
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.240.133-2012**

**ИЗОЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК
В РАЙОНАХ С ЗАГРЯЗНЕННОЙ АТМОСФЕРОЙ.
ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Стандарт организации

Дата введения: 29.10.2012

ОАО «ФСК ЕЭС»

2012

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ ЕЭС».
2. ВНЕСЁН: Департаментом технологического развития и инноваций.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 29.10.2012 № 659.
4. ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу:
vaga-na@fsk-ees.ru.

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

1	Область применения	5
2	Нормативные ссылки	5
3	Термины и определения	6
4	Сокращения	9
5	Основные положения	10
6	Контроль состояния изоляции в процессе эксплуатации	17
6.1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	17
6.2	ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ИЗОЛЯТОРОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	20
6.3	ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ОБЪЕМНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ОСАДКОВ, ВЫПАДАЮЩИХ ИЗ АТМОСФЕРЫ	22
6.4	ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИЗОЛЯТОРОВ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ О СРОКАХ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ	22
6.5	НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ ИЗОЛЯЦИИ	23
7	Усиление изоляции	25
7.1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	25
7.2	УСИЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ВЛ	25
7.3	УСИЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ПОДСТАНЦИОННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ИЗОЛЯТОРОВ ОРУ	28
8	Чистка изоляции	30
9	Обмыв изоляции водой	32
9.1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	32
9.2	ОБМЫВ ИЗОЛЯЦИИ ВЛ	35
9.3	ОБМЫВ ИЗОЛЯЦИИ ОРУ	37
10	Применение гидрофобных покрытий	38
10.1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	38
10.2	ГИДРОФОБНЫЕ ПОКРЫТИЯ (ВЯЗКИЕ ПАСТЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ МАСЛА)	39
10.3	ПОЛИМЕРНОЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОЕ ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ (КЗП)	43
11	Библиография	44
	Приложение А Характеристики источников загрязнения и увлажнения на территории России	47
	Приложение Б Данные, подлежащие регистрации при определении степени загрязнения изоляторов в естественных условиях	52
	Приложение В Методика определения удельной поверхностной проводимости слоя загрязнения	53
	Приложение Г Методика определения удельной объемной проводимости осадков, выпадающих из атмосферы	56
	Приложение Д Дополнительные указания к ручному методу обмыва изоляции ОРУ под напряжением	57
	Приложение Е Требования к КЗП и поверхности изоляторов, на которое наносится покрытие, контролю качества и безопасности КЗП	60
	Е.1. ТРЕБОВАНИЯ К КЗП	60

Е.2. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ИЗОЛЯТОРА К НАНЕСЕНИЮ КЗП	60
Е.3. ТРЕБОВАНИЯ К ВНЕШНЕМУ ВИДУ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КЗП	61
Е.4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	62
Приложение Ж Дополнительные указания по эксплуатации полимерных изоляторов	64
Приложение К Методика определения класса гидрофобности поверхности полимерных изоляторов.....	76

1. Область применения

Настоящий стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» (СТО) устанавливает основные положения по эксплуатации и техническому обслуживанию изоляции электроустановок в районах с загрязненной атмосферой: контролю состояния изоляции в процессе эксплуатации, усилению, чистке и обмыву линейной и подстанционной изоляции в районах с загрязненной атмосферой, применению гидрофобных покрытий загрязненной изоляции.

Требования настоящего СТО рекомендуется использовать для применения всеми эксплуатационными, научно-исследовательскими и проектными организациями, занимающимися эксплуатацией и проектированием линейной и подстанционной изоляции в районах с чистой и загрязненной атмосферой.

На основе настоящего СТО эксплуатирующими организациями должны быть разработаны инструкции по эксплуатации электроустановок, учитывающие местные условия.

2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 10390-86 Электрооборудование на напряжение свыше 3 кВ. Методы испытаний внешней изоляции в загрязненном состоянии (с Изменением № 1).

ГОСТ Р 52034-2008 Изоляторы керамические опорные на напряжение свыше 1000 В. Общие технические условия.

ГОСТ Р 52082-2003 Изоляторы полимерные опорные наружной установки на напряжение 6-220 кВ. Общие технические условия.

ГОСТ Р 50849-96 Пояса предохранительные строительные. Общие технические условия. Методы испытаний (с Изменением № 1).

ГОСТ 12.4.107-82 ССБТ. Строительство. Канаты страховочные. Общие технические требования.

Примечание. При использовании настоящего стандарта целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего

пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании настоящего стандарта следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1. поправочный коэффициент k : Корректирующий коэффициент, учитывающий эффективность использования длины пути утечки изолятора или изоляционной конструкции.

3.2. гидрофобное покрытие: Нанесенное на поверхность изоляторов покрытие, препятствующее образованию на этой поверхности сплошной пленки воды.

3.3. группа изоляции электрооборудования (изоляторов): Классификация внешней изоляции электрооборудования, используемая при решении вопросов усиления изоляции.

3.4. карта степеней загрязнения; КСЗ: Нормативный документ, районирующий территорию расположения ВЛ и ОРУ по степеням загрязнения (СЗ), регламентированным главой 1.9 «Изоляция электроустановок» ПУЭ седьмого издания (ПУЭ-7), СТО 56947007-29.240.058-2010 «Методические указания по составлению карт степеней загрязнения на территории расположения ВЛ и ОРУ ПС».

3.5. повреждения полимерных изоляторов (ПИ):

3.5.1 критические электрические повреждения ПИ: Трек общей длиной $1/3$ длины пути утечки изолятора (или более 10 см), электрическая эрозия или трещины глубиной свыше 30% минимальной толщины защитной оболочки и отслаивание защитной оболочки или пробой.

3.5.2 малосущественные электрические повреждения ПИ: Видимые следы трека или электрической эрозии длиной не более 3 мм.

3.5.3 механическое повреждение ПИ: Пластическая деформация, разрушение ребер, нарушение целостности, отслаивание защитной оболочки, пластическая деформация фланцев, деформация или сползание экранов.

3.5.4 механическое разрушение ПИ: Полная потеря механической прочности.

3.5.5 отслаивание: Отсутствие адгезии между изоляционным стеклоэпоксидным элементом и защитной оболочкой ПИ.

3.5.6 пробой ПИ: Неполный или полный электрический разряд внутри изоляционной части ПИ или по границам раздела изоляционного стеклоэпоксидного элемента и защитной оболочки.

3.5.7 существенные электрические повреждения ПИ: Трещины, местная электрическая эрозия, трек общей длиной более 0,1 длины пути утечки изолятора (или более 3 см).

3.5.8 трек: Невосстанавливаемая проводящая электрический ток науглероженная дорожка (побег), вызванная разрушением поверхности защитной оболочки ПИ током утечки и электрическими разрядами.

3.5.9 электрическая эрозия: Разрушение поверхностных слоев материала под влиянием внешнего воздействия электрических разрядов.

3.6. повреждения фарфоровых изоляторов (ФИ):

3.6.1 электрические повреждения ФИ: Оплавления или ожоги глазури.

3.6.2 механическое разрушение ФИ: Радиальные трещины, разрушение (бой) фарфора (более 25% объема фарфора); трещины, искривления и выползания стержней изоляторов; трещины в шапках изоляторов.

3.7. механическое разрушение стеклянных изоляторов: разрушение стекла, появлении на поверхности стекла волосяных трещин.

3.8. загрязнения изоляторов:

3.8.1 природные загрязнения: Твердые или жидкие вещества (частицы), распространяемые под действием ветра с поверхности верхнего почвенного

покрова суши и/или засоленного водоема (озеро, море, океан).

3.8.2 промышленные загрязнения: Твердые или жидкие вещества (частицы), распространяемые под действием ветра от дымовых труб, автодорог, складов, тепловых электростанций, градирен и других источников антропогенных загрязнений.

3.8.3 загрязнение неместного происхождения: Природное загрязнение от источников, расположенных на расстоянии десятков и сотен километров от места его выпадения.

3.9. профилактика загрязнений: Совокупность немедленных или планируемых в течение срока службы и периодически повторяющихся мероприятий по предотвращению перекрытий изоляторов или изоляционных конструкций вследствие их загрязнения.

3.10. оперативная профилактика загрязнений: Применение необходимых мероприятий по профилактическому обслуживанию изоляции электроустановок с целью возможно быстрого устранения опасности перекрытия, являющейся, например, следствием внезапно возникшего, неподдающегося прогнозу значительного загрязнения изоляции.

3.11. плановая профилактика загрязнений: Совокупность планируемых в течение срока службы и периодически повторяющихся мероприятий по профилактическому обслуживанию изоляции электроустановок.

3.12. период между профилактическими мероприятиями: Период времени, в течение которого электрическая прочность изолятора или изоляционной конструкции не опускается ниже допустимого уровня.

3.13. степень загрязнения (СЗ): Показатель, учитывающий влияние загрязненности атмосферы на снижение электрической прочности изоляторов.

3.14. удельная длина пути утечки изолятора λ : Отношение длины пути утечки (L) изолятора к наибольшему рабочему междуфазному напряжению сети, в которой работает электроустановка и поправочному коэффициенту k .

3.15. удельная разрядная длина пути утечки изолятора ($\lambda_{\text{разр}}$): Отношение длины пути утечки (L) изолятора к его разрядному напряжению в

загрязненном и увлажненном состоянии и поправочному коэффициенту k .

3.16. уровень загрязнения: Состояние изоляции, определяемое условиями загрязнения и увлажнения.

3.17. усиление изоляции: Увеличение числа изолирующих элементов в существующей изоляционной конструкции, либо замена (полная или частичная) изолирующих элементов изоляционной конструкции такими, которые обеспечивают более высокую электрическую прочность при работе в условиях загрязнения и увлажнения.

3.18. характеристики загрязнения изоляции: Удельная разрядная длина пути утечки и удельная поверхностная проводимость загрязненных и увлажненных изоляторов с естественным слоем загрязнения.

3.19. чистка изоляторов: Осуществляемое в условиях эксплуатации удаление загрязнений с поверхности изоляторов различными способами.

3.20. эксплуатация загрязненной изоляции: Комплекс мер по поддержанию изоляции, работающей в условиях загрязнения, в надлежащем состоянии.

3.21. пункт измерения: Географическая точка, в которой периодически производится измерение уровня загрязнения.

4. Сокращения

СТО - стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС».

СЗ - степень загрязнения.

ИЭ - изоляция электроустановок.

КСЗ - карта степеней загрязнения.

ПИ - полимерный изолятор.

ФИ - фарфоровый изолятор.

КЗП - кремнийорганическое защитное покрытие.

ПУЭ-7 - Правила устройства электроустановок. Седьмое издание.

ВЛ - воздушная линия.

ПС - подстанция.

ОРУ - открытое распределительное устройство.

5. Основные положения

5.1. Настоящий СТО распространяется на эксплуатацию изоляции ВЛ, внешней изоляции электрооборудования и изоляторов ОРУ, расположенных в районах с загрязненной атмосферой.

5.2. СТО регламентирует выполнение мероприятий:

- по профилактике загрязнений изоляции электроустановок;
- по контролю состояния изоляции электроустановок;
- по усилению изоляции электроустановок;
- по техническому обслуживанию изоляции электроустановок (чистка, обмыв, нанесение гидрофобных покрытий).

5.3. Выполнение рекомендаций настоящего СТО должно исключить нарушения электроснабжения потребителей или свести их к минимуму. Эксплуатирующие организации, ответственные за работу изоляции электроустановок, должны руководствоваться основными положениями настоящего СТО.

5.4. Характеристики источников загрязнения и увлажнения приведены на рисунке 1 и в Приложении А.

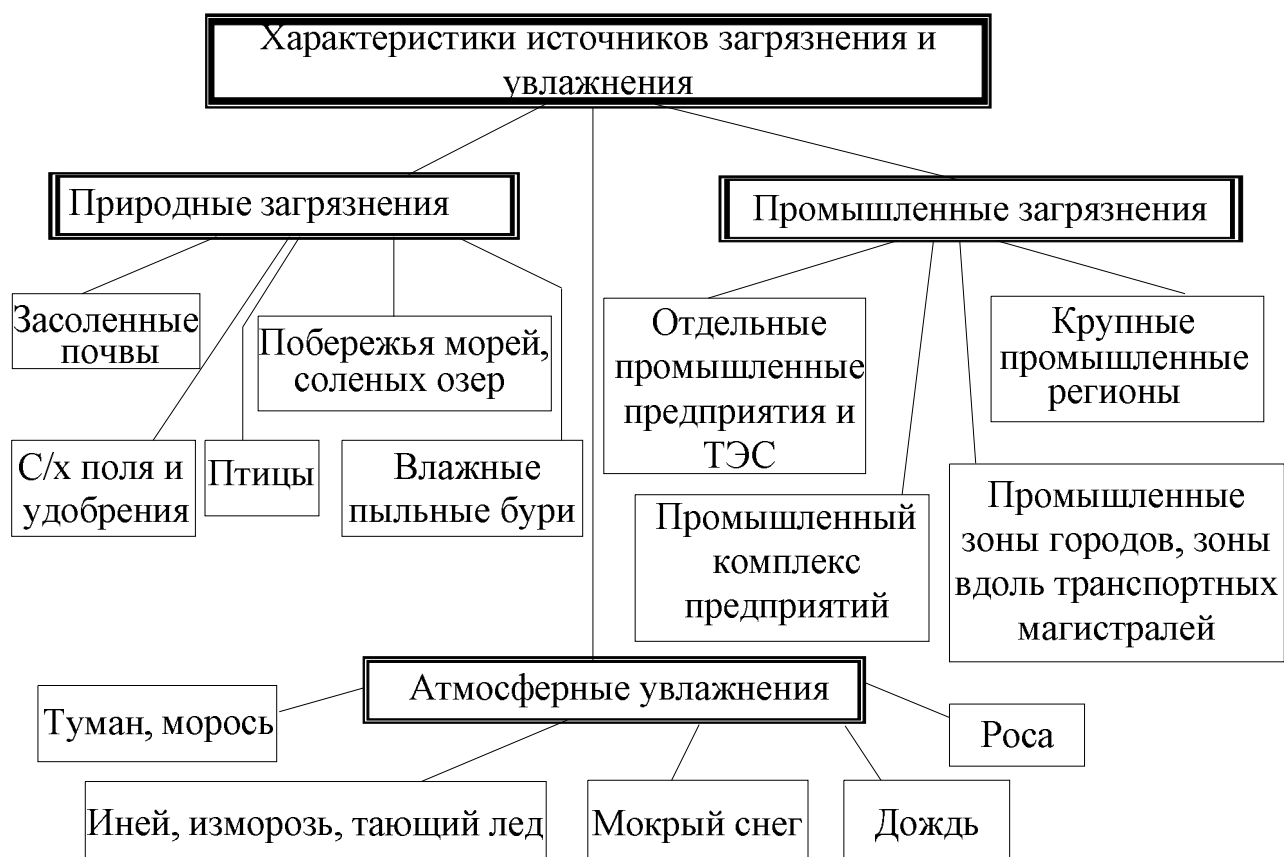


Рисунок 1 - Характеристики источников загрязнения и увлажнения

5.5. В целях организации плановых работ по предотвращению перекрытий загрязненной изоляции на территории эксплуатирующей организации должны быть выявлены зоны с повышенной степенью загрязнения (2-я СЗ и выше). С этой целью предварительно должны быть выделены районы со слабой степенью загрязнения (1-я СЗ). К районам с 1-й СЗ следует относить леса, тундру, лесотундру, болота, луга и высокогорные районы с недефлирующими незасоленными почвами, не попадающие в зону влияния промышленных и природных источников загрязнения. К районам со 2-й СЗ следует относить непромышленные зоны городов, районы со слабозасоленными почвами; сельскохозяйственные районы, в которых применяются химические удобрения и химическая обработка посевов, не попадающие в зону влияния промышленных и природных источников загрязнений.

