабеля рекомендуется через каждые 7-9 мес его эксплуатации производить смену концов кабеля между приключательным пунктом и питаемым механизмом.

5.I5. У механизмов, не снабженных кабелеприемным барабаном или кабельным передвижчиком, излишек кабеля должен быть разложен петлями на освобожденной от камней площадке, находящейся вне рабочей зоны механизма. Расстояние между соседними ветвями кабеля должно быть не менее 0,2 м.

5.I6. Наблюдение за кабелем в процессе работы механизма и при его перемещении ведет персонал, имеющий квалификационную группу по технике безопасности при работе на электроустановках напряжением выше I000 В не ниже III.

5.17. Во время работы механизма и при его перемещении наблюдающий обязан следить, чтобы кабель не попадал под обрушения породы как по трассе, так и вблизи механизма; предотвращать возможность наезда обслуживающим транспортом и самим механизмом на кабель, предупреждать чрезмерное натяжение кабеля и перемещение его по острым кромкам породы или других предметов.

5.18. При остановке передвижной машины или механизма на длительное время и отсутствии машиниста или его помощника питающий кабель должен быть отключен на соответствующем приключательном пункте или КТП.

5.19. Осмотр кабеля должен производиться ежемесячно. При этом проверяются правильность прокладки кабеля по трассе, особенно в обводненных местах; отсутствие порезов, проколов, трещин и других повреждений оболочки в местах соединений; наличие предупредительных плакатов по трассе.

5.20. Осмотр концевых заделок кабеля должен производиться не реже I раза в 3 мес и внеочередно в период повышенной влажности воздуха и во время дождей. При осмотрах следует обращать внимание на наличие озонных трещин на поверхности изоляции токопроводящих жил, степень загрязнения изоляционных промежутков концевых заделок и наличие признаков плохого контакта в местах подсоединения.

5.21. При большой запыленности окружающего воздуха необходимо систематически, по мере накопления пыли, очищать изоляционные промежутки концевых заделок. При чрезмерном загрязнении их необходимо протирать чистой ветошью, смоченной в бензине.

5.22. При пониженной температуре окружающей среды – ниже $-30^{\circ}C$ для кабелей в нормальном исполнении и ниже $-40^{\circ}C$ для кабелей в холодостойком исполнении – следует принимать меры предосторожности при изгибе и растяжении кабеля, подсоединенного к механизму, не работающему в течение одного часа или более длительного периода.

5.23. При эксплуатации кабельных линий необходимо периодически проверять их техническое состояние и проводить испытание изоляции повышенным напряжением согласно указанным в инструкции срокам.

5.24. Концевые заделки, ремонт и соединение кабелей выполняются в соответствии с рекомендациями настоящей инструкции в стационарных мастерских или на месте прокладки кабеля (в полевых условиях). В последнем случае работы должны производиться

в укрытии (передвижная мастерская, палатка, навес и т.п.), исключающем попадание атмосферных осадков, пыли и грязи. В ясную безветренную погоду при температуре не ниже $-20^{0}$С работы могут производиться на открытом воздухе. При температуре воздуха ниже $-20^{0}$С концевые заделки, ремонт и соединение кабелей должны производиться в стационарной или передвижной мастерских.

## 6. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ КАБЕЛЕЙ

6.I. Проверка технического состояния кабеля заключается в следующем:

а) внешний осмотр кабеля по всей длине;

б) осмотр концевых заделок кабеля;

в) проверка целостности основных, заземляющих, вспомогательных жил и экранирующих оплеток;

г) измерение сопротивления изоляции жил;

д) испытание изоляции повышенным напряжением.

6.2. Проверке технического состояния подвергаются:

новые кабели перед вводом в эксплуатацию и кабели после проведенного ремонта (соединение кабелей, починка изоляции токопроводящих жил) согласно указаниям п. 6.I в полном объеме;

кабели, находящиеся в эксплуатации (присоединенные к сети): ежесменно – согласно указаниям п.6.I, а; один раз в 3 мес – согласно указаниям п.6.I, а, б; два раза в год перед весенним и осенним периодами согласно указаниям п.6.I, а, б, в, г и не реже одного раза в год согласно указаниям п. 6.I в полном объеме.

6.3. Целостность токопроводящих, заземляющей и вспомогательной жил и экранирующих оплеток должна проверяться путем прозвонки контуров, состоящих из названных элементов.

6.4. Сопротивление изоляции основных жил должно измеряться мегомметром на напряжение 2500 В, присоединяемым поочередно к каждой из жил и остальным элементам, соединенным вместе.

6.5. Электрическое сопротивление изоляции основных жил, пересчитанное на I км длины и температуру $+20^{0}$С, должно быть не менее 50 МОм; в период эксплуатации допускается снижение сопротивления изоляции основных жил до 20 МОм.

6.6. Испытание изоляции силовых жил кабеля повышенным напряжением может проводиться выпрямленным напряжением постоянного

тока, равным $2U_н$, в течение 5 мин с помощью аппаратов АКИ-50 или АИИ-70 и импульсным напряжением, равным $3U_н$, с помощью аппарата АШИК (см. приложение 6). Напряжение подается поочередно к каждой из жил и остальным элементам, которые должны быть соединены вместе и заземлены.

6.7. Испытание кабелей повышенным напряжением должно проводиться в таком порядке.

6.7.I. Проверить (осмотреть) защитное заземление испытательного оборудования и кабелей.

6.7.2. Выключить распределительные устройства в начале и в конце испытываемой кабельной линии, а их выдвижные части выкатить так, чтобы был виден воздушный зазор; проверить отсутствие напряжения в испытываемом кабеле и наложить заземление.

6.7.3. Установить защитные ограждения, предупреждающие плакаты и выполнить все указанные в наряде организационно-технические мероприятия по безопасности. В качестве ограждений могут применяться щиты, барьеры, веревочные канаты с подвешенными на них плакатами: "Стой - высокое напряжение!", а на приводах распределительных устройств - плакаты: "Не включать - работают люди!".

У места испытания должен быть наблюдающий, а у противоположного конца испытываемого кабеля - охрана из персонала бригады, проводящей испытание. Если испытание кабельной линии проводят после ремонта или монтажа соединительной муфты, то у последней также должен присутствовать наблюдающий.

6.7.4. Измерить с помощью мегомметра сопротивление изоляции каждой жилы относительно других, соединенных вместе и заземленных. Мегомметр с испытательным напряжением до 2,5 кВ выявляет грубые нарушения целостности изоляции и местные дефекты (заземление фаз, короткое замыкание между фазами и др.). В случае нарушений изоляции (короткое замыкание) дальнейшие испытания следует прекратить до устранения дефектов. Высокое сопротивление изоляции, замеренное мегомметром, не является критерием ее электрической прочности. Поэтому такие замеры не избавляют от необходимости последующих испытаний этих кабельных линий повышенным напряжением.

6.7.5. Собрать схему присоединения кенотронного аппарата или аппарата АШИК к испытываемому кабелю в соответствии с заводскими инструкциями.

6.7.6. Испытания проводить в диэлектрических перчатках, стоя на резиновом коврике или изолирующей площадке.

6.7.7. Перед подачей испытательного напряжения необходимо:

проверить, все ли члены бригады находятся на местах, нет ли на месте работы посторонних людей;

сделать предупреждение с помощью звукового сигнала "Подано напряжение", после чего с вывода испытательной установки снять заземление.

С момента снятия заземления вся испытательная установка, включая испытываемый кабель и соединительные провода, должна считаться находящейся под напряжением. Производить какие-либо пересоединения в испытательной схеме не допускается.

6.7.8. При испытании кенотронным аппаратом необходимо предварительно убедиться, что ручка регулятора находится в нулевом положении. Затем нажать на кнопку "Включено" и плавным вращением рукоятки регулятора повысить напряжение до испытательного (отсчет вести по шкале киловольтметра). Испытательное напряжение должно подаваться в течение I мин со скоростью не более 0,5 кВ/с.

6.7.9. При испытаниях кабелей (кабельных линий) длительность подачи напряжения должна составлять 5 мин. На последней минуте испытания каждой фазы кабельной линии измеряют ток утечки.

6.7.10. Кабельные линии следует считать выдержавшими испытание, если не произошло электрического пробоя, не было разрядов и толчков тока утечки или его нарастания при установившемся испытательном напряжении.

Токи утечки и асимметрия их по фазам не рассматриваются как браковочные показатели. Их фиксируют для дополнительной оценки состояния изоляции кабеля. Если при испытании ток утечки превышает 200 мкА или асимметрия токов утечки по фазам превышает I,5, а также при резком увеличении токов утечки по сравнению с результатами предыдущих испытаний необходимо обследовать кабель и концевые заделки, устранить выявленные недостатки и повторить испытания. Если кабельная линия выдержит испытательное напряжение при повторном испытании, она считается годной к эксплуатации. В случае заметного нарастания тока утечки продолжительность испытания следует увеличить до I0 мин. При сильных толчках тока, сопровождающихся срабатыванием устройства защиты аппарата, испытание следует прекратить и определить место повреждения.

6.7.II. При испытании кабельных линий аппаратом АБИК нужно плавным вращением ручки привода индуктора повысить напряжение

до испытательного (отсчет вести по шкале встроенного в аппарат киловольтметра) и нажать кнопку "Испытание". Кабельные линии считаются выдержавшими испытание, если не произошло электрического пробоя при подаче импульсного напряжения. Пробой изоляции контролируется по индикатору, помещенному на лицевой панели, в момент подачи испытательного импульсного напряжения.

6.7.12. После испытаний снять напряжение с испытательной установки, отключить от сети питание испытательного аппарата (при испытании кенотронным аппаратом), снять остаточный заряд с кабеля через высокоомное сопротивление (не менее 20 КОм), встроенное в заземляющую штангу, а затем заземлить вывод испытательной установки и сообщить об этом членам бригады с помощью звукового сигнала "Напряжение снято". Только после этого можно производить пересоединение проводов на жилах кабеля или (в случае окончания испытания) их отсоединение и снятие ограждений.

6.7.13. После испытания изоляции всех жил кабеля разобрать схему присоединения испытательного аппарата.

6.7.14. Результаты испытаний заносятся в протокол.

6.8. Характерные неисправности изоляции жил кабеля и методы их обнаружения приведены в табл. 8.

