



РОСЭНЕРГОАТОМ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДИВИЗИОН РОСАТОМА

Приложение к приказу
АО «Концерн Росэнергоатом»
от 20.01.2016 № 9/31-П

Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической
и тепловой энергии на атомных станциях»
(ОАО Концерн «Росэнергоатом»)



УТВЕРЖДАЮ

**Заместитель Генерального директора -
директор по производству и
эксплуатации АЭС**

А.Г. Жуков

2015

**ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ПОВЫШЕННЫМ
НАПРЯЖЕНИЕМ И КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НА
АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ**

Методические указания

МУ1.2.2.05.1061-2015



Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным унитарным предприятием "Научно-исследовательский институт приборов" и Технологическим филиалом ОАО «Концерн Росэнергоатом»
- 2 ВНЕСЕНЫ Департаментом инженерной поддержки
- 3 ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом»
от 20.01.2016 № 9/34-17
- 4 ВЗАМЕН ТД 1.2.4.10.006.0014-2007

Содержание

1	Область применения...	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Обозначения и сокращения...	2
4	Общие методические положения...	3
5	Объем и нормы испытаний кабелей повышенным напряжением в эксплуатации...	5
5.1	Определение целостности жил кабелей и фазировка кабельных линий...	5
5.2	Измерение общей длины кабельной линии...	5
5.3	Испытания силовых кабелей с различными типами основной изоляции, в том числе, при их смешанной прокладке...	5
6	Рекомендации по контролю состояния силовых кабелей в эксплуатации...	8
	Библиография...	13
	Приложение А (справочное) Коэффициенты укорочения для кабелей различными изоляционными материалами...	15

Введение

Настоящие методические указания (МУ) определяют объем и нормы испытаний силовых кабельных линий в эксплуатации на атомных станциях повышенным напряжением и рекомендуют методы контроля состояния силовых кабелей при проведении их технического обслуживания.

Настоящие МУ распространяются на силовые кабели с полимерной и пропитанной бумажной изоляцией.

Опыт показывает, что испытания кабелей повышенным напряжением не гарантирует их безотказную работу в эксплуатации до проведения следующих испытаний, а постоянное испытательное напряжение является само по себе разрушающим фактором для неповрежденных областей экструдированной изоляции кабелей, поэтому в технической литературе и нормативных международных и национальных технических документах периодически предлагаются как новая испытательная техника для проведения испытаний повышенным переменным напряжением различной формы, так и новые параметры испытаний (периодичность, длительность, максимальная величина, форма испытательного напряжения). Отметим, что современная техника с управляемыми источниками испытательного напряжения, во-первых, потребляет меньше мощности, чем требуется при испытаниях на частоте 50 Гц, поэтому являются портативным и удобным в эксплуатации, во-вторых, дает возможность одновременно во время испытаний измерять некоторые диагностические параметры, например, параметры частичных разрядов.

Для повышения эффективности испытаний повышенным напряжением в настоящих МУ указаны дополнительные методы контроля состояния. Эти методы постоянно совершенствуются, их применение носит с одной стороны рекомендательный характер, с другой стороны, они дают в ряде случаев установить степень и причину деградации изоляции или обоснование для увеличения межинтервальных сроков для проведения последующих испытаний кабелей повышенным напряжением.

**ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ПОВЫШЕННЫМ
НАПРЯЖЕНИЕМ И КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НА
АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ**
Методические указания

Дата введения 01.03.2016

1 Область применения

1.1 Настоящие методические указания (далее – МУ) предназначены для использования на атомных станциях АО "Концерн Росэнергоатом" для обеспечения надежной эксплуатации силовых кабельных линий.

1.2 Настоящие МУ распространяются на все типы силовых кабелей напряжением от 0,4 до 10 кВ с изоляцией из пропитанной бумаги и полимерной изоляции, в том числе, при их смешанной прокладке. Под изолирующими полимерными составами в настоящих МУ рассматриваются все применяемые для изоляции кабелей полимеры и их композиции, включая наиболее распространенные на сегодняшний день – пластифицированный поливинилхлорид, этиленпропиленовый каучук, сшитый полиэтилен.