5.6. Для выделения зон с повышенной СЗ эксплуатирующей организацией самостоятельно или с привлечением специализированной

проектной организации должны быть разработаны карты степеней загрязнения, которые составляются в соответствии с СТО 56947007-29.240.058-2010 «Методические указания по составлению карт степеней загрязнения на территории расположения ВЛ и ОРУ ПС». При отсутствии карт выделение зон с повышенной СЗ допускается производить в соответствии с СТО 56947007-29.240.059-2010 «Инструкция по выбору изоляции электроустановок», где СЗ определяется по характеристикам источников загрязнения в зависимости от их опасности для работы изоляции и расстояния до электроустановки.

5.7. В целях эффективного проведения мероприятий эксплуатирующей организацией должна быть разработана процедура плановой профилактики загрязнений с указанием вида и числа объектов в расчете на конкретные сроки с ежегодным уточнением.

5.8. В процессе эксплуатации должны учитываться новые и реконструируемые источники промышленного загрязнения и уточняться границы зон с различной СЗ с учетом перспективного развития промышленности и сельского хозяйства. При этом необходимо учитывать:

- причины, вызвавшие нарушения в работе изоляции;
- ответственность потребителей;
- тип и интенсивность загрязнений;
- перспективы сооружения или расширения промышленных предприятий, в выбросах которых содержатся вредные вещества;
- метеорологические особенности территории.

5.9. Наиболее эффективным плановым средством борьбы с загрязнением изоляции в промышленных районах является уменьшение их выбросов: на промышленных предприятиях (улучшение технологии производства, строительства очистных сооружений, установка фильтров и т.д.), на автодорогах (снижение скорости автотранспорта, регулярная уборка снега, установка экранов, выбор рецептуры противогололедных реагентов и т.д.). Эксплуатирующая организация должна обращать внимание соответствующих

компетентных организаций на необходимость принятия мер, направленных на снижение загрязнений, выбрасываемых промышленными предприятиями.

5.10. Изоляторы и изоляционные конструкции электроустановок, расположенных в зонах, в которых имеется неблагоприятный опыт эксплуатации изоляции, должны быть по возможности приведены в надлежащее состояние путем выполнения мероприятий, рассматриваемых в настоящем СТО.

5.11. Основным эксплуатационным мероприятием для повышения надежности изоляции ВЛ и распределительных устройств в районах с загрязненной атмосферой является ее усиление. Усиление изоляции должно производиться в соответствии с требованиями раздела 7.

В процессе эксплуатации должен проводиться внеплановый контроль состояния изоляторов и изоляционных конструкций, имеющих положительный опыт эксплуатации, но по своим параметрам не соответствующих требованиям ПУЭ-7, с тем, чтобы в случае необходимости можно было своевременно принять необходимые меры.

5.12. Плановая профилактика загрязнений включает:

- определение степени загрязнения в соответствии с СТО 56947007-29.240.058-2010 «Методические указания по составлению карт степеней загрязнения на территории расположения ВЛ и ОРУ ПС»;
- определение уровня загрязнения изоляции;
- замену изоляторов;
- усиление изоляции;
- обмыв, механическую чистку или нанесение гидрофобных покрытий на поверхность изоляторов.

5.13. В целях проведения оперативной профилактики необходимо использовать предупредительную информацию от специализированных служб (метеорологов, охраны окружающей среды, орнитологов и др.).

При опасности перекрытия в рамках предупредительной информации энергосистемой совместно со специализированными службами должен

проводиться внеплановый контроль, при этом следует принимать во внимание следующие опасные условия загрязнения:

- ненормативный выброс на промышленном предприятии;
- инверсионное состояние погоды или туман после предшествующего периода сухой погоды;
- влажную пыльную бурю;
- занесенную пыль неместного происхождения;
- миграцию крупных птиц;
- вынос противогололедных реагентов вместе со снегом с полотна автодороги.

5.14. На основании внепланового эксплуатационного контроля или обработки информации от системы оповещения специализированными службами эксплуатирующей организацией должно приниматься решение о необходимости и сроках проведения профилактических мероприятий.

При выборе подлежащих применению профилактических мероприятий необходимо принимать во внимание:

- время, имеющееся в распоряжении для устранения опасности перекрытия;
- объем (тип и количество) изоляционных объектов, одновременно подвергаемых загрязнению;
- возможный ущерб для конкретной электроустановки;
- возможный ущерб вследствие перерыва электроснабжения потребителей.

В порядке оперативной профилактики загрязнений используются следующие мероприятия:

- обмыв под напряжением;
- обмыв при снятом напряжении;
- механическая чистка изоляции;
- нанесение гидрофобных покрытий на поверхность изоляции.

5.15. Периодическая замена загрязненной изоляции на чистую (изоляция подходов ВЛ к ПС, подвесная и опорная изоляция ОРУ) может быть рекомендована только в редких случаях, например, при цементирующихся загрязнениях или загрязнениях, разрушающих поверхностный слой изоляторов. При этом необходимо по возможности обеспечить уровни изоляции, регламентированные ПУЭ-7 глава 1.9, или уровень изоляции, обеспечивающий по опыту эксплуатации требуемую надежность работы электроустановок в рассматриваемых условиях.

Демонтированные загрязненные изоляторы, не имеющие повреждения, перед установкой в повторную эксплуатацию следует очистить механическим способом или с применением специальных химических средств, не повреждающих поверхностный слой изолирующей детали.

5.16. Конфигурация подвесных изоляторов при замене их в районах с различными видами загрязнений должна выбираться в соответствии с таблицей 1, а при замене опорной изоляции - в соответствии с таблицей 2, кроме того следует применять модернизированные опорные стержневые фарфоровые изоляторы серий «ИОС» и «С» с литерой «М», прошедшие испытания на повышенную надежность в соответствии с ГОСТ Р 52034, отечественного и импортного производства.

В зонах с 3-й - 4-й СЗ вблизи цементных и сланцеперерабатывающих предприятий, электрических станций на сланцах, предприятий черной металлургии, предприятий по производству калийных удобрений, химических производств, выпускающих фосфаты, алюминиевых заводов при наличии цехов производства электродов (цехов анодной массы) при замене подвесных изоляторов рекомендуется устанавливать длинностержневые фарфоровые изоляторы.

Применение подвесных стержневых полимерных изоляторов при замене фарфоровых или стеклянных должно быть специально обосновано при наличии положительного опыта эксплуатации в районах с аналогичными видами загрязнения и более высокими СЗ по сравнению с указанными в таблице 1.

5.17. Применение опорных стержневых полимерных изоляторов при замене фарфоровых должно быть специально обосновано. Опорные полимерные изоляторы напряжением 6-220 кВ должны пройти комплекс испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52082. Предпочтительно выбирать изоляторы, прошедшие испытания на надежность при воздействиях, имитирующих климатические, механические и электрические эксплуатационные нагрузки (ГОСТ Р 52082).

Т а б л и ц а 1 – Рекомендуемые области применения подвесных изоляторов различной конфигурации

Конфигурация изолятора	Характеристика районов загрязнения
Тарельчатый (стеклянный, фарфоровый) с ребристой нижней поверхностью ($L_{и}/D \leq 1,4$)	Районы с 1-й и 2-й СЗ при любых видах загрязнения
Тарельчатый (стеклянный, фарфоровый) гладкий полусферический, тарельчатый (стеклянный, фарфоровый) гладкий конусный	Районы с 1-й и 2-й СЗ при любых видах загрязнения, районы с засоленными почвами и с промышленными загрязнениями не выше 3-й СЗ
Тарельчатый фарфоровый	Районы с 4-й СЗ вблизи цементных и сланцеперерабатывающих предприятий, предприятий черной металлургии, предприятий по производству калийных удобрений, химических производств, выпускающих фосфаты, алюминиевых заводов при наличии цехов производства электродов (цехов анодной массы)
Стержневой фарфоровый нормального исполнения ($L_{и}/h \leq 2,5$)	Районы с 1-й СЗ, в том числе с труднодоступными трассами ВЛ
Тарельчатый стеклянный двукрылый	Районы с засоленными почвами и с промышленными загрязнениями (2-я, 3-я и 4-я СЗ)
Тарельчатый стеклянный с сильно выступающим ребром на нижней поверхности ($L_{и}/D > 1,4$)	Побережья морей и соленых озер (2-я, 3-я и 4-я СЗ)
Стержневой фарфоровый специального исполнения ($L_{и}/h > 2,5$)	Районы со 2-й, 3-й и 4-й СЗ при любых видах загрязнения; районы с труднодоступными трассами ВЛ (2-я и 3-я СЗ)
Стержневой полимерный нормального исполнения	Районы с 1-й и 2-й СЗ при любых видах загрязнения, в том числе районы с труднодоступными трассами ВЛ
Стержневой полимерный специального исполнения	Районы со 2-й и 3-й СЗ при любых видах загрязнения, в том числе районы с труднодоступными трассами ВЛ
Примечание: D - диаметр тарельчатого изолятора, h - высота изоляционной части стержневого изолятора	

Т а б л и ц а 2 – Рекомендуемые области применения опорных изоляторов различной конфигурации

Конфигурация изолятора	Характеристика районов загрязнения
Фарфоровый с обычными ребрами с капельницей	Районы с 1-й и 2-й СЗ при любых видах загрязнения
Фарфоровый с ребрами переменного вылета с капельницами	Районы со 2-й и 3-й СЗ при любых видах загрязнения
Фарфоровый с ребрами усложненной конфигурации	Районы с 3-й и 4-й СЗ при не цементирующихся загрязнениях
Полимерный с защитной оболочкой из кремнийорганической резины	Районы с 1-й СЗ
Полимерный с ребрами переменного вылета	Районы со 2-й и 3-й СЗ (при наличии соответствующего обоснования 4-я) при загрязнениях, не опасных неблагоприятным действием на старение ПИ
Штыревые изоляторы с умеренно развитой поверхностью	Районы с 1-й и 2-й СЗ при любых видах загрязнения
Штыревые изоляторы с сильно развитой поверхностью	Районы с 3-й и 4-й СЗ при любых видах загрязнения

6. Контроль состояния изоляции в процессе эксплуатации

6.1. Общие положения

6.1.1. На рисунке 2 показана структура контроля состояния изоляции в процессе эксплуатации.



Рисунок 2 - Структура контроля состояния изоляции в процессе эксплуатации

6.1.2. Критериями для определения уровня загрязнения являются удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения $\chi_{пов}$ и удельная объемная проводимость $\chi_{об}$ осадков, выпадающих из атмосферы.

6.1.3. Определение уровня загрязнения должно производиться в соответствии с таблицей 3 по расчетным значениям $\chi_{пов}$ и $\chi_{об}$, полученным в процессе проведения измерений.

Т а б л и ц а 3 – Уровни загрязнения изоляции в зависимости от $\chi_{пов}$ и $\chi_{об}$

Уровень загрязнения изоляции	$\chi_{пов}$, мкСм, при пылевидном загрязнении		
	при увлажнении с $\chi_{об}$		
	менее 0,5 мСм/см	0,5-4 мСм/см	4-8 мСм/см
1	до 2	до 1	-
2	2-5	1-2	до 1
3	5-10	2-5	1-2
4	10-15	5-10	2-5
5	15-20	10-15	5-10
6	20-30	15-25	10-20

6.1.4. Определение состояния изоляции в соответствии с таблицей 3 необходимо:

- при разработке процедуры профилактики загрязнений;
- при определении мероприятий оперативной профилактики загрязнений;
- для контроля изменения условий работы изоляции;
- при изучении возможности увеличения срока службы между профилактическими мероприятиями.

6.1.5. Измерения уровня загрязнения проводятся как плановые, так и внеплановые. Для этой цели должна быть составлена программа измерений, в которой необходимо учитывать:

- общую продолжительность измерений;
- периодичность отдельных измерений;
- число пунктов измерения;
- расположение пунктов измерения;
- разнообразие атмосферных условий по сезонам года (сухой, дождливый, туманный периоды, мокрый снег).

6.1.6. Удельная поверхностная проводимость изоляторов $\chi_{пов}$ должна измеряться на изоляторах, загрязнявшихся (Приложение В):

- в действующих электроустановках;
- на специальных стендах.

6.1.7. Удельная поверхностная проводимость изоляторов $\chi_{\text{пов}}$ может быть определена по данным:

- измерений при искусственном увлажнении (испытания демонтированных изоляторов, испытания изоляторов на месте установки в эксплуатации при снятом напряжении);

- испытаний при естественном увлажнении (испытания на месте установки при снятом напряжении).

6.1.8. Удельная объемная проводимость влажных осадков $\chi_{\text{об}}$, выпадающих из атмосферы, должна определяться с помощью сборников осадков (Приложение Г).

6.1.9. Наибольшие значения $\chi_{\text{пов}}$ и $\chi_{\text{об}}$ за выбранный период испытаний принимаются расчетными при определении периодичности проведения профилактических мероприятий.

6.1.10. Место расположения изоляторов, на которых производятся измерения, по условиям загрязнения и увлажнения должно быть характерным для изучаемой зоны.

6.1.11. Данные, подлежащие регистрации при определении уровня загрязнения изоляции, приведены в Приложении Б.

6.2. Определение удельной поверхностной проводимости изоляторов в естественных условиях (испытания проводятся в районах с 3-й и 4-й СЗ)

6.2.1. Определение удельной поверхностной проводимости демонтированных изоляторов

6.2.1.1. В каждом месте измерений должны быть демонтированы подвесные тарельчатые изоляторы нормального исполнения, как правило, класса 70 кН, и опорно-стержневые изоляторы категории А класса напряжения 35-110 кВ, эксплуатирующиеся на действующих ВЛ или ОРУ.

Могут использоваться также подвесные тарельчатые изоляторы и опорно-стержневые изоляторы, специально установленные на конструкциях ОРУ и опорах ВЛ. Расстояние от нижних точек гирлянд до земли в свету должно

составлять не менее 2 м, от нижних точек колонок изоляторов до земли - не менее 1 м. Расстояние в свету между соседними гирляндами или колонками должно быть не менее 0,5 м.