Таблица 8

| Характерные неисправности | Методы их обнаружения |
|---|---|
| Порезы, проколы, трещины в изоляции | Испытание кабеля на электрическую прочность |
| Озонное растрескивание в изоляции концевой заделки | Испытание кабеля на электрическую прочность |
| Разрыв основных токопроводящих жил, заземляющей жилы, металлических экранов | Прозвонка |
| Пониженное сопротивление изоляции, вызванное загрязнением изоляционных промежутков в концевых заделках | Измерение сопротивления изоляции |
| Пониженное сопротивление изоляции, вызванное ее пробоем | Измерение сопротивления изоляции |

6.9. При обрыве одного из элементов кабельных линий место обрыва может быть определено с помощью выражения

$$L_x = L \frac{C_1}{C_1 + C_2},$$

где $L_x$ – расстояние до места обрыва от одного из концов кабеля, м;

$L$ – длина кабеля, м;

$C_1$ – емкость между оборванным элементом и остальными элементами, соединенными на обоих концах кабеля вместе, измеренная на конце, от которого отсчитывается $L_x$, мкФ;

$C_2$ – то же, что и $C_1$, но измеренная на другом конце, мкФ.

При многократном обрыве расстояние до первых от концов кабеля обрывов могут быть определены из соотношений

$$L_{x_1} = L\frac{C_1}{C}\ ; \qquad L_{x_2} = L\frac{C_2}{C_1}\ ,$$

где $C$ – емкость необорванного элемента, идентичного по конструкции оборванному элементу, относительно соединенных вместе остальных элементов, мкФ.

6.10. При пониженном сопротивлении изоляции основных жил в первую очередь необходимо проверить, не является ли причиной снижения сопротивления загрязнение изоляционных промежутков концевых заделок. С этой целью изоляционные промежутки протереть смоченной в бензине ветошью и дать просохнуть. Пониженное сопротивление при повторном измерении свидетельствует о дефекте изоляции под шланговой оболочкой.

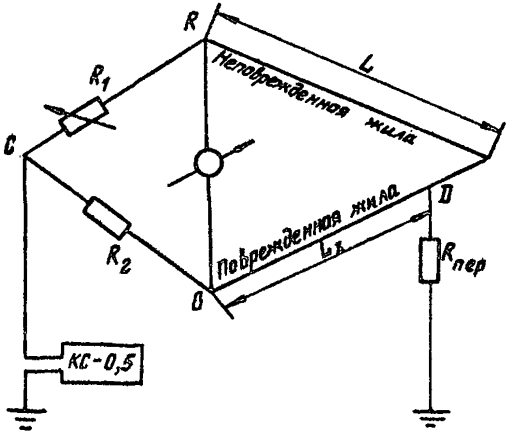



Рис. 8. Схема определения места повреждения изоляции методом петли

6.II. При низком переходном сопротивлении замыкания на землю ( $R_{пер} \leq 0{,}I$ МОм) место повреждения изоляции можно определить методом петли (рис. 8). Для этого одну из неповрежденных и поврежденную жилы на одном конце кабеля подсоединить к клеммам *А* и *В*, а на другом конце кабеля соединить между собой. Все остальные элементы соединить вместе и заземлить.

Источник питания, в качестве которого может быть применен мегомметр МС-0,5, одной клеммой соединить с точкой С, а другой - с соединенными и заземленными элементами кабеля. Чувствительность индикаторного прибора должна быть не ниже 5 мВ на одно деление шкалы.

Расстояние до места повреждения изоляции при уравновешенном измерительном мосте можно определить с помощью выражения

$$L_x = L \frac{R_2}{R_1 + R_2},$$

где $L_x$ - расстояние до места повреждения изоляции, м;

$L$ - общая длина кабеля, м;

$R_2$ - постоянное сопротивление, МОм;

$R_1$ - магазин сопротивлений, МОм.

6.I2. При высоких значениях переходного сопротивления замыкания на землю ( $R_{пер} > 0{,}I$ МОм) место повреждения изоляции можно определить акустическим методом (рис. 9). Напряжение от источ-

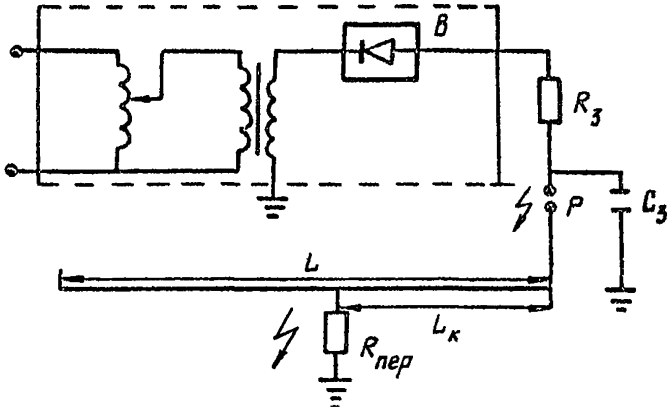



Рис. 9. Схема определения места повреждения изоляции акустическим методом

ника постоянного тока (АКИ-50, АИИ-70) подается через защитное сопротивление $R_з$ на зарядную емкость $C_з$ и через искровой промежуток *Р* на поврежденную жилу. При пробое искрового промежутка

в месте повреждения изоляции через $R_{пер}$ также произойдет искровой разряд, сопровождающийся звуком, по которому определяется место повреждения. Для исключения больших перегрузок неповрежденных участков изоляции поврежденной жилы длина воздушного зазора в искровом промежутке не должна превышать 4 мм. Конденсатор $C_3$ должен иметь емкость 0,01–0,3 мкФ, рабочее напряжение не менее 10 кВ и испытательное напряжение не менее 20 кВ. При использовании акустического метода все элементы кабеля необходимо надежно заземлить; меры предосторожности от поражения электрическим током должны быть такими же, как при подключенном к сети кабеле.

6.13. Определение места повреждения кабеля независимо от его переходного сопротивления при остаточной электрической прочности до 30 кВ производится с помощью аппарата АШИК в следующем порядке.

При большой длине кабеля определить зону повреждения с помощью измерителя расстояний типа Ш-4120 (ЭМКС-58М) (рис. 10).

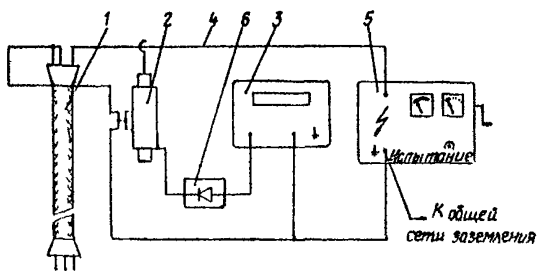



Рис. 10. Схема подключения при измерении расстояния до места повреждения:

1 – испытываемый кабель; 2 – присоединительное устройство; 3 – измеритель Ш4120; 4 – высоковольтный провод; 5 – аппарат АШИК; 6 – защитный диод

Измерение расстояния проводить при подаче на кабельную линию с помощью аппарата АШИК импульсного испытательного напряжения, равного $3U_н$.

Определение места пробоя в зоне повреждения или в кабеле сравнительно небольшой длины (до 200 м) осуществляется индукционным искателем (рис. 11). Индукционный датчик искателя располагают на оболочке кабеля, и в кабель периодически от аппара-

та АШИК подают напряжение, равное $3U_н$. Индукционный датчик перемещают вдоль кабеля, и по показаниям индикатора определяют непосредственно место пробоя изоляции.

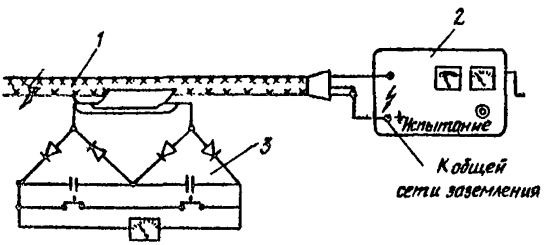



Рис. II. Схема определения места повреждения индукционным искателем:

1 – испытываемый кабель; 2 – аппарат АШИК; 3 – искатель места повреждения

6.I4. Обнаруженные при внешнем осмотре сквозные дефекты шланга должны быть устранены; концевые заделки, имеющие следы озонного растрескивания, перезаделаны; изоляция в месте пробоя и все поврежденные элементы восстановлены в соответствии с указаниями разделов 4 и 7.

## 7. РЕМОНТ И СОЕДИНЕНИЕ ОТРЕЗКОВ КАБЕЛЕЙ

### 7.I. Ремонт внешней оболочки и поясного экрана из электропроводящей резины

7.I.I. Подготовка к работе осуществляется в установленном порядке (см. п. 4.2).

7.I.2. Участок кабеля, подлежащий ремонту, закрепить в горизонтальном положении. Если оболочка повреждена не на всю толщину и на участке длиной не более 500 мм, то ее необходимо обработать острым ножом, не обнажая скрученные жилы или поясной экран у кабелей типа КШВГЭ (рис. I2).

7.I.3. На участке длиной не менее 50 мм от краев среза оболочку зачистить драчевым напильником до образования шероховатой поверхности. Подготовленный к ремонту участок оболочки протереть чистой ветошью, смоченной в бензине, и просушить в течение 2–3 мин.

7.1.4. Ремонтируемый участок оболочки обмотать починочной резиной ПШ-40, используя ленту шириной 20-35 мм. Ленту наматывать с 50%-ным перекрытием витков и натяжением, обеспечивающим плотное прилегание слоев друг к другу. Лента должна быть наложена ровно, без складок и постепенно заходить на шероховатую поверхность оболочки. Намотку вести до тех пор, пока диаметр обматываемого участка не будет превышать наружный диаметр кабеля на 10 мм (рис. 13). Конец резиновой ленты закрепить, плотно прижав его к нижележащим слоям.

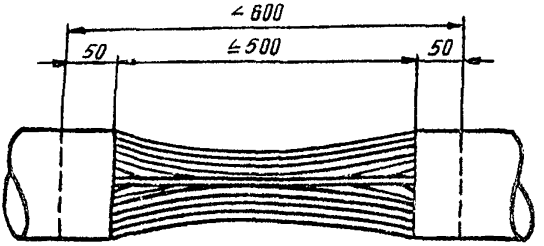



Рис. 12. Подготовка кабеля к ремонту шланговой оболочки

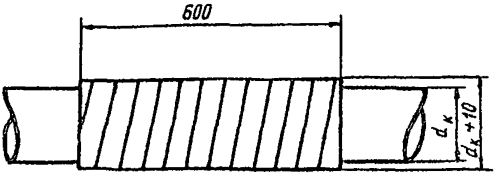



Рис. 13. Участок кабеля подготовлен к вулканизации:
$d_к$ – наружный диаметр кабеля

7.1.5. Ремонтируемый участок кабеля завулканизировать в паровом, электрическом или индукционном вулканизаторе, выдерживая его при температуре 150±5°С в течение 25-30 мин (см. приложение 5).