2 Нормативные ссылки

В настоящих МУ использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 55025-2012 "Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно. Общие технические условия

Стандарт МЭК 60502/2014, редакция 3.0 "Силовые кабели с экструдированной изоляцией и арматура на номинальное напряжение от 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ)

ПО 1.2.1.02.999.0184-2013 Положение. Определение технического состояния и управление старением кабелей на атомных станциях.

ТПРГ 1.2.6.9.0072-2011. Типовая программа диагностики кабельных

линий на атомных станциях. Требования и рекомендации к разработке и выполнению

РД 34.45-51.300-97 "Объем и нормы испытаний электрооборудования", 6-е издание

ТУ 16.К71-335-2003 "Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6 -10 кВ"

ТУ 16.К71-343-2004 "Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена не распространяющие горение на напряжение 6 -10 кВ"

МР 1.2.02.0168-2013 Диагностика технического состояния силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией на атомных станциях

МР 1.2.1.13.1005-2015 Комплексная диагностика технического состояния силовых кабелей 6 -10 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена

МР 1.2.1.13.0018-2011 Методические рекомендации по диагностике дефектов в контрольных кабелях атомных станций"

РД 153-34.0-20.363-99 «Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ».

3 Обозначения и сокращения

АС – атомная станция

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор

ВН – восстановленное напряжение

ГЦН – главный циркуляционный насос

ИТР – изотермический ток релаксации

КЛ – кабельная линия

КРУ – комплектное распределительное устройство

МУ – методические указания

МЭК – международная электротехническая комиссия

ПЭ – полиэтилен

ПВХ – поливинилхлорид

ПБИ – пропитанная бумажная изоляция

ПУЭ – правила устройства электроустановок

РД – руководящий документ

СПЭ – сшитый полиэтилен

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт

ТУ – технические условия

ЧР – частичные разряды

ЭБ – электробезопасность

ЭПР – этиленпропиленовая резина

ЭЦ – электрический цех

IEEE – институт инженеров по электротехнике и электронике США

$U_o/U(U_m)$ – номинальные напряжения кабелей по МЭК 60502

U_o – номинальное напряжение промышленной частоты между проводником и землей или металлическим экраном, используемом в конструкции кабеля

U – номинальное напряжение промышленной частоты между проводниками, использующимися в конструкции кабеля

U_m – максимальное значение "самого высокого напряжения в системе", при котором еще может использоваться оборудование

$\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь

4 Общие методические положения

4.1 Испытания электрооборудования должны проводиться с соблюдением требований правил техники безопасности.

4.2 Испытанию повышенным напряжением изоляции кабелей должны предшествовать тщательный визуальный и тепловизионный контроль доступных частей кабельной линии.

4.3 До и после испытаний изоляции повышенным напряжением следует измерять сопротивление изоляции кабеля R между жилой и экраном.

4.4 Измерение сопротивления изоляции необходимо проводить цифровым мегомметром: для кабелей 6 – 10 кВ – мегомметром на 2500 В; для

кабелей напряжением 0,4 кВ – мегомметром на 1000 В. За сопротивление изоляции принимают значение сопротивления изоляции, измеренное через 60 сек после приложенного напряжения. При определении коэффициента абсорбции K_a используются значения сопротивления изоляции, измеренные через 15 секунд $R_{15сек}$ и 60 секунд $R_{60сек}$. При определении индекса поляризации PI используются значения сопротивления изоляции, измеренные через 1 минуту $R_{1мин}$ и 10 минут $R_{10мин}$.

4.5 Испытательное напряжение должно подниматься плавно со скоростью, допускающей визуальный контроль по измерительным приборам, и, по достижении заранее установленного значения, поддерживаться неизменным в течение испытаний. После требуемой выдержки напряжение плавно снижается до значения не более одной трети испытательного и отключается.

4.6 В случае пробоя изоляции кабеля в процессе испытаний оборудование должно обеспечивать автоматическое отключение повышенного напряжения.

4.7 Длина кабельных линий измеряется любым современным рефлектометром типа РЕЙС 205Р, РЕЙС-305, Digiflex Com и т.п., включенным между жилой и экраном или между жилами кабеля.

4.8 В настоящих МУ определены объемы и нормы испытаний кабелей в эксплуатации переменным повышенным напряжением и постоянным выпрямленным напряжением.