6.2.1.2. Общее число подвесных изоляторов, необходимых для испытаний, должно составлять 15-20, а опорно-стержневых - 10-12. Это должно обеспечиваться не менее чем тремя демонтажами в течение одного-двух лет. Одновременно должны демонтироваться 3 подвесных и 2 опорных изолятора. Первый демонтаж должен производиться, как правило, не ранее чем через полгода после установки изоляторов.

В случае интенсивных аномальных загрязнений демонтаж изоляторов должен производиться сразу после возникновения таких ситуаций.

При демонтаже и транспортировке изоляторов для испытаний должна быть обеспечена сохранность слоя загрязнения изоляторов.

6.2.1.3. При определении удельной поверхностной проводимости тарельчатые и опорные изоляторы испытываются по одному элементу. Методика определения удельной поверхностной проводимости слоя загрязнения приведена в Приложении В.

6.2.2. Определение удельной поверхностной проводимости на месте установки при снятом рабочем напряжении

6.2.2.1. Во время ремонтов и профилактических испытаний при выключенном напряжении определяется уровень загрязнения подстанционной изоляции (опорных и проходных изоляторов, изоляторов ошиновки, а также внешней изоляции электрооборудования).

6.2.2.2. Определение удельной поверхностной проводимости должно производиться одним из следующих методов:

- мегаомметром при измерении сопротивления всей поверхности изолятора;

- мегаомметром с использованием гибких электродов, накладываемых на части поверхности изолятора. Этот способ наиболее целесообразен на изоляционных конструкциях большой строительной длины с повторяющимися

по высоте элементами с одинаковым загрязнением (стержневые изоляторы, покрышки). Методика определения удельной поверхностной проводимости слоя загрязнения приведена в Приложении В.

6.3. Определение удельной объемной проводимости осадков, выпадающих из атмосферы (испытания проводятся в районах с 2÷4 СЗ)

6.3.1. Сбор осадков должен производиться в течение двух лет с помощью сборников, выполненных из химически стойкого материала (например, стекла, керамики, пластмассы):

- летом и осенью;
- после длительного сухого периода в любое время года;
- в холодный период при выпадении жидких осадков.

6.3.2. Сборники осадков должны устанавливаться на высоте не менее 1-2 м от поверхности земли. При установке сборников необходимо обеспечить, чтобы окружающие предметы не препятствовали попаданию в сборники атмосферных осадков.

6.3.3. Методика определения удельной объемной проводимости осадков, выпадающих из атмосферы, приведена в Приложении Г.

6.3.4. При каждом измерении должна производиться оценка сопутствующих метеофакторов.

6.4. Оценка опасности загрязнения изоляторов и принятие решения о сроках проведения профилактических мероприятий (испытания проводятся в районах с 2÷4 СЗ)

6.4.1. Для определения опасности загрязнения изоляторов и периодичности профилактических мероприятий (чистки, обмыва) необходимо установить уровень загрязнения (в соответствии с таблицей 3 и уровни изоляции (удельную длину пути утечки λ , см/кВ) гирлянд ВЛ и внешней изоляции электрооборудования и изоляторов ОРУ, подвергаемых чистке/обмыву.

6.4.2. Удельная длина пути утечки λ определяется по характеристикам изоляции ВЛ и ОРУ:

$$\lambda = \frac{L}{U \cdot k},$$

где L - длина пути утечки, см; U - наибольшее эксплуатационное междуфазное напряжение, кВ; k - поправочный коэффициент, значения которого приведены в п.п.1.9.44-1.9.53 главы 1.9 ПУЭ-7.

6.4.3. Необходимость проведения чистки для каждого уровня загрязнения изоляции в зависимости от λ устанавливается в соответствии с таблицей 4. Практическое осуществление чистки должно быть выполнено при достижении наименьшего значения $\chi_{\text{пов}}$, регламентированного для каждого уровня загрязнения в таблице 3.

Т а б л и ц а 4 – Проведение чистки изоляции для электроустановок с различной λ

Уровень загрязнения в месте расположения электроустановки в соответствии с таблицей 3	Удельная расчетная длина пути утечки, λ , см/кВ	Необходимость проведения чистки (+), без чистки (-)
1	до 1,90	+
	более 1,90	-
2	до 2,25	+
	более 2,25	-
3	до 2,60	+
	более 2,60	-
4	до 3,10	+
	более 3,10	-
5	до 3,50	+
	более 3,50	-
6	до 3,50	+
	более 3,50	-

6.4.4. Допускается удлинение срока службы между профилактическими мероприятиями, если до его истечения подтверждается, что в рамках соответствующего уровня загрязнения еще не достигнуто нижнее значение $\chi_{\text{пов}}$ в соответствии с таблицей 3.

6.5. Наблюдения за поведением изоляции

6.5.1. Наблюдения за поведением изоляции электрооборудования в процессе эксплуатации должны проводиться систематически при

неблагоприятных метеоусловиях (дожде, тумане, росе, изморози, мокром снеге, повышенной влажности воздуха), при этом должно фиксироваться наличие поверхностных частичных разрядов и их характер. Периодичность чистки должна быть такой, чтобы полностью исключить появление на поверхности изоляторов белых, желтых и красных дужек.

6.5.2. Оценка опасности предразрядных дужек на изоляторах (наблюдение целесообразно проводить в темноте) должна производиться с помощью независимых друг от друга критериев (таблица 5).

Т а б л и ц а 5 – Оценочные критерии степени опасности загрязнения изоляции по наблюдениям

Доля ребер с предразрядными дужками в расчете на один изолятор, %	Цвет предразрядных дужек	Степень опасности	Необходимые мероприятия
до 15	Голубовато-фиолетовый	Непосредственной опасности перекрытия нет	Наблюдение за предразрядными дугами
до 25	Оранжево-желтый	Возможно развитие разряда, вплоть до перекрытия	Наблюдение и подготовка к применению оперативных профилактических мероприятий
до 60	Светло-желтый	Непосредственная опасность перекрытия	Немедленная реализация мероприятий

6.5.3. Применение дистанционного оптического контроля внешней изоляции электроустановок следует производить в соответствии с СТО 56947007-29.240.003-2008 «Методические указания по дистанционному оптическому контролю изоляции воздушных линий электропередачи и распределительных устройств переменного тока напряжением 35 - 1150 кВ», при этом могут применяться приборы работающие в ультрафиолетовой области спектра или преобразовывающие сигнал из ультрафиолетовой части спектра.

7. Усиление изоляции

7.1. Общие положения

7.1.1. Усиление изоляции ВЛ, подвесной и опорной изоляции ОРУ, внешней изоляции ОРУ и вводов в ЗРУ, осуществляемое в процессе эксплуатации, должно выполняться на основе разработок проектных организаций. При усилении изоляции на отдельных опорах или на небольших участках ВЛ, а также на отдельных присоединениях ОРУ, проект может выполняться силами эксплуатационной организации. Уровни изоляции в проектах должны приниматься для СЗ, указанных на картах степеней загрязнения (КСЗ), а при их отсутствии - по нормам ПУЭ-7 (глава 1.9).

7.1.2. Если усиление изоляции до уровня, обеспечивающего надежную работу, не может быть выполнено (вследствие ограниченных габаритов ВЛ или распределительных устройств, отсутствия электрооборудования и изоляторов необходимых типов и т.п.), необходимо усилить изоляцию до максимально возможного уровня и предусмотреть плановые и оперативные профилактические эксплуатационные мероприятия (разделы 8 - 10). Решение о выполнении наиболее целесообразных профилактических мероприятий должно приниматься на основе опыта их проведения в аналогичных или сходных условиях загрязнения.

7.2. Усиление изоляции ВЛ

7.2.1. Усиление изоляции ВЛ должно производиться в случае:





- неблагоприятного опыта эксплуатации изоляции на данном участке трассы ВЛ;
- если изоляция ВЛ не соответствует СЗ, указанной на утвержденной КСЗ;
- необходимости повышения надежности работы изоляции ВЛ сверх показателя надежности, регламентируемого КСЗ.

7.2.2. Усиление изоляции поддерживающих гирлянд ВЛ 110-750 кВ может осуществляться:

- добавлением в гирлянду чистых изоляторов того же типа при соблюдении требований п. 2.5.125 ПУЭ седьмого издания. Перед этим загрязненные изоляторы этой гирлянды должны быть очищены или обмыты;

- заменой эксплуатируемых изоляторов на фарфоровые или стеклянные изоляторы тарельчатые грязестойкого исполнения или длинностержневые фарфоровые изоляторы с необходимой длиной пути утечки;

- заменой эксплуатируемых изоляторов на полимерные изоляторы, если есть обоснованные данные при наличии положительного опыта эксплуатации в районах с аналогичными видами загрязнения;

- применением специальных изолирующих подвесок (например, типа , ,  и ).

7.2.3. При выполнении реконструкции на участках ВЛ, проходящих в зоне с повышенной степенью загрязнения, с учетом развития производства в проекте, рекомендуется предусмотреть возможность удлинения гирлянд изоляторов на 20-30% для перспективы последующего усиления изоляции.

7.2.4. При добавлении изоляторов в гирлянды во избежание неравномерного распределения напряжения не рекомендуется применять изоляторы разных типов, например, комбинации стержневых и тарельчатых изоляторов или тарельчатых изоляторов нормального и грязестойкого исполнения. Усиление производится с учетом необходимости обеспечения нормированных в пункте 2.5.125 главы 2.5 ПУЭ-7 воздушных промежутков провод - земля и провод - стойка опоры; поэтому в гирлянду можно добавлять лишь ограниченное число изоляторов.

При выполнении реконструкции ВЛ для усиления линейной изоляции во избежание чрезмерного удлинения гирлянды, способного вызывать перекрытие воздушных промежутков провод-стойка опоры, рекомендуется заменять обычные изоляторы грязестойкими.

7.2.5. Усиление изоляции ВЛ может осуществляться заменой существующих изоляторов на изоляторы с более высокими удельными разрядными характеристиками в данных условиях загрязнения, а именно: на

изоляторы с меньшей строительной высотой и (или) с увеличенной длиной пути утечки, а также на изоляторы с поверхностью, которая в данных условиях меньше загрязняется и лучше самоочищается. Выбор типа изолятора для усиления изоляции должен основываться на опыте применения изоляторов в данных, аналогичных или сходных условиях загрязнения.

7.2.6. Усиление изоляции ВЛ, как правило, должно производиться на основе проектной проработки, которая должна включать: рассмотрение (в случае необходимости) допустимости уменьшения габаритов ВЛ при увеличении длины гирлянды с уточнением конкретных условий в данной местности (сила ветра, гололед, кратность коммутационных перенапряжений и т.д.); разработку (в случае необходимости) мероприятий по реконструкции линий (перетяжка проводов, подвеска дополнительных грузов на гирляндах, усиление траверс и др.).

При усилении изоляции на отдельных опорах или на небольших участках ВЛ, а также на отдельных присоединениях ОРУ проект может выполняться силами эксплуатационной организации.

7.2.7. Выпускаемые промышленностью тарельчатые подвесные изоляторы, как правило, позволяют усилить изоляцию не более чем на одну ступень по СЗ. Эффективным средством усиления изоляции ВЛ является применение длинностержневых фарфоровых изоляторов.

7.2.8. При рассмотрении вариантов усиления изоляции используются следующие основные положения:

- выбор изоляции для районов с различной СЗ производится в соответствии с главой 1.9 ПУЭ-7;
- размеры изоляторов принимаются по официальным каталогам производителей, а поправочные коэффициенты k по пункту 1.9.5.3 главы 1.9 ПУЭ-7.

7.2.9. Условия работы изоляторов по СЗ следует принимать по таблице 1.

7.2.10. Типы изоляторов по классам механической прочности для ВЛ различного номинального напряжения следует принимать в соответствии с РД 34.20.504-94.

7.3. Усиление изоляции подстанционного электрооборудования и изоляторов ОРУ

7.3.1. Усиление изоляции ОРУ должно производиться:

- в случае неблагоприятного опыта эксплуатации внешней изоляции электрооборудования и изоляторов рассматриваемого ОРУ;
- при строительстве новых или расширении действующих предприятий и тепловых электростанций вблизи ОРУ.

7.3.2. Усиление внешней изоляции электрооборудования и изоляторов ОРУ следует проводить заменой установленного электрооборудования и изоляторов на конструкции усиленного исполнения (по длине пути утечке и разрядным характеристикам в условиях загрязнения). При отсутствии электрооборудования усиленного исполнения следует рассмотреть применение оборудования следующего, более высокого класса напряжения.

7.3.3. Усиление изоляции, как правило, должно производиться применением стандартных (заводских) конструкций. В отдельных случаях допускается усиление изоляции не стандартным способом, на основе проектной проработки.

7.3.4. Усиление колонок изоляторов ОРУ (шинных опор, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей) следует производить путем замены установленных изоляторов на изоляторы усиленного исполнения с увеличенной длиной пути утечки или увеличением числа изоляторов в колонках. При этом колонки изоляторов должны быть проверены по механической прочности.

7.3.5. При увеличении числа изоляторов в колонках следует избегать применения в колонке изоляторов разной конфигурации, например, штыревых и стержневых. Наиболее целесообразно применять изоляторы одного типа или

производить усиление изоляции установкой дополнительных изоляторов с близкой конфигурацией, в том числе более низкого класса напряжения.

7.3.6. При усилении изоляции оттяжек (воздушные выключатели, разрядники и др.) целесообразно применять современные длинностержневые фарфоровые изоляторы.

7.3.7. С целью решения вопроса усиления изоляции электрооборудования и изоляторов ОРУ в зависимости от удельной длины пути утечки электрооборудование (изоляторы) ОРУ подразделяется на группы, приведенные в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 – Классификация внешней изоляции электрооборудования (изоляторов), используемая при решении вопросов усиления изоляции

Группа изоляции электрооборудования (изоляторов)	λ , см/кВ, при номинальном напряжении электроустановки	
	6-35 кВ	110-750 кВ
I	1,7÷2,1	1,4÷1,8
II	2,1÷2,6	1,8÷2,2
III	2,6÷3,3	2,2÷2,7
IV	3,3÷3,7	2,7÷3,5
V	более 3,7	более 3,5

При этом удельная длина пути утечки λ должна определяться в соответствии с 6.4.2.

7.3.8. Степень необходимого усиления изоляции зависит от СЗ в месте расположения ОРУ и от уровня изоляции рассматриваемого оборудования или изоляторов. Условия работы изоляторов по СЗ следует принимать по таблице 2. Группы изоляции электрооборудования (изоляторов), которые могут быть использованы при различной СЗ, в зависимости от числа чисток/обмывов изоляции, приведены в таблице 7 (чистки при текущих и плановых ремонтах оборудования при этом не учитываются).

Т а б л и ц а 7 – Группы изоляции электрооборудования (изоляторы), рекомендуемые для использования в районах с различной СЗ в зависимости от периодичности профилактических мероприятий

СЗ	Группа изоляции оборудования (изоляторов)		
	без чисток	более 2 чисток в год	более 4 чисток в год
1	I - II	-	-
2	III	II	-
3	IV	III	II
4	V	IV	III

8. Чистка изоляции

8.1. В районах с 1-й и 2-й СЗ основным профилактическим эксплуатационным мероприятием по повышению надежности работы изоляции является ее ручная чистка. В соответствии с действующими положениями при организации работ в электроустановках ручная чистка изоляции должна проводиться со снятием напряжения.