Примечание. При вулканизации в паровом вулканизаторе максимальная длина ремонтируемого участка определяется длиной паровой камеры вулканизатора. Диаметр обматываемого участка должен быть равен диаметру кабеля.

7.I.6. По окончании процесса извлечь кабель из вулканизатора и проверить качество вулканизации путем нажатия тупой стороной ножа. На завулканизированной поверхности не должно оставаться вмятин.

7.I.7. Если оболочка повреждена на всю толщину, то на ней необходимо сделать ножом два кольцевых и два продольных надреза, после чего поврежденный участок удалить полностью, пользуясь ножом и плоскогубцами (рис. I4, а). Надрезы делать так, чтобы не повредить экраны и изоляцию жил.

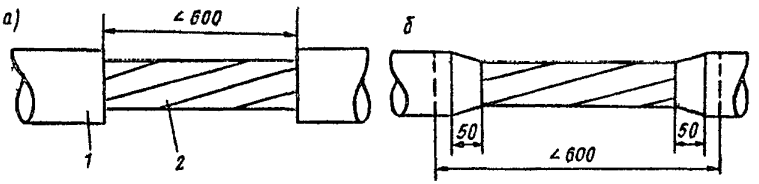



Рис. I4. Разделка кабеля при ремонте оболочки, поврежденной на всю толщину:
а – удалена поврежденная часть оболочки; б – края оболочки срезаны на конце и зачищены до образования шероховатой поверхности; I – защитная оболочка; 2 – изолированные жилы

7.I.8. На расстоянии 40–50 мм от надреза оболочку срезать на конус (рис. I4, б). Поверхность конуса и прилегающие к ней участки неповрежденной оболочки зачистить драчевым напильником до образования шероховатой поверхности, затем протереть чистой ветошью, смоченной в бензине, и подсушить в течение 3–5 мин.

7.I.9. Ремонтируемый участок кабеля обмотать резиной ШШ-50, применяя ленту шириной 30–35 мм. Намотку вести с 50%-ным перекрытием витков и натяжением, обеспечивающим плотное прилегание слоев. Для кабелей КШНГ-Т применяется резина ШНТ-50. Лента должна быть наложена ровно, без складок и постепенно заходить на конусные срезы оболочки. Намотку вести до тех пор, пока диаметр обматываемого участка не будет на I0 мм больше наружного диаметра кабеля. Конец резиновой ленты закрепить, плотно прижав его к нижележащим слоям. Последующие операции выполнить в соответствии с указаниями пп. 7.I.4–7.I.6.

Примечания. I. Перед намоткой ленты углубления между жилами заполнить жгутами из резины той же марки.

2. При вулканизации в паровом вулканизаторе следует руководствоваться примечанием к п.7.I.4.

7.1.10. Поврежденный на всю толщину поясной экран для кабелей КШВГЭ восстанавливается аналогично оболочке кабеля КШВГ, но с применением починочной электропроводящей резины ПЭП-40. Диаметр намотки починочной резины не должен превышать диаметр поясного экрана. Для удобства оболочка снимается на длине, большей длины поясного экрана (не менее 100 мм в каждую сторону). Вулканизация восстановленного поясного экрана осуществляется совместно с вулканизацией оболочки.

## 7.2. Ремонт металлического экрана основных жил кабелей типа КШВГ (на длине не более 260 мм)

7.2.1. Подлежащий ремонту участок кабеля закрепить в горизонтальном положении. Удалить оболочку, руководствуясь указаниями пп. 7.1.7 и 7.1.8.

7.2.2. Раскрутить кабель и отделить неисправную жилу. Перерезать прорезиненную тканевую ленту по месту повреждения и раскрутить ее в обе стороны.

7.2.3. На металлический экран наложить бандаж прядью из 8-10 медных луженых проволок (рис. 15). Крайние витки бандажа припаять по окружности к проволокам экрана припоем ПОС-61, используя в качестве флюса раствор канифоли в бензине (соотношение 1:1).

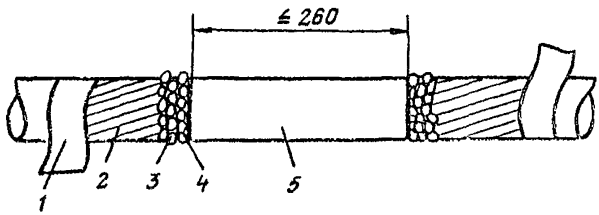



Рис. 15. Подготовка к ремонту металлического экрана:
1 - тканевая лента; 2 - металлический экран; 3 - участок пайки; 4 - проволочный бандаж; 5 - экран из электропроводящей резины

7.2.4. Перерезать экран по месту повреждения, раскрутить до бандажа и обрезать.

7.2.5. К одному из бандажей припаять равномерно по окружности три пряди из медных луженых проволок диаметром 0,3 мм (рис. 16, а). Число проволок в каждой пряди зависит от сечения основных жил и должно быть выбрано в соответствии с табл. 9.

7.2.6. Пряди проволок наложить плотной ровной обмоткой так, чтобы они прилегали друг к другу. Концы прядей припаять к другому проволочному бандажу (рис. I6, б).

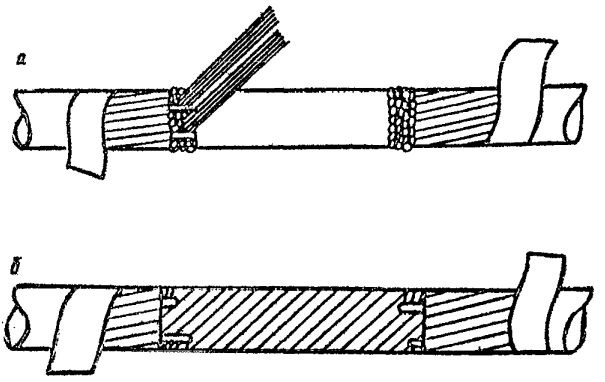



Рис. I6. Восстановление металлического экрана

Таблица 9

| Сечение основных жил кабеля, мм² | Число проволок в пряди |
|---|---|
| I0-25 | 20-25 |
| 35-70 | 30-35 |
| 95-I50 | 40-45 |

7.2.7. Ремонтируемый участок металлического экрана жилы обмотать прорезиненной тканевой лентой и закрепить ее концы двумя-тремя витками липкой ПВХ ленты.

7.2.8. Закрутить жилы кабеля до первоначального шага скрутки и восстановить оболочку, руководствуясь указаниями подраздела 7.I.

## 7.3. Ремонт изоляции жилы

7.3.I. Подлежащий ремонту участок кабеля закрепить в горизонтальном положении и разделать согласно указаниям пп. 7.I.7 и 7.I.8.

7.3.2. Раскрутить кабель и отделить неисправную жилу. Прорезиненную тканевую ленту и металлический экран удалить согласно указаниям пп. 7.2.3 и 7.2.4, освободив поврежденный участок изоляции.

7.3.3. На изоляции сделать ножом два кольцевых и два продольных надреза, после чего поврежденный участок изоляции удалить ножом и плоскогубцами (рис. I7). Максимальная длина ремонтируемого участка изоляции $L$ должна быть не более указанной в табл. I0. Надрезы следует делать так, чтобы не повредить проволоки жилы.

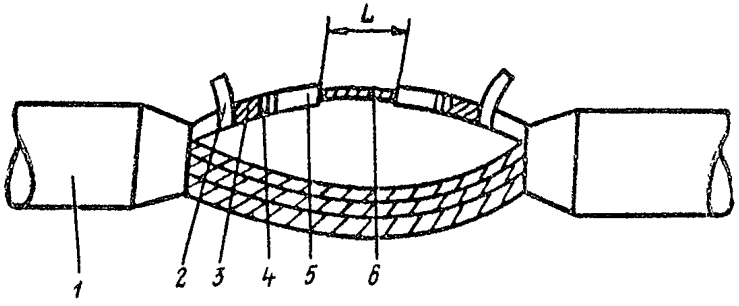



Рис. I7. Подготовка кабеля для ремонта изоляции:
I - шланговая оболочка; 2 - прорезиненная тканевая лента; 3 - металлический экран; 4 - проволочный бандаж; 5 - наружный электропроводящий экран; 6 - токопроводящая жила

Таблица I0

| Сечение токопроводящих жил кабеля, мм² | | Максимальная длина ремонтируемого участка изоляции $L$, мм | Длина участка изоляции, срезаемой на конус $\ell$, мм |
|---|---|---|---|
| основных | заземления | | |
| - | 6; I0 | 60 | I5 |
| I0; I6 | I6 | 60 | 20 |
| 25 | 25; 35; 50 | 80 | 25 |
| 35; 50 | - | I00 | 30 |
| 70 | - | I08 | 35 |
| 95; I20; I50 | - | I36 | 40 |

7.3.4. Электропроводящий экран и изоляцию срезать на конус (рис. I8) на участке длиной $\ell$ (см. табл. I0). Поверхность среза зачистить драчевым напильником и обработать ровно по окружности.

7.3.5. Участок жилы L (рис. I9) плотно обмотать с 50%-ным перекрытием витков одним слоем ленты из электропроводящей резины ПШп-40 шириной I5-20 мм.

Примечание. Резину перед употреблением разрезать на ленты длиной 0,5 м, протереть с обеих сторон чистой ветошью, смоченной бензином, и подсушить в течение 2-3 мин.

7.3.6. На зачищенную поверхность изоляции нанести тонкий слой резинового клея и дать ему подсохнуть в течение 5-I0 мин.

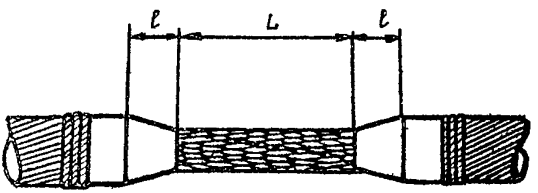



Рис. I8. Подготовка изоляции жилы к ремонту

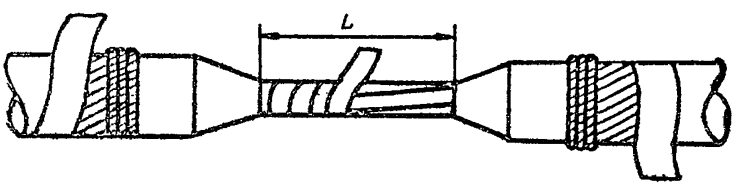



Рис. I9. Восстановление внутреннего электропроводящего экрана

На восстановленный электропроводящий экран наложить изоляционную резину ПИ-35, а для кабелей марки КШВГТ - резину ВП-4I в виде лент шириной I5-20 мм с 50%-ным перекрытием витков. Резиновая лента должна быть наложена ровно, без складок и постепенно заходить на конусные срезы основной изоляции. Намотку вести до тех пор, пока наружный диаметр восстанавливаемой изоляции не будет на 5 мм превышать диаметр жилы наружного электропроводящего экрана (рис. 20). Последний слой ленты должен подходить вплотную к обработанному по окружности срезу наружного электропроводящего экрана.