4.9 Выполнение требований настоящих МУ направлено на повышение эффективности выявления дефектов изоляции силовых кабелей и на снижение уровня разрушающего воздействия испытательного напряжения на бездефектные области полимерной изоляции кабелей путем испытаний силовых кабельных линий повышенным напряжением на сверхнизкой частоте 0,1 Гц.

4.10 Выполнение рекомендаций по дополнительному контролю силовых кабелей повышает эффективность испытаний, а в отдельных случаях позволяет установить причину и степень старения изоляции и обосновать сроки

проведения последующих испытаний кабелей повышенным напряжением.

5 Объем и нормы испытаний кабелей повышенным напряжением

5.1 Определение целостности жил кабелей и фазировка кабельных линий

5.1.1. Фазировка проводится на предварительно обесточенной и заземленной кабельной линии.

5.1.2. Фазировку кабельных линий можно проводить как по жилам, так и по металлическим экранам (у кабелей с пластмассовыми оболочками).

5.1.3. Фазировку можно проводить любым методом, например, методом прозвонки, используя телефонные трубки, подключенные на обоих концах кабеля, или с помощью трех отличающихся по величине сопротивления резисторов и омметра.

5.1.4. Проведенная фазировка свидетельствует о целостности тех элементов кабеля, которые использовались при фазировке.

5.2 Измерение общей длины кабельной линии

Измерение общей длины кабельной линии проводится временным рефлектометром. Значения коэффициентов укорочения для кабелей с наиболее широко распространенными кабельными изоляционными материалами представлены в таблице А.1 приложения А. Эти значения носят оценочный характер и могут существенно отличаться от соответствующих значений для реального кабеля, вследствие целого ряда причин: нарушение технологии производства, изменения свойств изоляции со временем под воздействием внешних факторов. Поэтому для обеспечения наилучшей точности измерений длины кабеля рекомендуется всегда, где это возможно, отдавать предпочтение значениям коэффициентам укорочения, полученным по известной длине неповрежденного участка испытуемого кабеля.

5.3 Испытания силовых кабелей с различными типами основной изоляции, в том числе, при их смешанной прокладке

5.3.1. Испытания кабельных линий питания ГЦН с реакторами ВВЭР

проводятся без распайки от гермовводов и отсоединения жил кабелей зоны свободного доступа от шин в ячейке КРУ.

5.3.2. Перед проведением испытаний повышенным напряжением для выявления грубых дефектов, а также различного рода упущений, изоляцию кабельной линии проверяют мегомметром на напряжении 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм при смешанной прокладке кабелей и кабелей с ПБИ длиной не более 500 метров и не менее 200 МОм для кабелей с изоляцией из СПЭ и ЭПР. Значение коэффициента абсорбции K_a при этом должно составлять не менее 1,25. При наличии грубых дефектов испытания повышенным напряжением не проводить, принять меры для выявления и устранения. После испытания повышенным напряжением изоляцию повторно проверяют мегаомметром при напряжении 2500 В. Сопротивление изоляции и значение коэффициента абсорбции не должно уменьшиться.

5.3.3. Перед подачей испытательного напряжения снимается заземление с кабельной линии и высоковольтного вывода испытательной установки.

5.3.4. Испытательную установку включают в соответствии с ее инструкцией по эксплуатации. Постепенно увеличивают испытательное напряжение, пока не будет достигнута необходимая величина. Контроль величины напряжения производят по киловольтметру испытательной установки.

5.3.5. Испытания кабелей с изоляцией из СПЭ и ЭПР постоянным повышенным напряжением не допускается.

5.3.6. Параметры испытательного напряжения должны соответствовать требованиям и рекомендациям [1], МЭК 60502, РД 34.45-51.300, ГОСТ Р 55025, ТУ 16.К71-335, ТУ 16.К71-343.

5.3.7. Для кабелей с номинальными напряжениями U_0 более 1 кВ величина и длительность испытательного синусоидального или косинусоидально-прямоугольного напряжения частотой 0,1 Гц выбирается из таблицы 1 производителем работ, исходя из производственных условий. Это

означает, что для широко распространенных силовых кабелей в эксплуатации с номинальными напряжениями $U_o/U(U_m) = 3,6/6(7,2)$ кВ испытательное напряжение частотой 0,1 Гц, приложенное между проводником и землей или металлическим экраном, составит 7 кВ в течение 60 минут или 11 кВ в течение 30 минут, для этих же кабелей испытательное напряжение, приложенное между проводниками, должно составлять 12 кВ в течение 60 минут или 18 кВ в течение 30 минут.