8.2. Ручная чистка изоляции производится на внешней изоляции электрооборудования и изоляторах ОРУ. Ручная чистка линейной изоляции применяется в отдельных случаях (например, на подходах ВЛ к источникам интенсивного загрязнения). В большинстве случаев ручная чистка сводится к протирке изоляции тряпками (ветошью). При нецементирующихся или слабо цементирующихся загрязнениях чистку производят сухими тряпками. Чистка изоляции при цементирующихся загрязнениях, а также при загрязнении от уносов химических предприятий, образующих тонкую трудноудаляемую пленку, производится тряпками, смоченными в воде (полимерные изоляторы) или растворителях, щетками, стальными стружками (исключая полимерные изоляторы) и т.д.

8.3. Ручная чистка должна проводиться:

- при плановых ремонтах электрооборудования ОРУ;
- в районах с 3-4-й СЗ в тех случаях, когда обмыв струей воды не дает необходимого эффекта или его применение невозможно, а применение гидрофобных покрытий неэффективно или не может быть применено по тем или иным причинам.

8.4. При чистке изоляции (кроме полимерной) могут быть использованы химические моющие средства в соответствии с "Методикой по очистке

загрязненных изоляторов ВЛ и ОРУ специальными очищающими составами" (711.00.00.000 Д, СКТБ ВКТ Мосэнерго, 1986).

В некоторых случаях для облегчения ручной чистки изоляции могут применяться покрытия, которые предварительно наносятся на поверхность изоляторов для размягчения слоя загрязнения. Для этого используются различные вещества: паста из отмученной глины и соляной кислоты (при цементирующихся загрязнениях, имеющих щелочную реакцию); 10%-ный раствор тринатрийфосфата (при загрязнениях от тепловых электростанций и от алюминиевого завода); смесь 5%-ного раствора соляной кислоты и жавелевой воды (при загрязнении от тепловых электростанций и химических производств); бензин и керосин (при смолистых и жирных загрязнениях); 10%-ный раствор соляной кислоты (при загрязнениях от металлургических предприятий и тепловых электростанций); трансформаторное или турбинное масло (при загрязнениях от тепловых электростанций и цементных заводов), паста из смеси мыла, глицерина, мелкого кварцевого песка и соды (при сажевых и обычных пылевых загрязнениях); церезиновая паста (при цементирующихся загрязнениях) и т.д. Наиболее эффективные вещества в конкретных условиях работы изоляции определяются опытным путем.

8.5. При слабых загрязнениях ручная чистка производится один раз в год во время отключения оборудования для планового ремонта (ревизии). В условиях более сильных загрязнений чистка может производиться несколько раз в год, а при особо интенсивных загрязнениях - до нескольких раз в месяц. В случае внезапного резкого увеличения загрязненности изоляции (во время пыльных бурь, при аварийных выбросах промышленных предприятий, при атмосферной инверсии, при заносе загрязнений от полотна автомобильных дорог и эстакад) необходимо производить немедленную чистку изоляции. Сроки чистки устанавливаются с учетом метеорологических условий в данном районе. Как правило, чистку изоляторов ОРУ производят два раза в год: перед наступлением сезона дождей и туманов после длительного засушливого периода

и перед холодным периодом, в течение которого наблюдаются положительные температуры и жидкие осадки.

8.6. В энергопредприятиях должны быть разработаны инструкции по обучению персонала проведению чистки изоляции.

9. Обмыв изоляции водой

9.1. Общие положения

9.1.1. Обмыв загрязненной изоляции струей воды является основным видом профилактических мероприятий при пылевых загрязнениях, нецементирующихся на поверхности изоляторов. Допускается использовать обмывочные устройства и в районах с цементирующимися загрязнениями, так как в процессе обмыва удаляются проводящие компоненты и таким образом восстанавливается электрическая прочность изоляции. В тех случаях, когда при обмыве водой с поверхности изоляторов не удастся полностью удалить слой загрязнения, необходимо проводить дополнительную чистку изоляторов ручную.

9.1.2. Обмыв водой со снятием напряжения является полностью безопасным для обслуживания персонала, эффективным с точки зрения удаления загрязнений и исключаящим перекрытие изоляции ВЛ и распределительных устройств. Однако этот метод не всегда может быть рекомендован, так как при этом снижается надежность электроснабжения потребителей.

Стационарные обмывочные устройства применяются, как правило, только на ОРУ. Передвижные устройства, включая автомашины с водой и телескопической вышкой, наоборот, чаще применяются на ВЛ и реже на подстанциях. При обмыве под напряжением необходимо, в первую очередь, обеспечить безопасность обслуживающего персонала и, кроме того, предотвратить перекрытие обмываемой изоляции. На практике нашел широкое применение способ обмыва изоляторов непрерывной струей высокого и низкого давления (полимерные изоляторы). Выбор способа обмыва изоляции водой определяется оснащенностью необходимыми обмывочными установками,

приспособлениями и оборудованием, а также квалификацией персонала, обслуживающего ВЛ и ОРУ, и имеющимся у него опытом проведения подобных работ. Для определения оптимальных сроков обмыва и его эффективности целесообразно проводить систематические измерения удельной поверхностной проводимости слоя загрязнения изоляторов, аналогичные измерениям, проводимым при определении сроков и эффективности ручной чистки.

9.1.3. Обмыв изоляции особенно эффективен при пылевидных загрязнениях, не цементирующихся на поверхности изоляторов. При цементирующихся загрязнениях обмыв, как правило, также достаточно эффективен, однако в этом случае частота обмыва должна быть увеличена.

9.1.4. Обмыв изоляции должен производиться при неблагоприятном опыте эксплуатации изоляторов ВЛ и ОРУ, вызванном неправильным выбором требуемого уровня изоляции или увеличением загрязненности атмосферного воздуха в месте расположения электроустановки.

9.1.5. Устройства по обмыву изоляции подразделяются в зависимости от следующих условий:

- вид обмываемой электроустановки (ВЛ, ОРУ, высокий переход и др.);
- класс напряжения обмываемой изоляции (с изолированной или заземленной нейтралью, высокого или сверхвысокого напряжения);
- давление воды (с высоконапорными или низконапорными струями);
- тип обмывочного устройства (стационарное, передвижное);
- способ управления обмывом (ручной или автоматический);
- состояние электроустановки при обмыве (со снятием напряжения или под напряжением);
- способ водоподготовки (стационарный или передвижной резервуар и др.).

9.1.6. Производство обмыва должно обеспечивать:

- безопасность обслуживающего персонала;
- отсутствие перекрытий по струе воды;

- отсутствие перекрытий изоляции как во время обмыва, так и в период между очередными обмывами.

- Обмыв изоляции должен производиться с соблюдением требований главы 6 Межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТРМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00ПОТРМ-016-2001).

9.1.7. Обмыв изоляции электроустановок должен производиться в соответствии с типовыми инструкциями и инструкциями, учитывающими местные условия (составленными на основе типовых инструкций). В этих инструкциях должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- требования техники безопасности к персоналу, производящему обмыв, к оборудованию, защитным средствам и приспособлениям;

- требования к удельному объемному сопротивлению и температуре воды;

- требования к давлению воды;

- методика подготовки и производства (последовательность) обмыва конкретных типов электрооборудования и изоляторов, а также их частей с учетом направления ветра и компоновки ОРУ, или типа опоры ВЛ с указанием числа, направления и последовательности перемещения струй;

- минимально допустимые расстояния по струе воды от насадки до токоведущих частей электроустановки;

- описание технологического оборудования (механизмов, приспособлений, защитных средств), используемого при обмыве;

- требования безопасности в аварийных ситуациях, в том числе в случаях перекрытий изоляторов при их обмыве;

- требования к метеорологическим условиям во время обмыва.

9.1.8. Оптимальные значения диаметра выходного отверстия насадки и давления воды должны быть выбраны опытным путем с учетом требуемой длины струи, качества обмыва и расхода воды.

9.1.9. Периодичность обмыва (ручной чистки) должна выбираться на основе опыта эксплуатации изоляции электроустановок или на основе рекомендаций, приведенных в разделе 6. Внеочередной обмыв (или ручная чистка) должен производиться также при возникновении неблагоприятных метеорологических ситуаций (загрязнении изоляции пылью неместного происхождения, влажных пыльных бурях и т.п.).

9.1.10. Продолжительность обмыва изоляции, необходимая для качественной очистки ее поверхности от загрязнения, должна устанавливаться опытным путем, с учетом конкретных условий загрязнения и размеров обмываемой изоляции. При этом, как правило, качество обмыва оператор должен определять визуально. В отдельных случаях для количественной оценки качества обмыва могут быть выполнены специальные измерения, определение уровня загрязнения до и после обмыва, что, как правило, требует снятия напряжения на обмываемом изоляторе.

9.1.11. Обмыв запрещается производить:

- в темное время суток;
- при скорости ветра больше 5 м/с;
- при температуре воздуха ниже минус 5 °С;
- при грозе, тумане;
- при замыканиях на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью.

9.2. Обмыв изоляции ВЛ

9.2.1. Обмыв гирлянд изоляторов ВЛ под напряжением может производиться непрерывными струями воды как низкого, так и высокого давления. Обмыв должен производиться в соответствии с СО 153-34.51.501 «Типовая инструкция по обмыву изоляторов ВЛ до 500 кВ включительно под напряжением непрерывной струей воды».

Также должны быть составлены местные инструкции по обмыву изоляции под напряжением, учитывающие конкретные условия работы изоляции и утвержденные в установленном порядке.

9.2.2. Выбор способа обмыва (высоким или низким давлением) должен определяться оснащенностью необходимыми устройствами, приспособлениями и оборудованием. При этом необходимо также учитывать материал обмываемой изоляции (стекло, фарфор, полимерная композиция), интенсивность загрязнения и степень его закрепления на поверхности изоляторов. Струи низкого давления эффективны при легко смываемых загрязнениях и обязательны в случае обмыва полимерных изоляторов. Струи высокого давления эффективны (исключая полимерные изоляторы) при всех видах загрязнений, так как эти струи имеют бóльшую ударную силу, чем струи низкого давления.

Применение струй высокого давления уменьшает расход воды по сравнению с использованием струй низкого давления. Недостатком использования струй высокого давления является необходимость использования более сложного оборудования (насосы высокого давления, прочные штанги и др.), что не всегда является доступным на практике.

9.2.3. Обмыв гирлянд изоляторов ВЛ напряжением до 35 кВ, включительно, должен производиться водой с удельным сопротивлением не ниже 2000 Ом·см (удельная объемная проводимость не выше 500 мкСм/см), а ВЛ напряжением выше 35 кВ - с удельным сопротивлением не ниже 1000 Ом·см (удельная проводимость не выше 1000 мкСм/см).

9.2.4. Обмыв изоляторов ВЛ, как правило, должен производиться при помощи передвижных обмывочных устройств, включающих в себя автоцистерну с насосом, телескопическую вышку, струйно-направляющий аппарат со стволом и комплект насадок.

9.2.5. Минимально допустимые расстояния по струе воды от насадки до токоведущих частей ВЛ должны быть не менее указанных в таблице 8.

Т а б л и ц а 8 – Минимально допустимые расстояния по струе воды от насадки до токоведущих частей ВЛ

Диаметр выходного	Минимально допустимое расстояние по струе, м, при напряжении ВЛ
----------------------	--

отверстия насадки, мм	до 10 кВ	35 кВ	110-150 кВ	220 кВ	330 кВ	500 кВ
10	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
12	3,5	4,5	6,0	8,0	9,0	10,0
14	4,0	5,0	6,5	8,5	9,5	11,0
16	4,0	6,0	7,0	9,0	10,0	12,0

9.3. Обмыв изоляции ОРУ

9.3.1. Обмыв внешней изоляции электрооборудования и изоляторов ОРУ под напряжением, как правило, должен производиться непрерывными струями воды низкого давления 0,5-1,0 МПа (5,0-10,0 кгс/см²). Для полимерных изоляторов давление до 0,5 МПа. Применение струй высокого давления может производиться в отдельных, особо оговоренных случаях, не рассматриваемых в настоящем СТО.

9.3.2. Обмыв изоляции ОРУ должен производиться либо при помощи стационарных устройств с закреплением насадок на обмываемом изоляторе или изоляционной конструкции, либо при помощи передвижных устройств (ручных или на базе автомобиля). В случае применения стационарно закрепленных насадок вода к ним может подводиться либо от передвижного резервуара, либо от стационарного резервуара с разводкой воды по территории ОРУ.

9.3.3. При стационарном обмыве расстояние между насадками и токоведущими частями должно быть не менее требований к воздушным промежуткам между токоведущими частями и заземлением конструкций ОРУ, регламентированных в 4.2.5.4 главы 4.2 ПУЭ-7.

9.3.4. Продолжительность обмыва одной изоляционной конструкции (колонки изоляторов) должна обеспечивать требуемое состояние поверхности изоляции и практически определяется непосредственно на месте эксплуатации электроустановки.

9.3.5. Для предотвращения возможности перекрытия изоляторов при недостаточной скорости подачи воды необходимо возможно быстрое открывание и закрывание вентилей, подающих воду на объект.

9.3.6. Выбор наиболее подходящих типов насадок для использования в стационарных установках должен определяться качеством обмыва и расходом воды при этом.

9.3.7. При стационарном обмыве необходимо контролировать в допускаемых пределах следующие данные:

- количество воды в резервуаре, необходимое для завершения обмыва;
- удельное объемное сопротивление воды;
- давление воды;
- скорость ветра (не должна превышать 5 м/с).

9.3.8. При наличии на месте обмыва только воды, имеющей более высокую проводимость, чем допустимая, необходимо предусмотреть водоподготовку при помощи опреснительной установки, либо использовать привозную воду или привозной конденсат. Удельное объемное сопротивление воды при стационарном обмыве должно быть не ниже следующих минимально допустимых значений: для электрооборудования напряжением 110 - 220 кВ в зонах с 2-й и 3-й СЗ - 6000 Ом·см, в зонах с 4-й СЗ - 8000 Ом·см, для напряжения 330-500 кВ в зонах с 2-й и 3-й СЗ - 8000 Ом·см.

9.3.9. При ручном обмыве удельное объемное сопротивление воды должно быть не ниже следующих минимально допустимых значений: для электрооборудования напряжением 35 кВ в зонах с 2-й и 3-й СЗ - 6000 Ом·см, с 4-й СЗ - 8000 Ом·см, для напряжения 110-220 кВ в зонах с 2-й и 3-й СЗ - 4000 Ом·см, в зонах с 4-й - 6000 Ом·см, для напряжения 330-500 кВ в зонах с 2-й и 3-й СЗ - 6000 Ом·см.