Примечание. Резину необходимо разрезать на ленты длиной 0,5-0,6 м вдоль резинового полотна. Перед применением ленты протереть с обеих сторон чистой ветошью, смоченной бензином, и просушить в течение 2-3 мин.

7.3.7. При вулканизации в паровом вулканизаторе длина ремонтируемого участка определяется длиной паровой камеры. Диаметр намотки должен превышать диаметр изолированной жилы на 1-2 мм. Для вулканизации отремонтированного участка изоляции необходимо выбрать вкладыши соответствующего размера. Цифровая маркировка на поверхности вкладышей должна соответствовать сечению основных жил кабеля ($мм^2$).

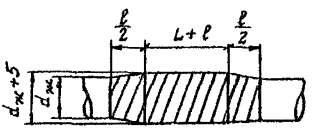



Рис. 20. Участок изолированной жилы подготовлен к вулканизации

7.3.8. Завулканизировать отремонтированный участок изоляции в паровом, электрическом или индукционном вулканизаторах (см. приложение 5). Ремонтируемый участок изоляции выдержать при температуре 150±5°С в течение 15-20 мин.

7.3.9. Восстановить наружный электропроводящий экран отремонтированного участка изоляции намоткой одного слоя ленты из резины ПШ-40 с 50%-ным перекрытием витков, руководствуясь указаниями п.7.3.5.

7.3.10. Восстановление металлического экрана, прорезиненной тканевой ленты каждой жилы и шланговой оболочки выполнить согласно указаниям подразделов 7.1 и 7.2.

7.3.11. Ремонт изоляции вспомогательной жилы кабелей КШВГВ должен производиться так же как и основной, только без применения электропроводящей резины.

## 7.4. Соединение токопроводящих жил с помощью медных гильз

7.4.1. Концы кабелей, подготавливаемые к соединению, обрезать ножовкой.

7.4.2. На участке длиной не менее 500 мм от торца кабеля поверхность оболочки очистить от загрязнений и протереть чистой ветошью, смоченной в бензине.

7.4.3. На расстоянии А (табл. II) от торца кабеля надрезать ножом оболочку у кабелей КШВГ и оболочку и поясной экран

Таблица II

| Число и сечение жил кабеля, шт. х мм² | Длина А оболочки, удаляемой с концов кабеля, мм |
|---|---|
| 3хI0 + Iх6 | I50 |
| 3хI6 + Iх6 | I50 |
| 3х25 + IхI0 | I65 |
| 3х35 + IхI0 | I80 |
| 3х50 + IхI6 | I80 |
| 3х70 + IхI6 | I85 |
| 3х95 + Iх25 | 245 |
| 3хI20 + Iх35 | 245 |
| 3хI50 + Iх50 | 245 |

у кабелей КШВГЭ по окружности и вдоль кабеля так, чтобы не повредить экраны и изоляцию жил, и снять ее (рис. 2I).

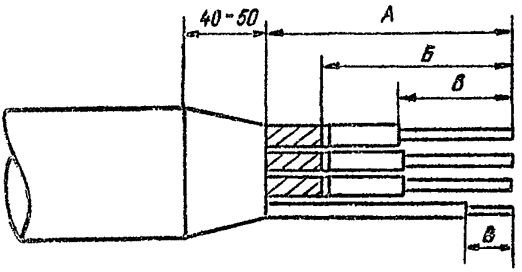



Рис. 2I. Схема разделки конца кабеля перед соединением

7.4.4. Края оболочки срезать на конус на длине 40–50 мм. Срезанную на конус оболочку и прилегающий к ней участок зачистить драчевым напильником до образования шероховатой поверхности.

7.4.5. Раскрутить изолированные жилы и выпрямить их. Размотать прорезиненную тканевую ленту кабеля КШВГ до оболочки и обрезать.

7.4.6. На расстоянии *Б* (см. рис. 2I и табл. I2) от торца каждой жилы кабеля КШВГ забандажировать металлические экраны двумя-тремя витками прядей, скрученных из 8-I0 медных проволок. Концы прядей соединить скручиванием.

Таблица I2

| Сечение токопроводящих жил кабеля, мм² | Расстояние от торца жилы до бандажа на металлическом экране *Б*, мм | Расстояние от торца жилы до среза изоляции *В*, мм |
|---|---|---|
| 6; I0; I6 | 75-80 | 30 |
| 25 | I20-I30 | 40 |
| 35; 50 | I20-I30 | 50 |
| 70 | I20-I30 | 55 |
| 95; I20; I50 | I50-I60 | 70 |

7.4.7. На расстоянии *В* (см. табл. I2) от торца каждой жилы надрезать ножом резиновую изоляцию с электропроводящими экранами по окружности и вдоль жилы и снять их. Изоляция с внутренним электропроводящим экраном с концов токопроводящих жил должна быть удалена как можно тщательнее, так как от этого зависит качество соединения жил кабеля.

7.4.8. Аналогичным способом подготовить к соединению другой кабель.

Примечание. При использовании парового вулканизатора разделку концов кабеля производить согласно указаниям пп. 7.5.I-7.5.5. Величина *В* выбирается по табл. I2.

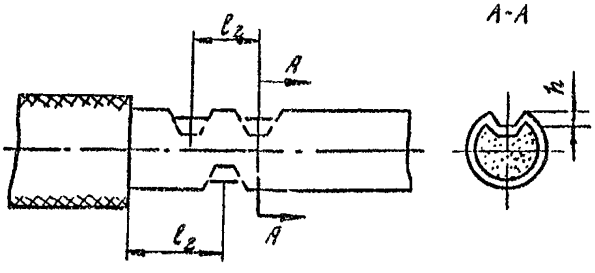



Рис. 22. Схема закрепления соединительной гильзы на жиле опрессовкой

7.4.9. На токопроводящие жилы (рис. 22) одного кабеля надеть до среза изоляции гильзы соответствующего размера (табл. I3) и закрепить их на жилах тремя вдавливаниями с помощью ручных клещей типа ПК-I, ПК-2 или ручного гидравлического пресса.

Таблица I3

| Сечение жилы, мм$^2$ | Размеры гильзы, мм | | | Обозначение по ГОСТ 7388-70 | $\ell_2 / \frac{\ell}{2}$ (см. рис. 20 | Глубина вдавливания пуансона (не менее), мм |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | внутренний диаметр | внешний диаметр | длина $\ell$ | | | |
| 6 | 4,0 | 6,0 | 60 | 4-60 | I5/30 | 3,0 |
| I0 | 5,0 | 8,0 | 60 | 5-60 | I5/30 | 3,0 |
| I6 | 7,0 | I0,0 | 80 | 7-80 | 20/40 | 3,0 |
| 25 | 8,0 | II,0 | 80 | 8-80 | 20/40 | 3,5 |
| 35 | I0,0 | I3,0 | I00 | I0-I00 | 25/50 | 5,0 |
| 50-70 | I3,0 | I6,0 | II0 | I3-II0 | 27/54 | 7,0 |
| 95 | I5,0 | I9,0 | I40 | I5-I40 | 35/70 | 8,0 |
| I20 | I8,0 | 24,0 | I40 | I8-I40 | 35/70 | 9,0 |
| I50 | I9,0 | 25,0 | I40 | I9-I40 | 35/70 | 9,0 |

7.4.I0. Ввести до упора в соединительные гильзы соответствующие жилы второго кабеля и также закрепить тремя вдавливаниями (рис. 23). Вместо вдавливания можно пропаять гильзы оловянисто-свинцовым припоем ПОС-40.

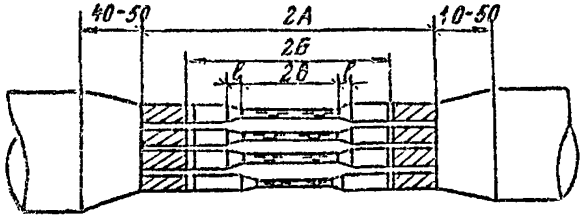



Рис. 23. Схема соединения жил двух отрезков кабелей

7.4.II. На участке длиной $\ell$ (см. табл. I0) от торца соединительных гильз изоляцию и электропроводящий экран срезать на конус. Поверхность среза зачистить драчевым напильником и обработать ровно по окружности.

7.4.I2. Соединение вспомогательных жил кабелей производится также как и основных с помощью медных гильз.

## 7.5. Соединение токопроводящих жил кабелей, наматываемых на кабельный барабан

7.5.I. Подготовка концов кабеля к соединению производится согласно указаниям пп. 7.4.I и 7.4.2.

7.5.2. На расстоянии $A_1$ (рис. 24, табл. I4) от торца кабеля надрезать ножом защитную оболочку по окружности и вдоль кабеля так, чтобы не повредить экраны и изоляцию жил, и удалить ее. Подгонка к соединению жилы заземления и вспомогательной жилы производится после спайки основных жил кабеля.

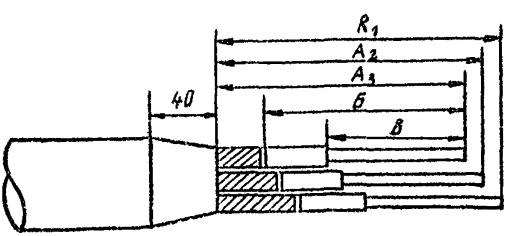



Рис. 24. Схема разделки конца кабеля перед соединением

7.5.3. Подготовку концов основных жил кабеля к соединению осуществить согласно указаниям пп. 7.4.4-7.4.7 в соответствии с рис. 24 и табл. I4.

7.5.4. На каждую токопроводящую жилу около границы среза изоляции наложить временный бандаж из проволоки диаметром I,5 мм.

7.5.5. Уложить разделанные концы соединяемых кабелей друг против друга и, совместив концы основных токопроводящих жил, убедиться в правильности их раскроя. При необходимости произвести подгонку длины жил.

7.5.6. Соединяемые концы кабелей закрепить в кондукторе на монтажном столе для предотвращения смещения.