Т а б л и ц а 1 – Величина и соответствующая ей длительность испытаний напряжением частотой 0,1 Гц

Напряжение испытаний после монтажа кабеля, кВ	4 (U_o/U)	3 (U_o/U)
Напряжение испытаний для кабелей в эксплуатации, кВ	3 (U_o/U)	2 (U_o/U)
Время испытаний, мин	30	60

5.3.8. Допускается в качестве испытательного переменного напряжения использовать не только напряжение частотой 0,1 Гц; но и резонансное напряжение, частота которого обычно находится в области частот от 20 до 300 Гц; переменное затухающее напряжение с частотой повторения около 0,2 Гц в соответствии с МЭК 60502. Опыт, приведенный в [2]-[4] подтвердил эффективность таких испытаний.

5.3.9. Для кабелей с ПВХ и пропитанной бумажной изоляцией как альтернатива испытанию переменным напряжением, может производиться испытание постоянным четырехкратным напряжением 4 (U_o/U) в течение 15 мин после монтажа и 5 мин во время эксплуатации.

5.3.10. Допустимое значение токов утечки при испытании повышенным напряжением $4U_o$ и ниже не должно превышать величины 0,15 мА. При испытании напряжением менее $4U_o$ значение токов утечки не нормируется. Во время проведения испытаний рекомендуется регистрировать максимальные значения токов утечки для установления тренда старения изоляции. Допустимые значения коэффициента асимметрии по отношению токов утечки

не должно превышать величину 8 в соответствии с РД 34.45-51.300.

5.3.11. Периодичность профилактических испытаний повышенным напряжением в процессе эксплуатации 1 раз в течение первых 2 лет после ввода в эксплуатацию, а в дальнейшем:

- а) один раз в три года;
- б) во время проведения капитальных ремонтов оборудования;
- в) один раз в 5 лет при отсутствии старения и повреждении изоляции по результатам дополнительного контроля (диагностики) кабелей.

5.3.12. Испытания кабелей напряжением от 0,4 до 1 кВ проводятся мегаомметром на напряжение 2500 В при измерении сопротивления изоляции в соответствии с РД 34.45-51.300. Значение сопротивления изоляции должно быть не ниже 0,5 МОм. Периодичность испытаний кабелей на напряжение 1 кВ не реже одного раза в течение двух лет. Испытание кабелей на напряжение 0,4 кВ проводят после монтажа или перекладки и после ремонта в соответствии с ПУЭ [5].

6 Рекомендации по контролю состояния силовых кабелей в эксплуатации

6.1 Перечень методов диагностики и контроля силовых и контрольных кабелей, традиционно применяемых последние годы на АЭС представлен в ПО 1.2.1.02.999.0184. В настоящих МУ указаны те из них, применение которых возможно во время проведения испытаний кабелей повышенным напряжением. В предыдущем разделе было указано, что временная рефлектометрия, тепловизионный контроль, измерение сопротивления изоляции и тока утечки являются обязательными методами контроля, которые должны сопровождать эти испытания. Отметим, что сегодня многие производители испытательного оборудования комплектуют его устройствами для измерения параметров частичных разрядов и/или тангенса диэлектрических потерь на низких частотах. В таблице 2 представлены обязательные и рекомендованные методы контроля состояния изоляции силовых кабелей.

Т а б л и ц а 2 – Методы диагностики и диагностические параметры для оценки состояния силовых кабелей