10. Применение гидрофобных покрытий

10.1. Общие положения

10.1.1. Гидрофобные покрытия применяются для повышения надежности эксплуатации внешней изоляции электрооборудования ОРУ. На изоляции ВЛ гидрофобные покрытия, как правило, не применяются. Применение гидрофобных покрытий может применяться на подвесной изоляции ОРУ

напряжением 110 кВ и выше, а также на участках ВЛ, попадающих в зону интенсивных загрязнений, при невозможности внедрения других способов повышения надежности работы изоляции. Необходимость применения гидрофобных покрытий, а также тип этих покрытий определяется эксплуатирующей организацией с привлечением специализированной организации.

10.1.2. Гидрофобные покрытия целесообразно применять в зонах с 3-й СЗ и выше при цементирующихся загрязнениях, в зоне уносов химических производств с большим содержанием в выбросах легкорастворимых веществ, приводящих к существенному повышению проводимости естественных осадков, а также в зоне уносов противогололедных веществ с полотен автодорог.

10.1.3. В качестве гидрофобных покрытий могут применяться полимерное кремнийорганическое защитное покрытие холодного отверждения (КЗП), вязкие пасты и технические масла (трансформаторное, турбинное и др.).

10.2. Гидрофобные покрытия (вязкие пасты и технические масла)

10.2.1. Гидрофобные вязкие пасты, применяемые для нанесения на поверхность изоляторов, в зависимости от их состава подразделяются на три основных типа:

- кремнийорганические (например, КВ-3, КПД или аналогичные);
- углеводородные (например, ГПИ, ГОИ-54П или аналогичные);
- смешанные (например, ОРГРЭС-150 или аналогичные).

10.2.2. Области применения гидрофобных вязких паст различного состава:

- кремнийорганические наиболее целесообразно применять в районах, где загрязнения атмосферы имеют преимущественно газообразные и туманообразные компоненты;

- углеводородные наиболее эффективны в районах с большим содержанием в атмосфере пылевидных загрязнений, так как эти пасты обладают способностью восстанавливать гидрофобность поверхности, в том числе после воздействия токов утечки и частичных разрядов;

- смешанные наиболее приемлемы при умеренном содержании как газообразных, так и твердых компонентов.

10.2.3. Тип и марка вязких паст и технических масел, рекомендуемых для применения на изоляторах ОРУ и вводах в ЗРУ, должны определяться на основании опытной эксплуатации и (или) результатов исследований в конкретных условиях эксплуатации.

10.2.4. Гидрофобные вязкие пасты и технические масла наносят на изоляторы ручным или механизированным способом в распыленном состоянии. Для механизированного нанесения вязкую пасту или техническое масло предварительно разогревают или разбавляют до консистенции, обеспечивающей ее распыление. При разогреве должен быть исключен взрыв или пожар материалов. Запрещается использование открытых источников огня при разогреве. Ручным способом вязкая паста и техническое масло может наноситься на изоляцию только без напряжения, механизированным - без напряжения или под напряжением. Запас пасты и технического масла на рабочем месте оператора не должен превышать суточную потребляемую норму. Хранение пасты и технического масла должно осуществляться в соответствии с требованиями правил пожарной безопасности.

10.2.5. Рекомендуется наносить гидрофобное покрытие слоем толщиной 0,7-1,0 мм.

10.2.6. Нанесение гидрофобного покрытия ручным способом должно производиться на сухие, очищенные от загрязнений изоляторы в сухую погоду при температуре окружающего воздуха не ниже +10 °С. Нанесение вязких паст механизированным способом должно производиться на сухие, очищенные от загрязнений изоляторы в сухую погоду при температуре окружающего воздуха не ниже +5 °С. Нанесение технических масел механизированным способом должно производиться на сухую поверхность изолятора при температуре не ниже -10 °С без ее предварительной очистки от загрязнений.

10.2.7. При возникновении на изоляторах с гидрофобным покрытием интенсивных частичных разрядов необходимо произвести внеочередное

нанесение покрытий на изоляторы, кроме углеводородных покрытий, эксплуатацию которых можно вести до появления заметных следов их разложения на поверхности. Внеочередное нанесение покрытий должно производиться в сухую погоду, при этом допускается выполнять его без предварительной очистки изоляторов.

10.2.8. Удаление отработанного гидрофобного покрытия следует проводить в соответствии с рекомендациями предприятия-изготовителя, в том числе удаление покрытия, поставляемого в жидком состоянии может производиться вручную ветошью, смоченной рекомендуемыми этими предприятиями-изготовителями растворителями (уайт-спиритом и т.д.), древесными стружками, скребками, не повреждающими поверхность изоляторов, или механизированным способом.

10.2.9. Для каждого типа гидрофобного покрытия следует получить от предприятия-изготовителя инструкцию по его нанесению и удалению. На ее основании эксплуатирующей организацией должны составляться инструкции по нанесению покрытия, учитывающие местные условия и утвержденные в установленном порядке.

10.2.10. Срок эффективного действия гидрофобных вязких паст и технических масел определяется по результатам эксплуатационных наблюдений за оборудованием с нанесенным покрытием и по результатам измерений.

10.2.11. Наблюдения за оборудованием с нанесенным покрытием должны производиться при неблагоприятных метеоусловиях (дожде, тумане, росе, повышенной влажности воздуха и т.п.), при этом должно фиксироваться отсутствие или появление поверхностных частичных разрядов. После каждого периода с неблагоприятными метеоусловиями следует производить внешний осмотр оборудования с нанесенным покрытием и фиксировать наличие и интенсивность следов поверхностных частичных разрядов. При обнаружении частичных разрядов или их следов необходимо произвести замену покрытия в этой зоне.

10.2.12. Определение срока эффективного действия покрытия по результатам исследований проводится, как правило, измерением разрядных напряжений изоляторов с нанесенным покрытием при искусственном увлажнении. Для оборудования классов напряжения 35 и 110 кВ допускается определять срок эффективного действия гидрофобного покрытия измерением поверхностного сопротивления изолятора с нанесенным покрытием при искусственном увлажнении. Для обоих видов испытаний используют опорно-стержневые изоляторы нормального исполнения классов напряжения 35 и 110 кВ, установленные либо на действующих присоединениях, либо на стенде под напряжением. Испытания проводятся не реже одного раза в год, причем каждый раз испытывают не менее трех изоляторов. Общее число изоляторов, установленных на стенде, должно обеспечивать возможность проведения их испытаний в течение трех лет.

Испытания могут проводиться на демонтированных изоляторах в лаборатории или непосредственно на месте их установки.

10.2.13. Для определения разрядных напряжений изолятор увлажняют мелкокапельной влагой таким образом, чтобы равномерно смачивалась вся его поверхность. Увлажнение производится в течение 15 минут. Затем при продолжающемся увлажнении на изолятор методом плавного увеличения семь раз подают напряжение до перекрытия. Первые два значения отбрасываются. За значение разрядного напряжения в данном опыте принимается среднее из пяти полученных значений.

Покрытие считается утратившем гидрофобные свойства и подлежит замене, если значение разрядного напряжения менее чем в два раза превышает значение рабочего фазного напряжения.

10.2.14. Определение поверхностного сопротивления изолятора с гидрофобным покрытием производится мегаомметром (1-5 кВ) при искусственном равномерном увлажнении изоляторов мелкокапельной влагой, обеспечивающей смачивание всей поверхности изолятора. Измерение производят после увлажнения изолятора в течение 15 минут. Покрытие

считается утратившем гидрофобные свойства и подлежит замене, если поверхностное сопротивление изолятора класса напряжения 35 кВ будет меньше 0,5 МОм и изолятора класса напряжения 110 кВ - меньше 1 МОм.

10.2.15. После испытаний производится частичное удаление пасты с демонтированных изоляторов. При обнаружении явления затвердевания пасты или образования трудно снимаемой пленки независимо от результатов электрических испытаний паста считается потерявшей гидрофобные свойства и подлежит замене.

10.3. Полимерное кремнийорганическое защитное покрытие (КЗП)

10.3.1. Покрытие обладает высокой трекингоэрозионной стойкостью, хорошими адгезионными свойствами с поверхностью изолятора и высокой степенью гидрофобности, которое существенно увеличивает разрядное напряжение изоляторов в условиях увлажнения и загрязнения. Полимерное покрытие применяется в зонах с любыми видами природных и промышленных загрязнений, в том числе при цементирующихся загрязнениях и в зонах уносов химических производств с большим содержанием в выбросах легкорастворимых веществ.

10.3.2. Покрытие образуется за счет полимеризации исходной кремнийорганической композиции.

10.3.3. Покрытие на поверхности изолятора образуется за счет послойного нанесения кремнийорганической композиции и последующего отверждения на открытом воздухе.

Полное отверждение композиции происходит при положительной температуре в течение времени, указанном в инструкциях предприятий-изготовителей. Как правило, отверждение, позволяющее подавать рабочее напряжение на изоляторы в действующих электроустановках, происходит в течение 3-4-х часов после нанесения.

10.3.4. КЗП наносится на внешнюю фарфоровую изоляцию электрооборудования и фарфоровые изоляторы распределительных устройств (ОРУ), подверженных загрязнению и увлажнению, в том числе изоляторы КТП,

КРУ, КРУН, ЗРУ, шино- и токопроводов. Применение КЗП повышает эксплуатационную надежность внешней изоляции распределительных устройств в условиях воздействия атмосферных загрязнений и увлажнений в районах с 2-4-й СЗ.

10.3.5. КЗП не применяется на полимерных изоляторах, а также на фарфоровых изоляторах, поверхность которых в процессе эксплуатации может подвергаться длительному воздействию трансформаторного или аналогичных масел, а также на фарфоровых изоляторах с полупроводящей глазурью.

10.3.6. КЗП эффективно защищает фарфоровые изоляторы, имеющие дефекты поверхностного слоя (микротрещины, повреждения глазури) и сколы на ребрах, от проникновения влаги из окружающей среды.

10.3.7. Нанесение КЗП может производиться на изоляторы, установленные в действующих электроустановках, а также на изоляторы, временно демонтированные с места их эксплуатации, или на новые изоляторы.

10.3.8. Работы по нанесению КЗП на изоляторы, установленные в действующих электроустановках, должны выполняться со снятием напряжения.

10.3.9. Работы по нанесению КЗП должны выполняться бригадой в составе не менее 2-х человек, прошедших обучение.

10.3.10. КПЗ наносится на изоляторы механизированным или ручным способом. Механизированный способ предусматривает нанесение композиции с помощью пневматического или электрического краскопульты. При ручном способе композиция наносится окраской изолятора кистью.

10.3.11. Работы в действующих электроустановках должны выполняться только в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 5 °С и силе ветра не более 3 м/с. На демонтированных или новых изоляторах работы могут выполняться при следующих условиях: в теплое время года (при температуре воздуха выше 5 °С) под навесом, а в холодное (при температуре воздуха ниже 5 °С) в закрытом отапливаемом помещении.

11. Библиография

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), глава 1.9. Седьмое издание. Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), глава 2.5. Седьмое издание. Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), глава 4.2. Седьмое издание. Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
4. СТО 56947007-29.240.058-2010 Методические указания по составлению карт степеней загрязнения на территории расположения ВЛ и ОРУ ПС. ОАО «ФСК ЕЭС», 2010.
5. СТО 56947007-29.240.003-2008 «Методические указания по дистанционному контролю изоляции воздушных линий электропередачи и распределительных устройств переменного тока напряжением 35-1150 кВ». ОАО «ФСК ЕЭС», 2005.
6. СТО 56947007-29.240.059-2010 «Инструкция по выбору изоляции электроустановок». ОАО «ФСК ЕЭС», 2010.
7. СТО 56947007-29.240.069-2011 «Линейные подвесные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ. Методы испытаний». ОАО «ФСК ЕЭС», 2011.
8. СО 153-34.51.501 (РД 34.51.501) «Типовая инструкция по обмыву изоляторов ВЛ до 500 кВ включительно под напряжением непрерывной струей воды», МГП Союзтехэнерго, М., 1982.
9. РД 153-34.0-03.301-00 «Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий», 2001.
10. ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00) «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», 2003.
11. ПОТ РМ 012-2000 Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте. Санкт-Петербург, ЦОТПБСП, 2001.
12. РД 34.20.504-94 «Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35-800 кВ». «Указания по определению

характеристик поверхностного слоя изоляторов, загрязненных в естественных условиях». СПО Союзтехэнерго, М., 1978.

13. Методика по очистке загрязненных изоляторов ВЛ и ОРУ специальными очищающими составами (711.00.00.000 Д), СКТЬ ВКТ Мосэнерго, 1986.

Приложение А

Характеристики источников загрязнения и увлажнения на территории России

Все источники загрязнения по своему происхождению подразделяются на две принципиально различные группы - природные и промышленные.

К районам с природными загрязнениями относятся следующие районы:

- с засоленными почвами;
- с обрабатываемыми для сельского хозяйства почвами при использовании минеральных удобрений;
- вблизи засоленных водоемов;
- обитания птиц, загрязняющих изоляцию или гнездящихся на опорах ВЛ;
- с «влажными» пыльными бурями и другими специфическими естественными условиями загрязнения атмосферы.

К районам с промышленными загрязнениями относятся районы:

- вблизи отдельно расположенных крупных промышленных источников выбросов в атмосферу (промышленных предприятий и ТЭС);
- со значительной концентрацией крупных или мелких промышленных предприятий;
- промышленные зоны городов, территории вблизи железных дорог, высоких автодорог (эстакады, путепроводы и т.д. с применением противогололедных средств);
- в которых источники промышленного загрязнения атмосферы разбросаны по значительной территории и оказывают влияние на загрязненность атмосферы района в целом.

Кроме того, имеются районы с комбинированными загрязнениями, когда на изоляцию воздействуют одновременно природные и промышленные загрязнения, например, промышленные загрязнения, в прибрежной зоне морей или соленых озер, а также в районах с засоленными почвами.

Отдельно выделяются районы с 1-й СЗ.

Ниже более подробно рассматриваются характеристики районов с различными видами загрязнения.

Районы с 1-й СЗ. К районам с 1-й СЗ относятся районы, не попадающие в зону влияния опасных для работы изоляции промышленных и природных источников загрязнения: леса, болота, луга, высокогорные районы с недефлирующими засоленными почвами; непромышленные зоны городов, районы со слабозасоленными почвами; большинство сельскохозяйственных районов, в которых применяются химические удобрения и химическая обработка посевов.

Районы с засоленными и обрабатываемыми почвами. Основными параметрами, характеризующими этот вид загрязнения, с точки зрения влияния на работу изоляции, являются количественное содержание солей в верхнем слое почвы, способность частиц грунта подниматься с поверхности почвы под действием ветра, площадь засоленных массивов и расстояние от рассматриваемой точки до границы зоны загрязнения. Максимальная СЗ в этих районах 2-я и только в отдельных случаях - 3-я (с дополнительным влиянием промышленных загрязнений, влажных пылевых бурь и т.п.).