7.5.7. Последовательно отогнуть стренги внешнего повива на прямой угол. В кабелях сечением 35 мм$^2$ и выше (девятнадцатистренговая жила) на расстоянии I5-20 мм от среза изоляции наложить второй проволочный бандаж на внутренний повив и отогнуть его стренги от центральной.

Таблица I4

| Сечение основных жил кабеля, мм$^2$ | Длина основных жил, оставляемых при разделке, мм | | | Расстояние от торца жилы до бандажа на экране $Б$, мм | Длина участка изоляции, удаляемой с основных жил $В$, мм |
|---|---|---|---|---|---|
| | $А_1$ | $А_2$ | $А_3$ | | |
| I0 | 300 | 240 | I80 | I30 | I00 |
| I6 | 300 | 240 | I80 | I30 | I00 |
| 25 | 450 | 350 | 250 | 200 | I50 |
| 35 | 450 | 350 | 250 | 200 | I50 |
| 50 | 450 | 350 | 250 | 200 | I50 |
| 70 | 450 | 350 | 250 | 200 | I50 |
| 95 | 500 | 400 | 300 | 240 | I80 |
| I20 | 500 | 400 | 300 | 240 | I80 |
| I50 | 500 | 500 | 300 | 240 | I80 |

7.5.8. Центральные стренги соединяемых жил обрезать на длину $\frac{В}{2}$ (см. рис. 24 и табл. I4), концы смочить раствором буры и пропаять припоем ПСР-45. Спайка стренг производится горелкой ГСМ-63 с насадкой № I. В летнее время применяется ацетилен (генератор АСМ-I-58), в зимнее - пропан-бутан. При спайке используется медно-серебряный припой (ПСР-45) в виде проволоки диаметром I мм или полосы IxI мм.

7.5.9. Торцы пропаянных центральных стренг сгладить надфилем, затем снова смочить раствором буры, состыковать и пропаять припоем ПСР-45 (рис. 25). В месте спайки стренг не должно быть утолщений.

7.5.I0. Пайку других стренг по повивам производить аналогично, руководствуясь указаниями, изложенными в пп. 7.5.8 и 7.5.9, распределяя места спайки равномерно по всей длине соединения. Перед спайкой стренг внешнего и внутреннего повивов необходимо восстановить шаг их скрутки. Шаг скрутки стренг должен быть равен I4 диаметрам для внутреннего повива и I6 диаметрам для

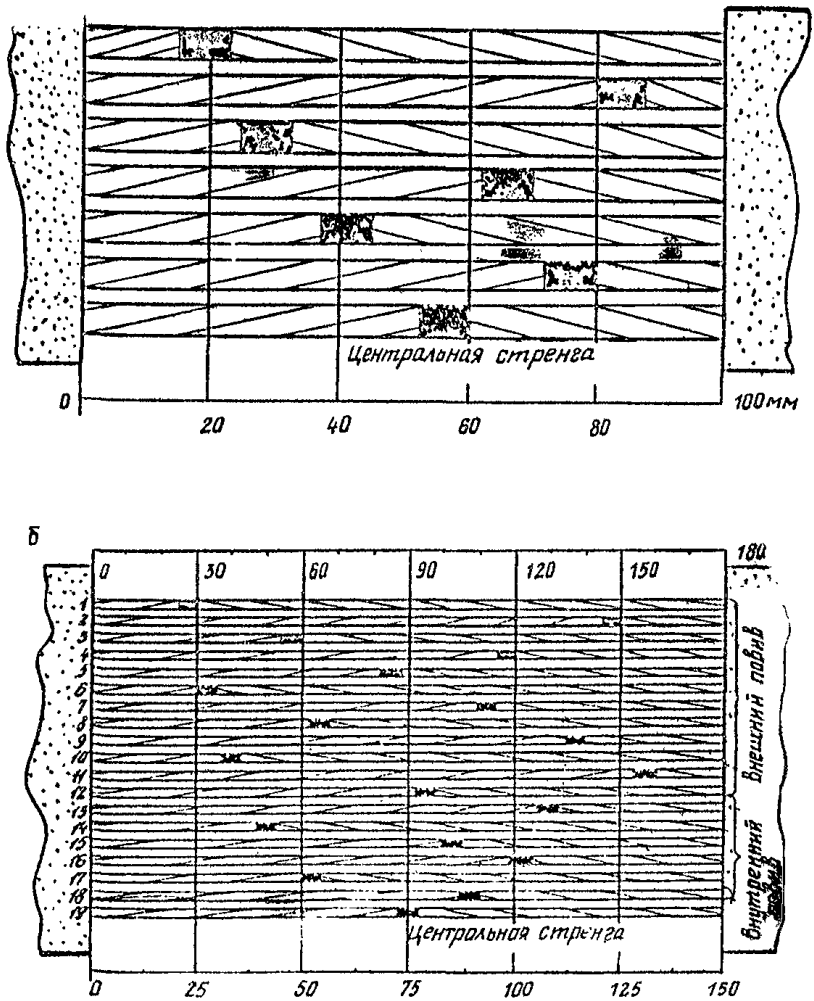



Рис. 25. Схема расположения мест спайки стренг:
а - семистреновая жила; б - девятнадцатистренговая жила

внешнего повива. Для облегчения сближения торцов соединяемых стренг и защиты от пламени горелки ранее спаянных стренг необходимо изогнуть и вставить между стренгами асбестовую пластинку.

7.5.II. На спаянную жилу наложить бандажи из медной проволоки на расстоянии 40-50 мм друг от друга.

## 7.6. Восстановление изоляции жил, экранов и оболочки при соединении отрезков кабеля

7.6.I. Внутренний электропроводящий экран, изоляцию и наружный электропроводящий экран жил кабелей восстановить, руководствуясь указаниями подраздела 7.3; металлический экран кабелей КШВГ восстановить, следуя указаниям подраздела 7.2.

7.6.2. Оболочку и поясной экран из электропроводящей резины (кабели КШВГ) восстановить, следуя указаниям подраздела 7.I.

Приложение I

## П Е Р Е Ч Е Н Ь

оборудования, инструмента и спецодежды, необходимых при ремонте, соединении и концевых заделках кабелей

| | ГОСТ или ТУ | Назначение |
|---|---|---|
| Тиски слесарные параллельные | ГОСТ 4045-57 | Закрепление кабеля при разделке |
| Паяльная лампа керосиновая емкостью I,0-I,5 л | ТУ 62-62 | Отогрев концов кабеля при низких температурах |
| Рулетка металлическая (I м) или линейка металлическая (0,5 м) | ГОСТ 7502-69<br>ГОСТ 427-56 | Разметка концов кабеля |
| Штангенциркуль на I50 мм | ГОСТ I66-73 | То же |
| Ножовка по металлу | ГОСТ 6645-68 | Обрезка концов |
| Нож монтерский МН-2 | ГОСТ 6776-68 | Разделка концов |
| Плоскогубцы или пассатижи 200-миллиметровые | ГОСТ 7236-73<br>ГОСТ I7438-72 | То же |
| Ножницы хозяйственные | | -"- |
| Напильник плоский драчевый | ГОСТ I465-69 | Обработка изоляции и оболочки |
| Горелка газовая | | Спайка стренг при гибком соединении жил |
| Очки предохранительные (темные) | | Защита глаз |
| Гидравлический (ручной) пресс | | Опрессование гильз и наконечников |
| Вулканизатор паровой или электрический со сменными вкладышами | | Вулканизация участков изоляции, оболочки концевых заделок |
| Рукавицы брезентовые | | Спецодежда |
| Халат хлопчатобумажный | | То же |

Приложение 2

## П Е Р Е Ч Е Н Ь

материалов, необходимых для выполнения ремонта, соединений и концевых заделок кабелей

| Наименование материалов, размеры | ГОСТ или ТУ | Назначение |
|---|---|---|
| Резина починочная изоляционная ПИ-35 толщиной 0,40-0,45 мм | ТУ 16-503-III-17 | Восстановление изоляции и выполнение концевых заделок |
| Резина починочная электропроводящая ПЭПМ-40 толщиной 0,4-0,5 мм | ТУ 16-503-III-77 | Восстановление электропроводящих экранов |
| Резина починочная ПМ-50 толщиной 3,0-3,5 мм | ТУ 16-503-III-77 | Восстановление изоляции и выполнение концевых заделок |
| Резина починочная изоляционная ВП-41 толщиной 0,65-0,80 мм | ТУ 16-503-III-77 | Восстановление изоляции и выполнение концевых заделок |
| Резина починочная ШНТ-50 толщиной 3,0-3,5 мм | Должна соответствовать требованиям ОСТ 160.505.015-79 и ГОСТ 15154-75 | Восстановление и заделка концов оболочки кабеля КШВГ-т |
| Лента поливинилхлоридная изоляционная, липкая | ГОСТ 16214-70 | Бандаж проволок экранов и жил, защита починочных резин и заделка корешка оболочки |
| Трубка из кремнийорганической резины (ТКР) | ТУ 16-503-69 | Заделка концов жил |
| Медная мягкая проволока диаметром 0,8-1,0 мм | ГОСТ 2112-62 | Бандажирование экранов |
| Наконечники медные | ГОСТ 7386-69 | Оконцевание жил |
| Гильзы медные | ГОСТ 7388-70 | Соединение жил |
| Оловянно-свинцовый припой (не ниже ПОС-40) | ГОСТ 1499-70 | Спайка проволок экранов |
| Медно-серебряный припой ПСР-45 | ГОСТ 19738-74 | Спайка стренг жил |
| Бура техническая | ГОСТ 8429-77 | Флюс при спайке |
| Канифоль техническая | ГОСТ 19113-73 | То же |
| Керосин осветительный | ГОСТ 4353-68 | Прогрев конца кабеля |
| Ватошь обтирочная | ГОСТ 5351-68 | Протирка изоляции и оболочки |