Метод/параметр	Нормы для диагностических параметров или опыт применения метода	Примечание
Измерение сопротивления изоляции $R_{из}$, коэффициент абсорбции K_a , индекс поляризации PI	1) Для кабелей с СПЭ изоляцией: не менее 200 МОм для кабелей длиной 1 км. 2) Нормы для кабелей с ПБИ представлены в МР 1.2.02.0168	Традиционный метод. Имеет малую чувствительность к типичным дефектам пластмассовой изоляции. Нормы $R_{из}$, представленные в МР 1.2702.0168 для кабелей с ПБИ, дают возможность проводить экспресс диагностику их состояния
Тепловизионный контроль	Нормы представлены в РД 34.45-51.300, РД 153-34.0-20.363-99	Эффективен для выявления сильного усыхания бумажной изоляции, дефектов контактных соединений, перегрузки кабельной линии, плохого теплоотвода (например, при проходе КЛ через стены, в трубах, КЛ покрытые противопожарными составами)
Измерение тока утечки	Нормы представлены в РД 34.45-51.300, измеряется во время испытаний повышенным напряжением	Традиционный метод для выявления дефектов в кабелях по увеличению вклада в сквозной ток проводимости изоляции
Временная рефлектометрия	Опыт применения представлен в МР 1.2.1.13.0018. Необходим периодический контроль методом для оценки изменения состояния неоднородностей кабельной линии	Традиционный метод, имеет низкую чувствительность к дефектам изоляции.

Продолжение таблицы 2

Регистрация параметров ЧР	Нормы и опыт применения представлены в ТПРГ 1.2.6.9. 0072 для кабелей с ПБИ в МР 1.2.02.0168. Необходим периодический контроль для оценки изменения состояния кабельной линии данным методом. При анализе экспериментальных данных следует помнить, что интенсивность и другие параметры ЧР не всегда коррелируют со степенью старения изоляции, например, науглероживание ПБИ ведет к «тушению» ЧР	Метод имеет низкую чувствительность для регистрации дефектов старения и прежде всего используется в качестве рефлектометра для дефектов изоляции, имеющих свободный объем, в котором возникают ЧР. В настоящее время ряд производителей комплектуют установки для испытаний повышенным напряжением на частоте 0,1 Гц и переменном затухающем напряжении приборами для регистрации ЧР непосредственно во время испытаний
Измерение ВН	Нормы для диагностики состояния силовых кабелей с ПБИ указаны в МР 1.2702.0168. Для кабелей с другим типом изоляции необходимо проводить периодический контроль данным методом для определения тренда изменения состояния кабеля	В соответствии с МР 1.2702.0168 метод дает возможность долговременного прогнозирования состояния кабелей с ПБИ. Метод позволяет количественно контролировать обеднение пропиточного состава ПБИ и ее увлажнение
Измерение ИТР	Нормы для диагностики состояния силовых кабелей с СПЭ указаны в МР 1.2.1.13.1005. Для кабелей с другим типом изоляции необходимо проводить периодический контроль данным методом для определения тренда изменения состояния кабеля	В соответствии с МР 1.2.1.13.1005 метод дает возможность долговременного прогнозирования состояния кабелей с СПЭ по изменению объемного заряда изоляции из-за наличия дефектов

Окончание таблицы 2

Метод частотно-диэлектрической спектроскопии/измерение $\text{tg}\delta$ на характерных частотах	Общепринятый метод для контроля состояния кабелей с различными типами изоляции. Для кабелей с ПБИ в ТПРГ 1.2.6.9.0072 представлена методика количественной оценки степени увлажнения бумажной изоляции. Для кабелей с СПЭ в соответствии с IEEE 400 и [6] измерение $\text{tg}\delta$ при напряжении $2U_0$ во время проведения испытаний повышенным напряжением на частоте 0,1 Гц дает возможность оценить состояние кабелей по следующим критериям: $\text{tg}\delta < 0,0012$ – состояние норма, частота повторных измерений – 5 лет, $\text{tg}\delta \geq 0,0012$ – состояние работоспособное со значительными отклонениями, необходимо ежегодные проверки, $\text{tg}\delta \geq 0,0022$ – состояние кабеля ухудшенное, требуется замена кабеля.	Метод можно применять для оценки старения кабелей с различными типами изоляций. В соответствии с [7-8] при проведении оценок в качестве базового значения следует использовать форму и интенсивность частотного спектра диэлектрических потерь нового кабеля. Максимальный диапазон частот для анализа спектра диэлектрических потерь простирается от 10^{-3} до 10^6 Гц.
Частотно-резонансная рефлектометрия	Метод описан и опыт применения представлен в МР 1.2.1.13.0018 и в [9, 10] Необходим периодический контроль методом для оценки изменения состояния неоднородностей кабельной линии	Метод прошел апробацию в международной программе МАГАТЭ [10], в отличие от временной рефлектометрии обладает приемлемой чувствительностью для регистрации дефектов старения емкостного типа и определения их место положения по трассам КЛ

6.2 Состояние силовых кабелей по степени старения изоляции настоящие МУ классифицируют как "норма", "работоспособное с отклонениями", "работоспособное ухудшенное" и "предельное" согласно классификации, представленной в ТПРГ 1.2.6.9.0072 (см. таблицу 3).