Районы вблизи засоленных водоемов. К этим районам относятся побережья океанов, морей и соленых озер. Изоляторы, расположенные непосредственно вблизи крупных водоемов, увлажняются брызгами соленой воды, в результате чего на изоляторах откладываются солевые отложения, а само увлажнение является проводящим. Такие увлажнения охватывают зоны, ширина которых даже при наиболее сильных ветрах не превышает несколько сот метров. Капли соленой воды могут переноситься ветром на сравнительно большие расстояния и способствовать солевым отложениям на изоляции электроустановок. В таких случаях загрязнения изоляции солью могут происходить в зоне шириной в несколько километров, а при сильном, повторяющемся ветре со стороны моря ширина зоны загрязнения и проводящего тумана может достигать до 20-30 км.

Большое влияние при рассматриваемом виде загрязнения оказывает рельеф местности. Возвышенности, расположенные на побережье, сильно ограничивают распространение солевых загрязнений. Наоборот, вдоль выходящих к водоемам долин рек загрязнения могут распространяться на значительные расстояния. Наибольшая СЗ для территории вблизи засоленных водоемов - 3-я.

Районы с «птичьими» загрязнениями. В последние десятилетия одним из наиболее распространенных факторов, вызывающих большое число отключений ВЛ в самых различных районах, стали «птичьи» загрязнения. Перекрытия большей частью происходят по струе помета крупных птиц, садящихся на траверсу опоры. Кроме того, много отключений происходит из-за посторонних предметов, используемых птицами для сооружения гнезд на опорах.

Чаще всего отключения ВЛ из-за загрязнения птицами происходят в сельскохозяйственных, степных и лесных районах. Наибольшую опасность при этом виде загрязнения представляют не отложения помета на изоляторах, а возможность перекрытия в момент выброса струи помета или утери птицами металлических предметов. Поэтому усиление изоляции, вызванное рассматриваемым фактором, не превосходит требований, предъявляемых к 2-й СЗ, а основная борьба должна сводиться к отпугиванию птиц от траверс опор. Самым массовым мероприятием является установка на траверсах опор ВЛ в районах обитания птиц специальных заградителей.

Районы с промышленными загрязнениями. Загрязняющие вещества, выбрасываемые в воздушный бассейн промышленными предприятиями и тепловыми электрическими станциями, чрезвычайно разнообразны по своим химическим и физическим свойствам. Они могут быть газообразными, жидкими и твердыми с очень широким диапазоном интенсивности. Все промышленные предприятия для выбора уровней изоляции электроустановок вблизи них подразделяются на отрасли: химическая промышленность, цветная металлургия, нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность и др.

Каждая из этих отраслей промышленности для целей выбора изоляции электроустановок подразделена на подотрасли. В большинстве случаев при выборе изоляции при промышленных загрязнениях в качестве исходных данных реально можно использовать только характеристики источников загрязнения.

Определение СЗ вблизи промышленных предприятий производится с учетом:

- вида выпускаемой продукции (отрасль и подотрасль промышленности);
- расчетного годового объема выпускаемой продукции;
- расстояния от источника загрязнения;
- розы ветров в рассматриваемом районе.

В целом максимальная СЗ вблизи промышленных предприятий часто бывает предельной (4-й), она, как правило, захватывает сравнительно узкую зону вблизи источников загрязнения (не более 1 км при самых крупных и опасных источниках). В то же время, зоны влияния промышленных загрязнений (2 и 3-я СЗ) могут достигать 5 км, а при наложении загрязнений от комплекса крупных предприятий - 10-15 км и более.

Учет метеофакторов, влияющих на работу изоляции ВЛ. Важнейшим фактором, который следует учитывать при выборе изоляции электроустановок, является характеристика территории по числу опасных для работы изоляции атмосферных явлений, приводящих к резкому снижению напряжения перекрытия наружной изоляции электроустановок. Анализ опыта эксплуатации электроустановок в различных районах и исследования позволили выявить в качестве опасных следующие атмосферные явления:

- туман, морось;
- иней или изморозь при температуре воздуха выше -5°C ;
- мокрый снег;
- тающий лед;
- морозящий или ливневый дождь;
- роса при повышении температуры воздуха, которое устанавливается по двум ближайшим срокам регистрации до момента отключения электроустановки и одному ближайшему сроку после отключения.

Исследования, проведенные на стендах в естественных условиях загрязнения, позволили определить коэффициенты опасности атмосферных явлений (увлажнений) различного вида. Для тумана и росы при повышении температуры воздуха и дожде с удельной объемной проводимостью более 10000 мкСм/см коэффициент опасности равен 1,0, а для изморози при температуре выше -5 °С, слабом тумане и обычном дожде этот коэффициент равен 0,5. Среднегодовое расчетное число опасных увлажнений в рассматриваемом однородном районе, используемое при выборе изоляции в ответственных случаях, определяется суммированием среднегодового (усредненного для всех метеостанций района) числа опасных увлажнений, умноженных на соответствующие коэффициенты опасности.

Для анализа метеорологических явлений на карте-схеме района, для которого, выбирается изоляция, обозначаются местоположение и название метеостанций, их высота над уровнем моря. По данным этих метеостанций выбираются среднегодовые многолетние данные по опасным атмосферным явлениям. Опыт обобщения метеоданных в различных районах показывает, что среднегодовое расчетное число опасных увлажнений (число случаев опасных увлажнений) может колебаться в весьма широких пределах - от 10 в засушливых районах до 10^3 в районах с влажным климатом. Поэтому при выборе изоляции линий электропередачи длиной 10^3 км и более, районирование по числу опасных увлажнений является весьма существенным фактором, который должен учитываться при выборе уровней изоляции.

Приложение Б

Данные, подлежащие регистрации при определении степени загрязнения изоляторов в естественных условиях

- Б.1. Место установки изоляторов (стенд, ОРУ, ВЛ).
- Б.2. Тип изолятора. Количество использованных изоляторов. Разбивка поверхности изолятора на зоны при измерении локальной проводимости.
- Б.3. Сведения об источниках загрязнения.
- Б.4. Дата установки изолятора. Дата подключения изоляторов под напряжение. Дата последней чистки изоляторов. Дата демонтажа изоляторов. Дата измерений. Место и условия проведения измерений.
- Б.5. Способ увлажнения, удельная проводимость воды, способ измерения сопротивления, типы измерительных приборов.
- Б.6. Если определяется поверхностное сопротивление изолятора при естественных увлажнениях, дополнительно регистрируются вид, продолжительность, интенсивность и проводимость атмосферных осадков, температура и относительная влажность воздуха.
- Б.7. При определении удельной поверхностной проводимости $\chi_{\text{пов}}$ - то же, что и в п. 5, дополнительно - коэффициент формы изолятора, значения $\chi_{\text{пов}}$ - для каждого изолятора или для его отдельных частей, среднее значение $\bar{\chi}_{\text{пов}}$ - для всех испытанных изоляторов данного срока демонтажа, расчетное значение $\bar{\chi}_{\text{расч}}$.

Приложение В

Методика определения удельной поверхностной проводимости слоя загрязнения

В.1. Удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения $\chi_{\text{пов}}$ определяется путем деления коэффициента формы всего изолятора или его части на измеренное значение поверхностного сопротивления увлажненного до состояния насыщения слоя загрязнения испытуемого изолятора или его части:

$$\chi_{\text{пов}} = \frac{K_{\text{Ф}}}{R},$$

где R - сопротивление изолятора или части его поверхности при увлажнении слоя загрязнения; $K_{\text{Ф}}$ - коэффициент формы изолятора или его части.

В.2. Коэффициенты формы одиночного изолятора должен определяться по ГОСТ 10390.

В.3. Значение сопротивления R определяется при искусственном увлажнении поверхности изолятора до состояния насыщения слоя загрязнения влагой и соответствует минимальному значению поверхностного сопротивления изолятора.

Для увлажнения поверхности изолятора должна применяться вода с проводимостью не более 500 мкСм/см при 20 °С. При удельной поверхностной проводимости слоя загрязнения менее 5 мкСм проводимость воды должна быть не более 200 мкСм/см. Устройство для увлажнения должно обеспечивать равномерное распыление мелкокапельной влаги (сконденсированный пар, мелко распыленная вода) по поверхности испытуемого изолятора, не смывающее слой загрязнения.

В.4. Поверхностное сопротивление R может определяться при измерении тока при приложении к изолятору переменного напряжения (метод вольтметра-амперметра), приложенного к изолятору, мегаомметром на напряжение 1-5 кВ, использование мегаомметра на напряжение 2,5 кВ является предпочтительным.

В.5. При определении сопротивления R методом вольтметра-амперметра значение приложенного напряжения, отнесенного к длине пути утечки

испытываемого изолятора, должно составлять не менее 2 кВ на 1 м длины пути утечки. Для установления момента насыщения слоя загрязнения влагой в процессе увлажнения измерительное напряжение должно периодически кратковременно прикладываться к изолятору. При этом напряжение должно измеряться непосредственно между электродами испытываемого изолятора, причем ток утечки предпочтительно регистрировать с помощью осциллографа. Напряжение целесообразно прикладывать толчком, а ток утечки измерять в течение 2-3 полупериодов после приложения напряжения.

Допускается регистрация тока утечки с помощью амперметра. При этом следует обращать внимание на то, что напряжение к изолятору прикладывается толчком лишь в течение такого времени, которое необходимо для считывания с прибора, т.е. до образования на изоляторе подсушенных зон под действием тока утечки.

В.6. При проведении испытаний начальная температура изолятора должна не отличаться от температуры окружающей среды более чем на ± 5 °С. Температура окружающего воздуха при испытаниях должна быть в пределах от 5 до 30 °С.

Удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения $\chi_{\text{пов}}$ должна быть приведена к температуре 20 °С по формуле:

$$\chi_{\text{пов } 20} = \chi_{\text{пов } t} [1 - b(t - 20)],$$

где $\chi_{\text{пов } t}$ - удельная поверхностная проводимость, измеренная при температуре t °С, мкСм; b - коэффициент со значениями: при $t = 0$ °С $b = 0,03675$, при $t = 10$ °С $b = 0,02817$, при $t = 20$ °С $b = 0,02277$, при $t = 30$ °С $b = 0,01905$.

Для промежуточных температур значения b могут быть получены интерполяцией.

В.7. При определении λ на основе измерений удельной поверхностной проводимости в качестве расчетного значения $\bar{\chi}_{\text{расч}}$ для данной точки демонтажа изоляторов принимается среднее из измеренных значений, полученных при всех циклах измерений:

$$\bar{\chi}_{расч} = \frac{\sum_{i=1}^n \chi_i}{n},$$

где χ_i - среднеарифметическое значение удельной поверхностной проводимости изолятора i -го цикла демонтажа, мкСм; n - число циклов измерений.

Приложение Г

Методика определения удельной объемной проводимости осадков, выпадающих из атмосферы

При измерении удельной объемной проводимости методом вольтметра-амперметра раствор осадков, выпадающих из атмосферы, собранный в специальный сборник, после удаления посторонних предметов заливается в измерительный сосуд из изоляционного материала (стекла, органического стекла) с металлическими (медными, латунными) электродами.

Простейшим сосудом такого типа является стеклянная трубка диаметром 1-3 см. Раствор, находящийся между электродами, не должен содержать видимых пузырьков воздуха.

Измерение проводимости раствора должно производиться на переменном напряжении. Отсчет следует производить при токе около 1,0 мА.

Удельная объемная проводимость (мСм/см) должна вычисляться по формуле

$$\chi_{об} = \frac{A}{r},$$

где A - константа измерительного сосуда, см⁻¹; r - сопротивление раствора в измерительной трубке, МОм.

Величина A должна быть определена экспериментально путем измерения в этом сосуде сопротивления раствора r с известной удельной проводимостью $\chi_{об}$.

Приложение Д

Дополнительные указания к ручному методу обмыва изоляции ОРУ под напряжением

Д.1 Обмыв изоляторов должны производить специально обученные лица из числа персонала энергопредприятия, прошедшие проверку знаний «Инструкции по обмыву» и практических навыков обмыва изоляторов ОРУ. Работы по обмыву изоляции выполняются по наряду.

Д.2 Изоляторы должны обмываться непрерывной струей воды при напоре 0,5-1,0 МПа. Для полимерных изоляторов давление до 0,5 МПа. Наименьшие допустимые расстояния между насадкой и находящимися под напряжением частями установки не должны изменяться в сторону сокращения.

Д.3 Время обмыва, необходимое для качественной чистки изолятора, должно устанавливаться опытным путем, исходя из конкретных условий загрязнения и габаритов изолятора. В качестве ориентировочной скорости обмыва изолятора (скорости перемещения струи воды по изолятору в направлении снизу-вверх) допускается принять 200 мм/с для изолятора диаметром не более 400 мм.

Д.4 Обмыв изоляторов следует производить при температуре окружающего воздуха не ниже минус 5 °С. При этом, превышение температуры воды над температурой окружающего воздуха должно быть не менее 20 и не более 50 °С. Максимальное значение температуры воды не должно превышать 55 °С. Обмыв "холодной" водой, когда ее температура не отличается от температуры окружающего воздуха, допускается при температуре окружающего воздуха не ниже 1 °С. Обмыв изоляторов допускается производить при скорости ветра не выше 5 м/с.

Д.5 Очередность обмыва изоляторов выбирают, учитывая направление ветра и особенности компоновки ОРУ. Обязательным условием при обмыве изоляторов ОРУ под напряжением является недопущение попадания брызг воды на соседние, еще не обмытые изоляторы, поскольку увлажнение загрязненных

изоляторов может привести к их перекрытию.

Д.6 При ударе компактной струи воды в обмываемый изолятор образуется большое количество брызг, которые уносятся ветром. Обмыв следует начинать с изоляторов, расположенных на краю ОРУ так, чтобы образующиеся брызги воды уносило ветром на территорию, не занятую электрооборудованием, или на территорию, на которой изоляция оборудования уже обмыта.

Д.7 При неудовлетворительном качестве струи воды работу по обмыву изоляции следует приостановить до выяснения и устранения причины неисправности.

Д.8 Машины, механизмы, приборы промышленного изготовления должны эксплуатироваться в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

Д.9 Не подлежат обмыву под напряжением изоляция гасительных камер воздушных выключателей (обмывается под напряжением только опорная изоляция выключателя и фарфор воздухопровода), вводы силовых трансформаторов и автотрансформаторов, фарфоровая изоляция разрядников и ОПН.

Д.10 Подготовка и допуск к работам по обмыву изоляции электрооборудования должны соответствовать требованиям «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок» и СО 153-34.51.501 «Типовая инструкция по обмыву изоляторов ВЛ до 500 кВ включительно под напряжением непрерывной струей воды».

Д.11 Работу по обмыву изоляции в ОРУ операторы и производитель работ должны выполнять в касках и индивидуальных экранирующих комплектах. Заземление индивидуальных экранирующих комплектов осуществляется посредством применения специальной обуви с токопроводящей подошвой.

Д.12 Автоцистерна во время обмыва изоляции в ОРУ должна быть заземлена. Кроме того, следует применять металлическую цепь, закрепленную на металлической конструкции автомашины, которая должна волочиться по земле в целях предотвращения возможности возникновения емкостного

наведения заряда на автоцистерне. Каждый ствол-прерыватель должен быть заземлен заземляющим проводом.