## Норма расхода основных материалов (кг) на выполнение 100 ремонтов или соединений кабелей КШНГ (без учета отходов)

| Сечение основных жил, мм² | Резина ПШ-50 и ШНТ-50 для ремонта оболочки длиной 600 мм | Резина ПШ-40 для ремонта поясного экрана длиной 500 мм | Соединение двух отрезков кабелей | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | с помощью медных гильз | | | | постренговой пайкой жил | | | | |
| | | | починочная резина марки | | | припой ПОС-60 для спайки экранов | починочная резина марки | | | припой ПОС-60 для спайки экранов | припой ПСР-45 для пайки стренг |
| | | | ПИ-35 | ПШ-50 | ПШ-40 | | ПИ-35 | ПШ-50 | ПШ-40 | | |
| 10 | 121 | 29,1 | 4,6 | 88 | 1,0 | 0,3 | 7,1 | 105 | 1,6 | 0,3 | 0,7 |
| 16 | 127 | 33,1 | 5,6 | 95 | 1,2 | 0,3 | 8,0 | 111 | 2,0 | 0,3 | 0,9 |
| 25 | 134 | 37,0 | 8,1 | 105 | 1,7 | 0,3 | 9,0 | 117 | 2,3 | 0,3 | 1,4 |
| 35 | 144 | 43,2 | 12,2 | 120 | 2,5 | 0,4 | 15,5 | 180 | 3,3 | 0,4 | 1,7 |
| 50 | 171 | 47,2 | 13,1 | 143 | 2,8 | 0,4 | 16,7 | 210 | 4,0 | 0,4 | 2,5 |
| 70 | 190 | 62,6 | 17,5 | 165 | 3,7 | 0,4 | 22,4 | 230 | 4,8 | 0,4 | 3,0 |
| 95 | 226 | 68,5 | 23,6 | 235 | 4,8 | 0,5 | 28,8 | 230 | 6,0 | 0,5 | 3,5 |
| 120 | 260 | 79,3 | 26,5 | 280 | 5,5 | 0,5 | 32,5 | 380 | 7,0 | 0,5 | 4,2 |
| 150 | 280 | 92,2 | 30,0 | 300 | 6,2 | 0,5 | 36,5 | 405 | 8,0 | 0,5 | 5,0 |

Примечания. 1. При вулканизации изоляции или оболочки в паровых вулканизаторах используется миткалевая или аналогичная ей лента, расход которой составляет 15% от расхода изоляционной или починочной резины.

2. Расход соединительных гильз определяется из расчета 4 гильзы на одно соединение.

3. Расход изоляционной починочной резины ПИ-35 на выполнение 100 ремонтов или соединений вспомогательной жилы составляет 1,5 кг.

4. Расход гильз для соединения вспомогательной жилы определяется из расчета одна гильза на одно соединение.

Нормы расхода основных материалов (кг) на выполнение
100 концевых заделок кабелей КШВГ (без учета отходов)

| Сечение основных жил, мм² | Способ выполнения заделок жил | | | | | | | | Починочная резина ПШ-50 для заделки корешка кабеля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | с помощью гильз | | | обмотка починочной резиной | | с помощью ТКР | | | |
| | починочная резина | | липкая изоляционная лента | ПИ-35 НТ-41 | ПШ-40 | внутренний диаметр ТКР, мм | ТКР | липкая изоляционная лента | |
| | ПИ-35 НТ-41 | ПШ-40 | | | | | | | |
| 10 | 3,1 | 3,2 | 5,2 | 6,2 | 1,5 | 9 | 4,5 | 3,0 | 20 |
| 16 | 3,5 | 3,7 | 5,6 | 6,6 | 1,8 | 10 | 5,1 | 3,6 | 21 |
| 25 | 3,9 | 4,3 | 6,8 | 7,0 | 2,5 | 11 | 5,6 | 4,1 | 23 |
| 35 | 4,7 | 5,0 | 7,4 | 7,8 | 3,1 | 13 | 8,4 | 4,8 | 24 |
| 50 | 5,1 | 5,3 | 8,3 | 9,1 | 3,6 | 14 | 9,0 | 5,3 | 28 |
| 70 | 6,1 | 6,0 | 9,0 | 10,1 | 4,0 | 16 | 10,2 | 5,9 | 31 |
| 95 | 6,6 | 6,5 | 9,8 | 10,6 | 4,3 | 18 | 12,0 | 6,6 | 36 |
| 120 | 7,4 | 7,6 | 11,0 | 12,3 | 4,7 | 20 | 15,5 | 7,7 | 54 |
| 150 | 8,3 | 8,5 | 12,0 | 13,7 | 5,1 | 22 | 17,0 | 8,2 | 49 |

Примечания. 1. Расход наконечников и электроизоляционных гильз определяется из расчета 4 наконечника и 3 гильзы на одну концевую заделку соответственно.

2. Расход липкой изоляционной ленты на заделку корешка кабеля на 15% меньше расхода починочной резины.

3. Расход наконечников напрессовки на вспомогательную жилу определяется из расчета один наконечник на каждую концевую заделку.

# КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ
## об особенностях принципа действия и эксплуатации вулканизаторов для выполнения концевых заделок, ремонта и соединения гибких кабелей

### Вулканизатор паровой

Паровые вулканизаторы по сравнению с известными электрическими имеют следующие преимущества:

нет необходимости в строгой увязке размеров внутренней полости вулканизатора с размерами ремонтируемого кабеля;

упрощена система регулировки температуры;

допускается нагрев теплоносителя от внешнего источника (газовой горелки, паяльной лампы, костра);

достигается высокое качество вулканизации за счет равномерного подвода тепла и создания необходимого давления.

НИКИ г. Томска разработана техническая документация на три типа паровых вулканизаторов: ВПЖ - для вулканизации изоляции и концевых заделок отдельных жил; ВП - для вулканизации оболочек, изоляции и концевых заделок всех жил одновременно; ВПК - для вулканизации концевых заделок кабелей. В настоящее время вулканизаторы промышленностью не выпускаются, но могут быть изготовлены самими предприятиями, эксплуатирующими кабели, так как эти вулканизаторы очень просты по конструкции.

Технические характеристики вулканизаторов приведены в таблице.

В соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением" изготовление и эксплуатация данных вулканизаторов не требуют согласования с органами Госгортехнадзора, так как емкость их менее 25 л и произведение емкости в литрах на давление в атмосферах менее 200 (см.п.I-I-2а).

Вулканизация починочной резины происходит в паровой среде в герметически закрытой полости, образованной при смыкании верхней и нижней частей вулканизатора после закладки между ними изделия. Нагрев и испарение воды и поддержание избыточного давления пара достигается за счет тепла, поступающего от встроенных электронагревательных элементов или от корпуса вулканизатора,

если используются внешние источники тепла. Требуемые давление и температура пара поддерживаются с помощью регулировочного клапана.

Герметизация паровой камеры осуществляется с помощью уплотнений из невулканизированной починочной резины на контактируемых поверхностях и на участках кабеля, приходящихся на входные отверстия вулканизатора, а также плотным сжатием частей вулканизатора с помощью винтов.

| Наименование показателя | Тип вулканизатора | | |
|---|---|---|---|
| | ВПЖ | ВП | ВПК |
| Рабочая длина паровой камеры, мм | 450 | I000 | I000 |
| Максимальный диаметр, мм: | | | |
| изолированной жилы | 40 | - | - |
| оболочки кабеля | - | 90 | II0 |
| Напряжение питания, В | 220 | 220 | 220 |
| Потребляемая мощность, кВт | 0,6 | 5,0 | I,6 |
| Температура вулканизации, град | I5I | I5I | I5I |
| Время вулканизации, мин | I0 | I0 | I0 |
| Количество заливаемой воды, л | 0,5 | 3 | 2 |
| Давление пара, МПа | 0,39(4) | 0,39(4) | 0,39(4) |
| Габаритные размеры, мм: | | | |
| длина | 540 | I045 | II40 |
| высота | 2I0 | 5I5 | 484 |
| ширина | 260 | 350 | 200 |
| Масса, кг | 23 | 70 | 40 |

Принципиальные устройства вулканизаторов ВПЖ, ВП и ВПК показаны на рис. I, 2 и 3 соответственно.

Зажатие кабеля в вулканизаторе ВПК (см. рис. 3), необходимое для преодоления выталкивающего усилия пара, осуществляется с помощью диаметрально расположенных относительно входного отверстия зажимов, состоящих из укрепленных на кронштейнах кулачков, положение которых в состоянии зажатия фиксируется стопорами. При ремонте и вулканизации концевых заделок кабелей, диаметр которых меньше диаметра входного отверстия вулканизатора на 20 мм и более, предусмотрено применение вкладышей.

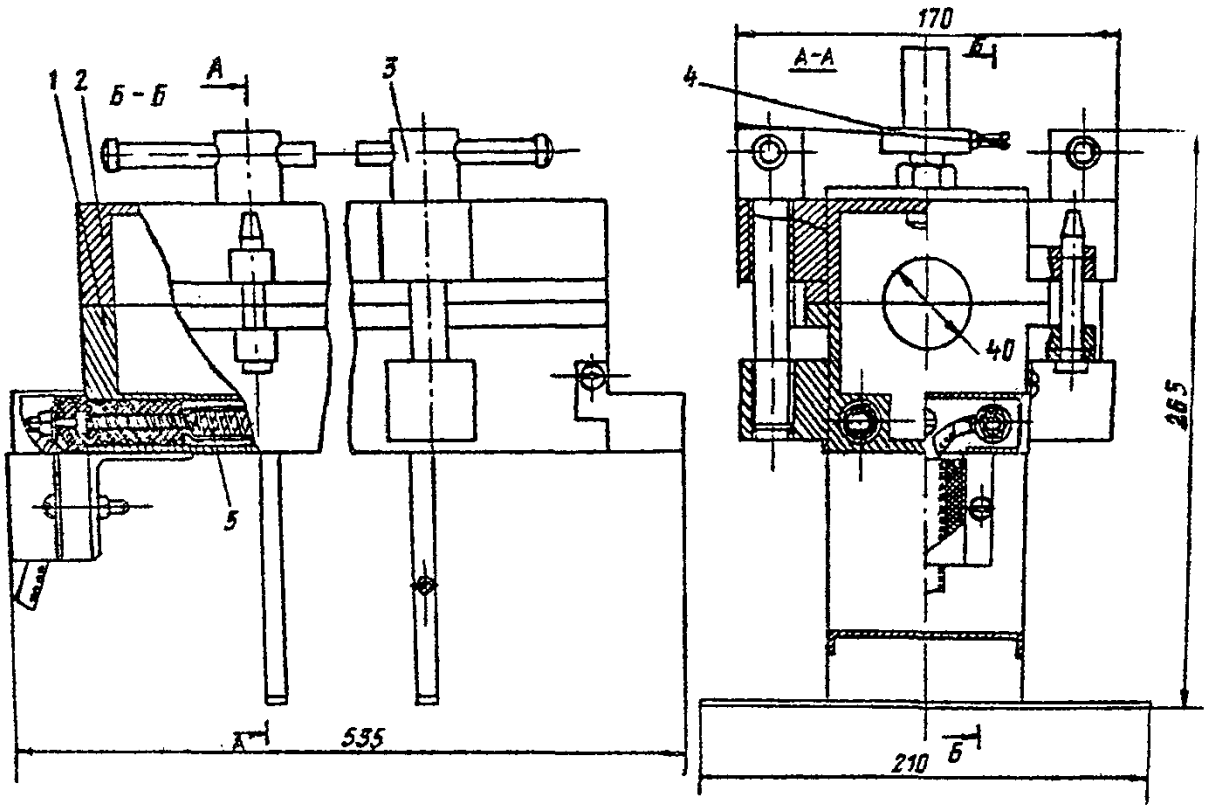



Рис. I. Схема вулканизатора парового ВПК для ремонта кил:

I - корпус; 2 - крышка; 3 - прижимной болт; 4 - клапан; 5 - электронагреватель

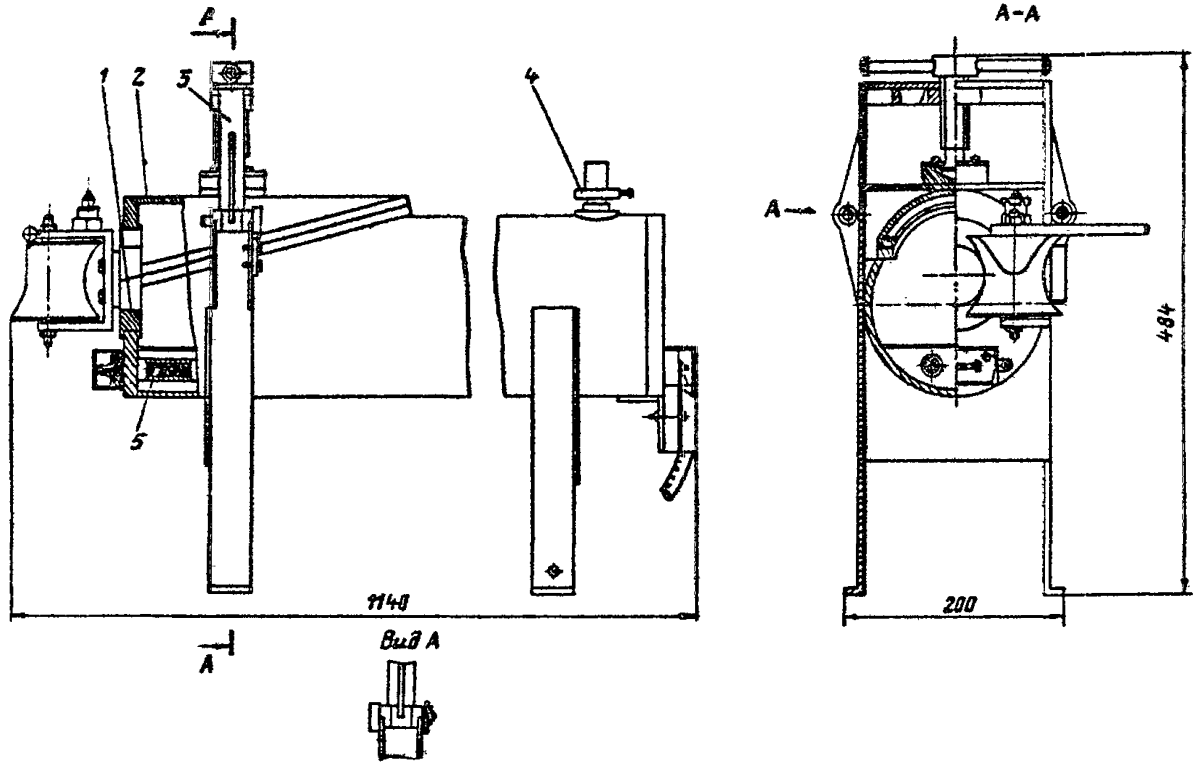



Рис. 2. Схема вулканизатора парового НП для ремонта оболочек и изоляции них:

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – прижимной болт; 4 – хомут; 5 – электронагреватель

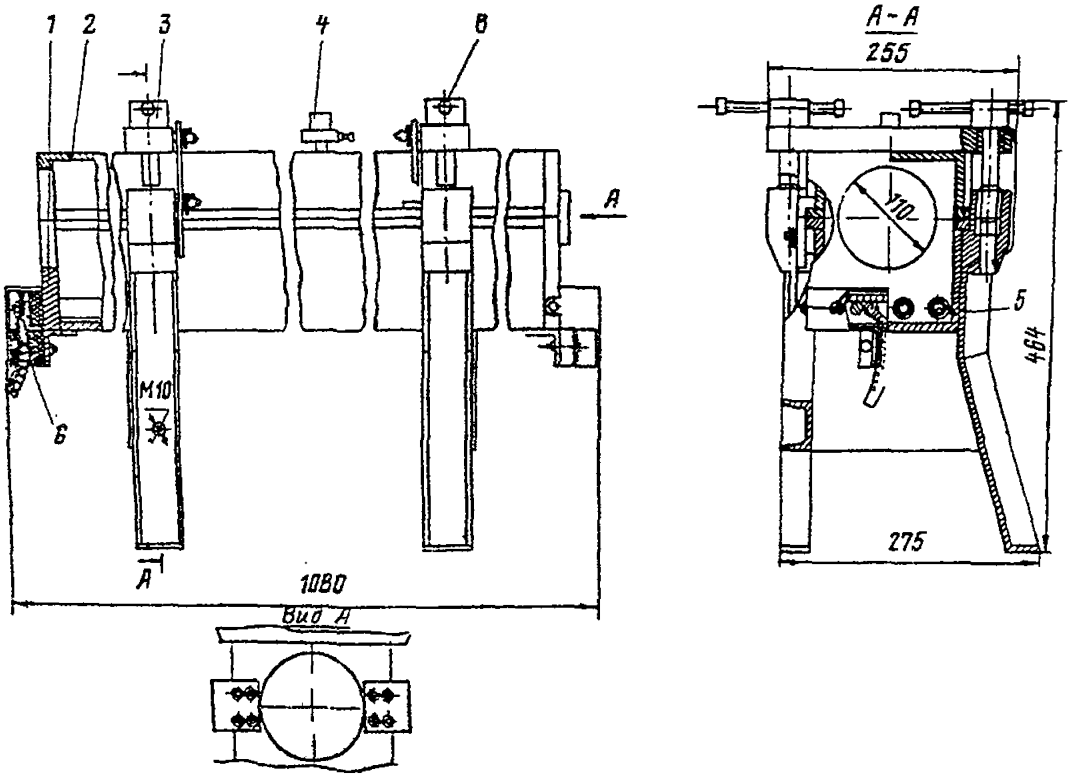



Рис. 3. Схема вулканизатора паровой АПК для выполнения концевых заделок:

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – прижимное устройство; 4 – клапан; 5 – электронагреватель; 6 – стопорное устройство

Вулканизация концевых заделок в вулканизаторе ВИ производится при одном закрытом отверстии. Регулировка давления пара осуществляется клапаном.

Порядок выполнения работ на трех типах вулканизаторов одинаков и состоит из следующих операций.

В нижнюю полость паровой камеры залить воду и, ориентируясь по ее уровню, установить вулканизатор горизонтально. Вулканизатор включить в сеть или начать его нагрев от внешнего источника тепла за 20 мин до начала вулканизации.

Предварительно подготовленный участок кабеля плотно обмотать с 50%-ным перекрытием витков двумя-тремя слоями ленты из миткаля или другого подобного материала. В зависимости от диаметра и сложности профиля обматываемой поверхности ширина лент выбирается в пределах от 20 до 50 мм.

На участках кабеля, приходящихся на входные отверстия вулканизатора, намотать уплотнения из невулканизированной изоляционной или починочной резины диаметром, превышающим диаметр входных отверстий вулканизатора на 10-15 мм.

При вулканизации концевых заделок в вулканизаторах ВИ и ВПК торцы изолированных жил следует загерметизировать, для чего обернуть их сначала миткалем, затем починочной изоляционной резиной в три-четыре слоя так, чтобы обмотка резиной заходила дальше, чем обмотка миткалем, на 20-30 мм.

При одновременной вулканизации изоляции всех жил кабеля в вулканизаторе ВИ торцы оболочки, обращенные внутрь вулканизатора, также должны быть загерметизированы.

Открыть крышку вулканизатора, заложить кабель в корпус, по периметру разъема уложить два-три слоя починочной изоляционной резины, закрыть крышку и плотно прижать к корпусу болтами. Для уплотнения используется лента шириной 20-30 мм. Лента должна свисать поровну на обе стороны фланца корпуса. Приподнять подвижную часть клапана и зафиксировать ее в нерабочем положении. Довести воду в вулканизаторе до кипения, выдать 3-5 мин и окончательно затянуть болты. Опустить клапан в рабочее положение и вести нагрев до начала работы клапана, т.е. до начала выхода пара через его спускные отверстия. При бурном кипении воды следует периодически останавливать нагрев до прекращения выхода пара через клапан. Вулканизацию осуществлять в течение 20-25 мин, после чего закончить нагрев и охладить вулканизатор до $+100^{\circ}C$, т.е. до прекращения выхода пара через клапан при его приподнима-

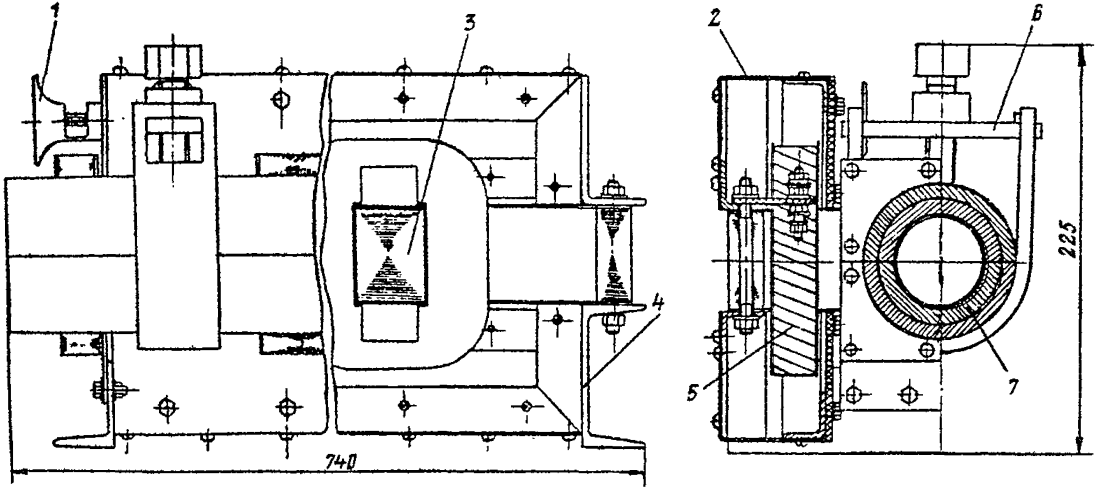



Рис. 4. Конструкция индукционного вулканизатора для ремонта кабелей КШБГ:

1 - кабельный ввод; 2 - кожух; 3 - шихтованный магнитопровод; 4 - станина; 5 - катушка индуктора; 6 - струбцина; 7 - разъемная пресс-форма со сменными вкладышами

нии. Открыть вулканизатор, с завулканизированного участка кабеля снять миткалевую обмотку, проверить качество вулканизации: нажать на поверхность тупым предметом и убедиться, что вмятины после этого не остается. Осторожно, не повреждая нижележащих слоев, снять ранее намотанные на кабель уплотнения, предварительно сделав тангенциальный к поверхности кабеля надрез.