Д.13 Запрещается работать во время грозы, при выпадении осадков, тумане, в темное время суток, при скорости ветра более 5 м/с, а также работать с оборудованием и приспособлениями, имеющими неисправность.

Приложение Е

Требования к КЗП и поверхности изоляторов, на которое наносится покрытие, контролю качества и безопасности КЗП

Е.1. Требования к КЗП

Е.1.1. Покрытие не рекомендуется к применению в условиях, где на него могут воздействовать нефтяные растворители и масла.

Е.1.2. Покрытие представляет собой слой (оболочку) из кремнийорганической композиции, нанесенной на очищенную поверхность керамических изоляторов.

Е.1.3. Покрытие должно иметь гладкую поверхность.

Е.1.4. Для эффективной эксплуатации в течение не менее 10 лет толщина покрытия должна быть не менее 0,7-1,0 мм.

Е.1.5. Полное время отверждения покрытия при температуре окружающей среды 20 ± 5 °С должно быть не более 24 ч, при 5 -10 °С до 48-72 часов.

Е.1.6. Механическая прочность покрытия должна быть не менее 16-18 кг/см².

Е.1.7. КЗП должно быть экологически безопасным и нетоксичным.

Е.1.8. Покрытие должно быть стойким к воздействию озона, ультрафиолетового излучения, кислотных и щелочных атмосферных осадков.

Е.1.9. Покрытие должно быть термостойким: рабочий интервал температур минус 60 °С - плюс 100 °С.

Е.1.10. Срок службы покрытия должен быть не менее 10 лет.

Е.2. Подготовка поверхности изолятора к нанесению КЗП

Е.2.1. Изоляторы, находящиеся в эксплуатации, перед нанесением КЗП подлежат тщательной чистке от загрязнения и обезжириванию.

Е.2.2. Удаление с поверхности изоляторов слоя твердого загрязнения должно осуществляться механическим способом без разрушения поверхности изолятора.

Е.2.3 Обезжиривание изоляторов осуществляется последовательной протиркой их поверхности бензином и ацетоном с помощью тампонов из материалов, обеспечивающих отсутствие ворса.

Е.2.4 Обезжиривание изоляторов бензином должно осуществляться до видимого отсутствия следов загрязнения на протирочном материале.

Е.2.5 Дополнительное удаление следов жира производится техническим ацетоном путем одноразовой протирки изолятора.

Е.3. Требования к внешнему виду и контроль качества КЗП

Е.3.1 Дефекты внешнего вида, наличие которых недопустимо для установки изоляторов с КЗП в эксплуатацию:

- каплевидные отростки на краях ребер;
- посторонние включения в материал покрытия;
- непрокрашенные участки на поверхности изолятора;
- отслоение от поверхности изоляторов участков покрытия;
- разрыв покрытия по телу изолятора.

Е.3.2 Дефекты внешнего вида, допускаемые в ограниченном количестве и не препятствующие установке изоляторов с КЗП в эксплуатацию:

- наплывы и подтеки на ребрах и цилиндрической части изолятора;
- каплевидные утолщения на краях ребер.

Е.3.3 Защитное покрытие должно иметь 1 класс гидрофобности по ГОСТ Р 52082.

Е.3.4 Проверка качества адгезии КЗП к поверхности керамики и его толщины осуществляется на контрольном изоляторе путем подрезания покрытия необходимым инструментом в разных местах с последующим отрывом подрезанного слоя, который должен рваться, не отслаиваясь от поверхности изолятора.

Е.3.5 Допускается устранять локальные дефекты механическим путем (срезание остро заточенным инструментом), и на место устранения должен быть нанесен новый слой КЗП по технологии, рекомендуемой предприятием-

изготовителем КЗП. При удалении локальных дефектов не следует устранять КЗП до поверхности изолятора (по возможности срезается только верхний слой КЗП).

Е.4. Требования безопасности

Е.4.1 Требования к работам по нанесению КЗП в действующих электроустановках.

Е.4.1.1 Работы по нанесению КЗП в действующих электроустановках без демонтажа изоляторов должны проводиться в соответствии с требованиями «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-16-2001 РД 153-34.0-03.150-00. Работа по нанесению КЗП на новые или демонтированные изоляторы должна проводиться вдали от токоведущих частей.

Е.4.1.2 Для обеспечения доступа оператора к изоляторам, расположенным на подножниках или высоко над землей, используются автовышки, предохранительные пояса и канаты страховочные в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50849 и ГОСТ 12.4.107. В зоне расположения изолятора должен быть установлен помост (площадка) с ограждениями (перилами). Все работы на высоте должны выполняться в соответствии с требованием «Межотраслевых правил по охране труда при работе на высоте» ПОТ РМ 012-2000, Санкт-Петербург, ЦОТПБСП 2001. Инструкция может быть дополнена мероприятиями по обеспечению безопасности работ, учитывающими специфику конкретного места.

Е.4.1.3 Запрещается направлять факел композиции в сторону электрооборудования, находящегося под высоким напряжением.

Е.4.1.4 Оператор, наносящий КЗП, должен учитывать направление и скорость ветра таким образом, чтобы пыль от факела не попадала на работающий рядом обслуживающий персонал. В случае, когда невозможно рассчитать направление факела композиции вследствие неустойчивого

направления ветра или его порывов работы по нанесению КЗП должны быть прекращены.

Е.4.2 Оператор должен быть одет в хлопчатобумажный и плотно застегнутый комбинезон. Рекомендуется лицо оператора закрывать щитком из оргстекла или другого прозрачного материала. При выполнении работ с использованием ацетона и бензина оператор должен защитить дыхательные пути (рот и нос) респиратором.

Е.4.3 В случае попадания композиции на открытые участки кожи следует протереть их бензином, а затем вымыть горячей водой с мылом.

Е.4.4 Отработанный обтирочный материал со следами композиции подлежит утилизации.

Е.4.5 Все работы по нанесению КЗП, в том числе обезжиривание поверхности изоляторов бензином и ацетоном, очистка инструмента, а также утилизация отработанного обтирочного материала, должны выполняться в соответствии с требованиями «Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий», РД 153-34.0-03.301-00, 2001.

Приложение Ж

Дополнительные указания по эксплуатации полимерных изоляторов (испытания проводятся в районах с 2÷4 СЗ)

Ж.1. Общие положения

Эксплуатация осуществляется в действующих электроустановках: воздушных линиях электропередачи (ВЛ) и распределительных устройствах (РУ) электростанций и подстанций.

Принцип организации эксплуатации определяется следующими положениями:

а) наиболее целесообразно оснащать полимерными изоляторами ВЛ и опорно-стержневую изоляцию ОРУ целиком;

б) допускается частичное оснащение полимерными изоляторами ВЛ (целиком одной или двух фаз линии, отдельного участка ВЛ, опоры на трех фазах) или ОРУ.

Полимерные изоляторы, находящиеся в эксплуатации, должны подвергаться эксплуатационным и послеэксплуатационным испытаниям.

Для принятия решения о расширении применения полимерных изоляторов необходимо накопить положительный опыт эксплуатации в действующих электроустановках объемом не менее 6000 изоляторов-лет и представить в ОАО «ФСК ЕЭС» результаты эксплуатационных и послеэксплуатационных испытаний по срокам и объемам, регламентированным настоящим документом, а именно:

а) для изоляторов, предназначенных к эксплуатации в районах с 3-й - 4-й СЗ, необходимо иметь результаты испытаний после не менее 6-ти лет эксплуатации, как минимум, в двух районах с промышленным загрязнением (цементирующимся и химическим) и в одном районе с природным загрязнением;

б) для изоляторов, предназначенных к эксплуатации в районах с 1-й - 2-й СЗ - после не менее 6-ти лет эксплуатации, как минимум, в двух районах с любым видом загрязнения;

в) в зачет принимаются результаты испытаний изоляторов, демонтированных из районов с СЗ, равной (или большей) максимальной СЗ по научно-технической документации на изолятор конкретного типа.

Ж.2. Эксплуатационные испытания

Ж.2.1 В процессе эксплуатации должны осуществляться наблюдения за изоляторами и определение изменения их внешнего вида, загрязненности и гидрофобных свойств поверхности защитной оболочки.

Ж.2.2 Организация-изготовитель должна представить организации, в которой производится эксплуатация, протоколы приемо-сдаточных испытаний изоляторов установочной партии с указанием результатов сплошного и выборочного контроля, кроме того, должны быть представлены:

- среднее значение разрушающей механической силы при растяжении и вид разрушения (стержень, оконцеватель, защитная оболочка);
- сведения о стеклопластиковом стержне (номер ТУ, завод-изготовитель, среднее значение электрической прочности);
- сведения о материале защитной оболочки (материал, номер ТУ, завод-изготовитель, класс гидрофобности);

Указанные документы должны храниться в течение всего срока опытно-промышленной эксплуатации (не менее 3 лет) и служить для оценки динамики старения изоляторов.

Ж.2.3 Информация об условиях эксплуатации и установочной партии изоляторов должна соответствовать Ж.6 - Ж.8.

Ж.2.4 После монтажа изоляторов в действующих электроустановках следует проводить:

- а) периодический осмотр изоляторов без снятия напряжения (оценивается наличие или отсутствие загрязнения на поверхности, целостность элементов изолятора, наличие видимых поверхностных частичных разрядов, следов трека, изменение цвета поверхности изоляторов, следы ожогов и коррозии на арматуре и др.); осмотр должен производиться (в том числе в темное время суток) при помощи бинокля, зрительной трубы или инструментально с помощью оптико-

электронных преобразователей изображения (тепловизоров, работающих в инфракрасном и ультрафиолетовом частях спектра); периодичность осмотров - не менее 2-х раз в год;

б) периодический осмотр и измерения со снятием напряжения с целью детального анализа состояния поверхности и определения сравнительных характеристик слоя загрязнения полимерных изоляторов; определяется наличие поврежденных изоляторов, места расположения повреждений и их характер: вспучивания, прожоги, отслоения, сколы ребер, трещины, образование науглероженных проводящих дорожек на поверхности изолятора и их длина, следы перекрытия или расстрела; при измерении глубины эрозионных кратеров рекомендуется использовать микрометрические и индикаторные глубиномеры; при осмотрах рекомендуется производить фотографирование поврежденных участков (в отдельных случаях допускается вместо фотографии давать эскиз); периодичность осмотров - не реже одного раза в 2 года.

Ж.2.5 В процессе эксплуатации рекомендуется периодически определять следующие характеристики полимерных изоляторов:

- гидрофобность поверхности защитной оболочки;
- удельную поверхностную проводимость $\chi_{\text{пов}}$ всего изолятора или его части ;
- среднюю поверхностную плотность загрязнения изолятора γ .

Измерения характеристик слоя загрязнения рекомендуется производить не менее чем на трех полимерных и для сравнения на трех стеклянных (фарфоровых) изоляторах для каждого места установки. Периодичность осмотров и измерений - не реже одного раза в 2 года.

Ж.2.6 Результаты осмотров и измерений должны заноситься в журнал или в протокол, составляемый в соответствии с Ж.6.

Ж.3. Послеэксплуатационные испытания

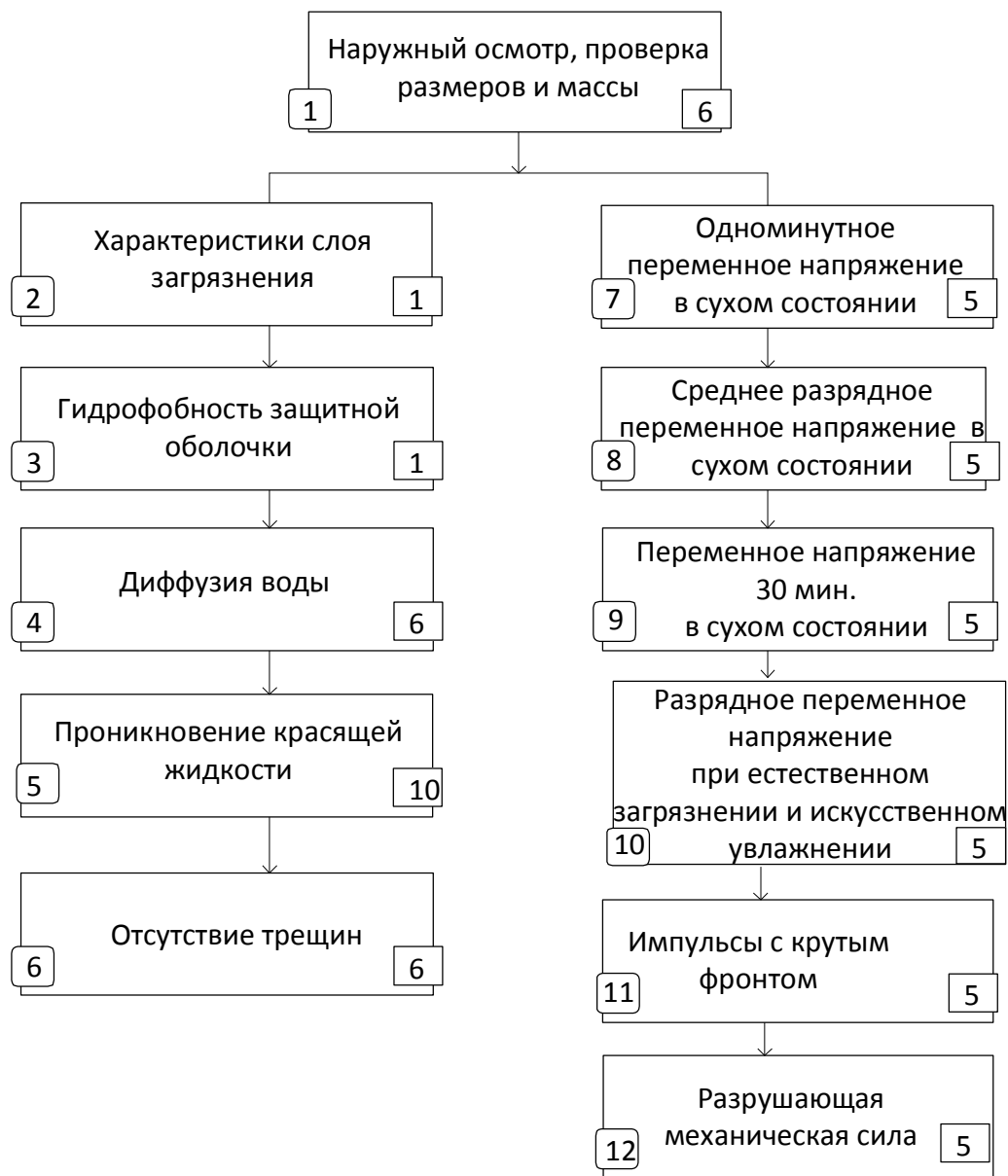
Ж.3.1 Порядок проведения испытаний

Ж.3.1.1 Послеэксплуатационные испытания изоляторов, демонтированных с действующих ВЛ и ОРУ, должны проводиться через 1, 3 и 6

лет с момента установки изоляторов в эксплуатацию, а также при обнаружении факторов, снижающих надежность эксплуатации электроустановок (перекрытия, повреждения изоляторов).