## Вулканизатор индукционный ВИК-I

В основу устройства и работы вулканизатора положен принцип индукционного нагрева ферромагнитных тел вихревыми токами. Тепло от нагретой пресс-формы передается ремонтируемому кабелю через алюминиевые вкладыши.

Техническая характеристика вулканизатора

| | |
|---|---|
| Исполнение | Общепромышленное |
| Защита от внешних воздействий | IP 33 |
| Напряжение, В | 220, 380 |
| Номинальная мощность, кВт | 3 |
| Время нагрева пресс-формы до установившейся температуры, мин | Не более 60 |
| Рабочая температура нагрева пресс-формы, град | I55±5 |
| Максимальный диаметр кабеля, мм | 46÷92 |
| Длина ремонтируемого участка, мм | До 720 |
| Габаритные размеры, мм | 740x480x480 |
| Масса, кг | 78 |
| Изготовитель | Новомосковский энергомеханический завод |

Вулканизатор (рис. 4) состоит из составного корпуса, шихтованного магнитопровода, двух катушек, укрепленных на стержнях, магнитопровода и пресс-формы с набором сменных алюминиевых вставок.

Магнитопровод вулканизатора выполнен из электротехнической стали марки Э-4I и жестко закреплен на основании. На средних стержнях магнитопровода расположены две катушки, которые включены параллельно и согласно.

Сжатие половин пресс-формы осуществляется зажимным устройством типа струбцины.

Вулканизатор соединяется с электрической сетью через кабельный ввод. Охлаждение магнитопровода и катушек естественное, воздушное.

Вулканизатор снабжен автоматическим терморегулятором. Отсутствие резисторов, нагреваемых до высокой температуры, обеспечивает его высокую надежность и пожаробезопасность.

## Аппарат АШИК для испытания кабелей повышенным импульсным напряжением

Аппарат для испытания шахтных кабелей АШИК предназначен для испытаний на электрическую прочность изоляции повышенным импульсным напряжением обесточенных кабельных линий до 6 кВ с бумажно-масляной, резиновой или пластмассовой изоляцией на поверхности угольных шахт и разрезах.

С помощью аппарата АШИК проводят испытания изоляции кабельных линий высокого напряжения перед включением их в сеть под рабочее напряжение после прокладки кабеля, монтажа соединительных муфт и концевых заделок, при периодических (профилактических) испытаниях, а также после аварийных отключений сети или продолжительного пребывания кабельной линии в отключенном состоянии.

Аппарат может быть использован для испытания изоляции высоковольтного и низковольтного электрооборудования, а также для определения места повреждения в кабельных линиях.

Аппарат АШИК предназначен для эксплуатации при температуре от −40 до +40°С и относительной влажности до 98% при температуре +25°С.

Техническая характеристика аппарата АШИК

| | |
|---|---|
| Импульсное испытательное регулируемое напряжение, кВ | От 0 до 30 |
| Длительность импульсного испытательного напряжения (на уровне 0,5 $U_{макс}$ (не менее), с | $10^{-4}$ |
| Погрешность показаний индикатора величины импульса испытательного напряжения, % | ±10 |
| Максимальная протяженность испытываемой кабельной линии, м | До 2000 |
| Исполнение | РН |
| Питание аппарата | Автономное от индуктора |
| Габаритные размеры (не более), мм | 420х310х200 |
| Масса, кг | Не более 20 |
| Изготовитель | Прокопьевский завод шахтной автоматики (ПЗША) |

Аппарат смонтирован в металлическом корпусе с откидной крышкой. Индуктор, зарядная схема и схема контроля пробоя изоляции испытываемой кабельной линии размещены внутри корпуса. Рукоятка индуктора выведена сбоку корпуса. Корпус закрыт панелью, на которой расположены индикатор величины импульсного напряжения, индикатор пробоя изоляции, высоковольтный разъем, клемма заземления и кнопка управления.

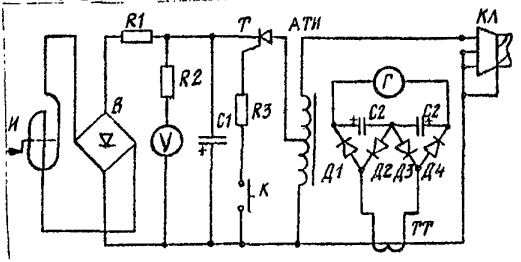



Рис. I. Электрическая схема аппарата АШИК

Принципиальная электрическая схема аппарата АШИК приведена на рис. I. Испытательный аппарат имеет автономное питание от индуктора. Напряжение от индуктора выпрямляется мостом *В* и подается на конденсатор *С1* емкостью 100 мкф через резистор *R1*. Конденсатор *С1* присоединен к первичной низкоомной обмотке импульсного повышающего автотрансформатора АТИ через тиристор *Т*, цепь управления которого состоит из резистора *R2* и контакта кнопки *К*. Вторичная обмотка импульсного автотрансформатора АТИ имеет малое активное сопротивление и подключается к жилам испытываемой кабельной линии КЛ.

Вольтметр *V*, включенный в цепь конденсаторной батареи *С1*, проградуирован в киловольтах и показывает величину импульсного испытательного напряжения.

Присоединение выводов аппарата АШИК к жилам испытываемого кабеля показано на рис. 2.

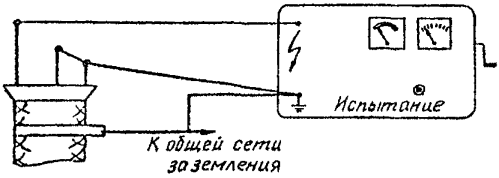



Рис. 2 Схема включения аппарата АШИК при испытании

Кабельные линии считаются выдержавшими испытание, если не произошло электрического пробоя при трехкратной подаче импульсного повышенного напряжения. Пробой изоляции контролируется по индикатору, помещенному на лицевой панели аппарата.

Импульсный метод испытания изоляции позволяет не только установить фактический уровень электрической прочности высоковольтных кабелей и электрооборудования, но также определить место пробоя изоляции поврежденной кабельной линии. Для измерения расстояния до места повреждения линии (зоны повреждения) методом колебательного разряда, полученного с помощью аппарата АШИК, используется серийно выпускаемый прибор типа ЭМКС-58 (Щ4120). Особенностью этого метода является то, что определение места пробоя изоляции проводится при высоком испытательном напряжении.

## Подготовка кабеля к испытанию с помощью аппарата АШИК

I. Проводят осмотр защитного заземления испытываемого кабеля и электрооборудования в подстанции.

2. Выключают распределительные устройства в начале и в конце испытываемой кабельной линии, проверяют отсутствие напряжения в испытываемом кабеле и накладывают временное заземление.

3. Устанавливают защитные ограждения, предупреждающие плакаты и выполняют все организационно-технические мероприятия по безопасности, указанные в наряде. В качестве ограждений могут применяться щиты, барьеры, канаты с подвешенными на них плакатами "Стой - высокое напряжение!", а на приводе отключенных распределительных устройств - "Не включать - работают люди!". У места испытания должен быть выставлен наблюдающий, а у противоположного конца испытываемого кабеля - охрана из персонала бригады, проводящей испытание. Если испытание кабельной линии проводят после ремонта или монтажа соединительной муфты, то у последней также выставляют наблюдающего.

4. Присоединяют выводы аппарата АШИК к жилам испытываемого кабеля в соответствии со схемой (см. рис. 2).

Кабельные линии считаются выдержавшими испытание, если не произошло электрического пробоя при трехкратной подаче импульсного повышенного напряжения. Пробой изоляции контролируется по индикатору, помещенному на лицевой панели аппарата.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . . 3
I. Конструкция и основные технические данные кабелей марки КШВГ . . 4
2. Транспортирование и хранение кабелей . . . . . II
3. Меры безопасности . . . . . I2
4. Концевые заделки кабелей. . . . . I4
5. Присоединение и эксплуатация кабелей . . . . . 24
6. Проверка технического состояния и методы обнаружения неисправностей кабелей . . . . . 28
7. Ремонт и соединение отрезков кабелей . . . . . 35
Приложение I. Перечень оборудования, инструмента и спецодежды, необходимых при ремонте, соединении и концевых заделках кабелей . . . . . 50
Приложение 2. Перечень материалов, необходимых для выполнения ремонта, соединений и концевых заделок кабелей . . . . . 5I
Приложение 3. Нормы расхода основных материалов (кг) на выполнение I00 ремонтов или соединений кабелей КШВГ (без учета отходов) . . . . . 52
Приложение 4. Нормы расхода основных материалов (кг) на выполнение I00 концевых заделок кабелей КШВГ (без учета отходов) 53
Приложение 5. Краткие сведения об особенностях принципа действия и эксплуатации вулканизаторов для выполнения концевых заделок, ремонта и соединений гибких кабелей . . . . . 54
Приложение 6. Аппарат АШИК для испытания кабелей повышенным импульсным напряжением . . . . . 63
Подготовка кабеля к испытанию с помощью аппарата АШИК . . . . . 66

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
И РЕМОНТУ ГИБКИХ КАБЕЛЕЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ
6-10 кВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Редактор Глазкова З.П.
Художественный редактор Цапкина С.К.

Подписано к печати 22.10.1981 г. Т17992
Формат 60x84 1/16 Бум.множительных аппаратов.
Печать офсетная.
Уч.-изд.л. 4,3 Тираж 600 экз.
Изд. № 8838. Тип. зак. 3217
Цена 32 коп.

Институт горного дела им. А.А.Скочинского,
140004, г.Люберцы Моск.обл.

gost.e-ecolog.ru

горн.дела им. А.А.Скочинского,
140004, г.Люберцы Моск. обл.