Ж.3.1.2 Через 1 и 3 года с момента установки изоляторов в эксплуатацию необходимо выборочно демонтировать по 6 изоляторов для проведения комплекса испытаний. Последовательность испытаний и число изоляторов, подвергающихся каждому виду испытаний, указана на рисунке Ж.1. Результаты этих испытаний являются контрольными и учитываются при решении вопроса о применении изоляторов.

Ж.3.1.3 Через 6 лет с момента установки изоляторов в эксплуатацию для проведения испытаний по полной программе должны быть демонтированы 16 изоляторов, проведены их испытания. Последовательность испытаний и число изоляторов, подвергающихся каждому виду испытаний, указаны на рисунке Ж.2 (виды испытаний по ГОСТ Р 52082).



Примечания:

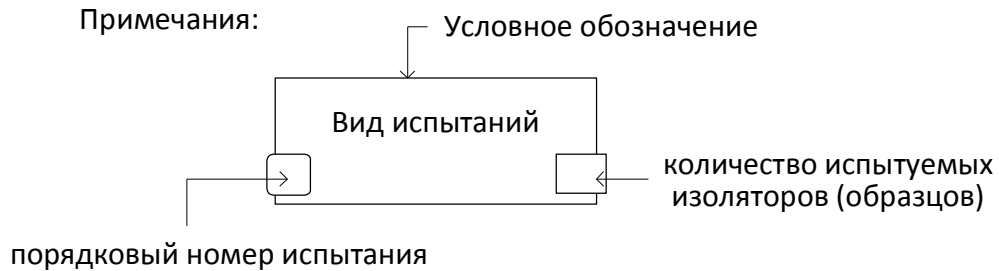


Рисунок Ж1 - Схема проведения испытаний подвесных полимерных изоляторов после 1 и 3 лет опытно-промышленной эксплуатации

Перечень основных и контрольных испытаний



Рисунок Ж2 - Схема проведения испытаний подвесных полимерных изоляторов после 6 лет эксплуатации

Ж.3.2 Требования к изоляторам после опытно-промышленной эксплуатации

Ж.3.2.1 Изоляторы должны соответствовать требованиям, изложенным в отраслевом нормативном документе «Технические требования к приемочным испытаниям опытных образцов подвесных полимерных изоляторов 6 - 750 кВ», за исключением требований к внешнему виду, гидрофобности защитной оболочки, механической разрушающей силы при растяжении и среднему разрядному переменному напряжению в сухом состоянии (Ж.3.2.3-Ж.3.2.6).

Ж.3.2.2 Изоляторы не должны иметь внешних дефектов, препятствующих их дальнейшей эксплуатации, а именно деформации или трещин оконцевателей, ожоговых, вследствие действия дуги, критических разрушений экранной арматуры, сползания оконцевателей, деформации изоляторов, вспучивание их защитной оболочки.

Ж.3.2.3 Допускается снижение гидрофобности защитной оболочки с первого до третьего класса.

Ж.3.2.4 Среднее значение механической разрушающей силы изоляторов не должно снижаться по сравнению с первоначальным значением (зафиксированным перед установкой изоляторов в эксплуатацию) более чем на 10%. При этом ни на одном изоляторе она не должна быть ниже значения, определяемого классом изолятора, а характер разрушения, как правило, должен быть таким же, как перед установкой изоляторов в эксплуатацию.

Ж.3.2.5 Среднее значение механической разрушающей силы при растяжении и изгибе, полученное на изоляторах, прошедших испытание на проникновение влаги, на трекингоэрозионную стойкость и при искусственном загрязнении не должно снижаться более чем на 20% по сравнению с первоначальным значением.

Ж.3.2.6 Средние разрядные переменные напряжения при плавном подъеме изоляторов с естественным слоем загрязнения в сухом состоянии должны быть не менее 85% от первоначального значения, зафиксированного перед установкой изоляторов в опытно-промышленную эксплуатацию.

Ж.4. Методы испытаний изоляторов после демонтажа с действующих электроустановок и правила приемки

Ж.4.1 Характеристики слоя загрязнения должны определяться в соответствии с Приложением В. В качестве расчетного значения для данного места и данного срока демонтажа должно приниматься среднее арифметическое значение из результатов измерений, полученных на данном типе изоляторов.

Ж.4.2 Определение класса гидрофобности поверхности изоляторов должно производиться в соответствии с Приложением К на участках поверхности, предварительно очищенных от слоя естественного загрязнения. Изоляторы считают выдержавшими испытания, если их класс гидрофобности не выше 4.

Ж.4.3 Разрядные характеристики изоляторов на переменном напряжении при естественном загрязнении (среднее разрядное напряжение при плавном подъеме, одноминутное выдерживаемое) в сухом состоянии должны определяться по ГОСТ 1516.2, а при искусственном увлажнении в соответствии с ГОСТ 10390. Общее число испытываемых изоляторов для каждого места и каждого срока демонтажа должно быть не менее 5.

Изоляторы считаются выдержавшими испытания, если их разрядные характеристики не ниже нормированных в ГОСТ 1516.2, и изоляторы выдержали контрольные испытания переменным напряжением в течение 30 мин и импульсами с крутым фронтом.

Ж.4.4 Испытания на трекингоэрозионную стойкость должны производиться для СЗ, соответствующей району эксплуатации изоляторов, только в том случае, если на изоляторах имеются следы трека и эрозии. Изоляторы считаются выдержавшими испытания, если после их проведения не обнаружено критических повреждений поверхности и изоляторы выдержали контрольные испытания переменным напряжением в течение 30 мин и импульсами с крутым фронтом.

Ж.4.5 Испытания на проникновение воды должны производиться в соответствии с СТО 56947007-29.240.069-2011 «Линейные подвесные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ. Методы испытаний». Изоляторы считаются выдержавшими

испытания, если после кипячения в воде они выдержали контрольные испытания переменным напряжением в течение 30 мин и импульсами с крутым фронтом.

Ж.4.6 Определение механической разрушающей силы должно производиться в соответствии с СТО 56947007-29.240.069-2011 «Линейные подвесные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ. Методы испытаний». Изоляторы считаются выдержавшими испытания, если нормированная растягивающая сила достигнута без повреждения изолятора.

Ж.4.7 Испытания на проникновение красящей жидкости должны производиться в соответствии с СТО 56947007-29.240.069-2011 «Линейные подвесные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ. Методы испытаний». Изоляторы считаются выдержавшими испытания, если время подъема красителя до верхнего среза стеклопластика не менее 15 минут или не менее значения, указанного в нормативно-технической документации на изолятор конкретного типа, а по границе раздела «стеклопластик - защитная оболочка» не менее 30 минут.

Ж.4.8 Испытания на диффузию воды должны производиться в соответствии с СТО 56947007-29.240.069-2011 «Линейные подвесные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ. Методы испытаний». Изоляторы считаются выдержавшими испытания, если при подъеме напряжения и его выдержке не наблюдалось пробоя или перекрытия образцов по поверхности и при этом ток утечки не превышал 1 мА (действующее значение).

Ж.4.9 Проверка отсутствия трещин в части стеклопластикового стержня, расположенной внутри оконцевателей и в зонах, непосредственно примыкающих к оконцевателям должна производиться в соответствии с СТО 56947007-29.240.069-2011 «Линейные Подвесные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ. Методы испытаний».

Ж.5. Оценка результатов испытаний

Ж.5.1 Изоляторы установочной партии считаются выдержавшими послеэксплуатационные испытания, если:

- не произошло существенных механических и электрических повреждений и пробоя более 3-х изоляторов за период опытно-промышленной эксплуатации;

- не произошло существенных механических и электрических повреждений и пробоя ни на одном из изоляторов непосредственно при послеэксплуатационных испытаниях;

- не произошло биологических (грибковых) повреждений поверхности изоляторов.

Ж.5.2 Результаты послеэксплуатационных испытаний должны быть оформлены в виде протокола, подписанного организацией-производителем испытаний. Протокол направляется на утверждение организацией-изготовителем изоляторов в ОАО «ФСК ЕЭС». В ОАО «ФСК ЕЭС» направляются:

- заключение эксплуатационных организаций о работоспособности, достоинствах и недостатках опытных образцов изоляторов;

- информация об условиях и результатах опытно-промышленной эксплуатации, включая сведения об отказах, опыте эксплуатации электроустановок с полимерными изоляторами, результаты эксплуатационных и послеэксплуатационных испытаний изоляторов;

- предложения по организации серийного производства изоляторов с подтвержденной потребностью в них со стороны эксплуатационных организаций и с указанием предварительной стоимости изоляторов.

Ж.5.3 На основе полученных данных ОАО «ФСК ЕЭС» принимает окончательное решение о целесообразности расширения применения изоляторов данного типа в районах, соответствующих условиям послеэксплуатационных испытаний.

Ж.6. Данные, подлежащие регистрации при установке в эксплуатацию полимерных изоляторов

1. Характеристика ВЛ (ОРУ) _____
 - 1.1 Наименование ВЛ (ОРУ) _____
 - 1.2 Максимальное эксплуатационное напряжение, кВ _____
 - 1.3 Протяженность участка с полимерными изоляторами, км _____
 - 1.4 Тип опор _____
 - 1.5 Номера опор _____
 - 1.6 Тип провода _____
 - 1.7 Номера фаз _____
 - 1.8 Число и тип тарельчатых изоляторов в соседней фазе (линии, находящейся в однородном районе по СЗ), фаза или соседних опорах; случаи отключения (число и тип изоляторов в перекрытой гирлянде), предполагаемая причина отключения

 - 1.9 Токи короткого замыкания в месте установки полимерных изоляторов _____
 - 1.10 Прочие данные _____

2. Изоляторы
 - 2.1 Тип, назначение (подвесной, натяжной) изолятора _____
 - 2.2 Изготовитель _____
 - 2.3 Число установленных изоляторов _____
 - 2.4 Номер партии по паспорту _____
 - 2.5 Дата монтажа _____
 - 2.6 Дата включения под напряжение _____
3. Условия эксплуатации
 - 3.1 Район по ветровой нагрузке _____
 - 3.2 Район по гололедности _____
 - 3.3 Степень загрязнения _____
 - 3.4 Природные условия в местах установки полимерных изоляторов: лес, поле, гористость, наличие источников промышленного загрязнения, годовое колебание температуры (нужное подчеркнуть) _____

4. Причины применения полимерных изоляторов: компактность, легкость при монтаже, отсутствие профилактических мероприятий, вандализм, проблемы с загрязнениями, проблемы с птицами, затруднение с поставкой керамических изоляторов, прочие (нужное подчеркнуть)

5. Рекомендации в адрес изготовителя полимерных изоляторов _____
6. Адрес потребителя изоляторов _____

Ж.7. Климатические характеристики районов проведения опытной эксплуатации полимерных изоляторов

Название метеостанции	Климатические характеристики						
	Среднегодовая температура воздуха, °С	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	Среднегодовое количество осадков, мм	Среднегодовая длительность солнечного сияния, ч	Среднегодовая солнечная радиация, ккал/см ²	Число грозových часов в год, ч

Ж.8. Результаты осмотров и измерений

_____ (наименование изолятора)

_____ (опытный образец, элемент установочной партии или серийного производства)

_____ (разработчик)

_____ (эксплуатирующее предприятие)

_____ (период наблюдения)

_____ (дата выпуска изоляторов, предприятие-изготовитель)

_____ (количество изоляторов, находящихся под наблюдением, место установки)

Осмотр без снятия напряжения				Осмотр со снятием напряжения								
Порядковый номер осмотра	Дата и время осмотра	Метео условия при осмотре	Состояние изоляторов	Порядковый номер осмотра	Дата и время осмотра	Номер осмотра изолятора	Цвет и состояние поверхности	Удельная поверхностная проводимость (χ_R или χ_S)	Эквивалентное содержание поваренной соли	Средняя поверхностная плотность загрязнения (γ)	Виды повреждений, описание повреждений	Количество изоляторов, с малосущественными и существенными (отдельно) повреждениями за предыдущий период
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Приложение К

Методика определения класса гидрофобности поверхности полимерных изоляторов

Исследуемая поверхность изолятора площадью 50 - 100 см² должна быть увлажнена с помощью распылителя воды (пульверизатора, краскопульта), дающего мелкие капли в виде тумана. При увлажнении пульверизатор должен находиться на расстоянии 30 - 50 см от изолятора. Опрыскивание должно производиться непрерывно в течение 20 - 30 с и повторяться не менее чем на 3-х изоляторах. С помощью краскопульта опрыскивание производится однократно (в течение 1,5-2 с). Опыт повторяется 3-4 раза на различных участках поверхности исследуемого изолятора.

Оценка класса гидрофобности должна определяться по усредненным результатам измерения на различных участках изолятора в соответствии с классификацией, приведенной в таблице К.1 и на рисунке К.1.

Таблица К.1 - Оценка класса гидрофобности

Класс гидрофобности	Характеристика
1	Формируются отдельные капли с небольшой разницей в диаметре
2	Формируются отдельные капли. Часть капель существенно больше остальных
3	Формируются отдельные капли, большинство которых имеют сферическую форму. Часть капель имеет неправильную форму и существенно бóльшие размеры
4	Только часть капель формируется отдельно. Имеются полностью увлажненные участки с площадью менее 2 см^2 , занимающие менее 90% поверхности изолятора.
5	Имеются полностью увлажненные участки с площадью более 2 см^2 , занимающие менее 90% поверхности изолятора
6	Увлажненные участки занимают более 90% поверхности изолятора, наблюдаются небольшие неувлажненные пятна.
7	Сплошная водяная пленка на всей поверхности изолятора (полная смачиваемость).

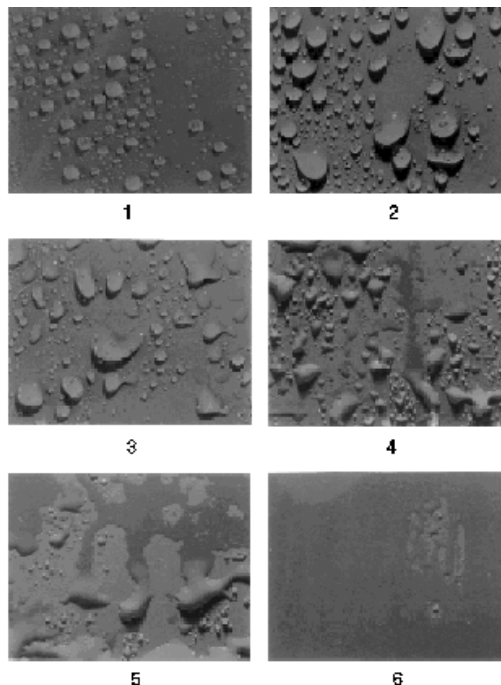


Рисунок К1 - Классы гидрофобности