Т а б л и ц а 3 – Классификация технического состояния силовых кабелей в эксплуатации

Классификация состояния		Степень старения изоляции	Рекомендации персоналу при проведении ТОиР
Работоспособное	норма (без отклонений)	Старение отсутствует	Эксплуатация без ограничений, техническое обслуживание согласно нормативной документации
	с незначительными отклонениями	Низкая степень старения, ее наличие фиксируется отдельными методами контроля	Эксплуатация без ограничений, техническое обслуживание согласно нормативной документации
	со значительными отклонениями	Средняя степень старения, наблюдается тенденция к дальнейшей деградации изоляции	Эксплуатация с выполнением контроля степени старения изоляции неразрушающими методами. Объем контроля состояния определяет специализированная организация. До получения рекомендаций специализированной организации персонал измеряет сопротивление изоляции и контролирует ее состояние по величине индекса поляризации и величине коэффициента абсорбции.
	ухудшенное	Сильное старение, ресурс изоляции ограничен	Плановая замена кабеля (участка кабеля) или плановое определение причин ухудшенного состояния различными методами (проведение внеплановых испытаний повышенным напряжением, неразрушающий или разрушающий контроль) и устранение причин ухудшенного состояния.
Предельное		Предельная степень старения или наличие локального дефекта	Вывод кабеля из эксплуатации, ремонт кабеля или замена кабеля

Библиография

- | | |
|---|--|
| [1] IEEE 400.2-2013 | IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF)(less than 1 Hz) |
| [2] 9th International Conference on Insulated Power Cables. D6.3 Jicable'15 - Versailles 21-25 June, 2015 | Peter VAN DER WIELEN, Bernd VAN MAANEN, Fred STEENNIS, Piet SOEPBOER, Dirk VAN HOUWELINGEN, Leon BOKMA
“Testing the effectiveness of tests after installation on power cable systems» |
| [3] 9th International Conference on Insulated Power Cables. C3.5 Jicable'15 - Versailles 21-25 June, 2015 | Nigel Hampton, Jean Carlos Hernandez-Mejia, Marina Kuntsevich, Joshua Perkel, Vivek Tomer «Estimating the Impact of VLF Frequency on Effectiveness of VLF Withstand Diagnostics» |
| [4] 9th International Conference on Insulated Power Cables. D7.2 Jicable'15 - Versailles 21-25 June, 2015 | Michael HENSEL, Steffen FUCHS
“Suitability of test voltages applied to high and extra-high voltage extruded cables and cable systems for quality acceptance during commissioning and for condition assessment during operation” |
| [5] 7 – издание, утверждены Минэнерго России от 20.06.2003 №242) | Правила эксплуатации электроустановок |
| [6] International Nuclear Plant Electrical Cables Ageing Management Symposium September 2013, September 17 to 19, 2013, the MAI - Moret sur Loing, France | Douglas S. DePriest, “TVA'S MV Cable Test Program» |
| [7] 9th International Conference on | Thierry ESPILIT, Jean François |

- Insulated Power Cables. C3.6 Jicable'15 - Versailles 21-25 June, 2015
- [8] 9th International Conference on Insulated Power Cables. C1.3. Jicable'15 - Versailles 21-25 June, 2015
- [9] 9th International Conference on Insulated Power Cables. C5.4. Jicable'15 - Versailles 21-25 June, 2015
- [10] IAEA Nuclear Energy Series, No. NP-T-3.6, Vienna: IAEA, 2012
- DRAPEAU, Sverre HVIDSEN, Roger TAMBRUN “Off-Line Diagnostic Measurements: Type of Measurement versus Insulation Weakness Targeted”
- Christophe MOREAU, Maud FRANCHET, Davide FABIANI, Luca VERARDI, Gian Carlo MONTANARI, Sandrine FRANCOIS, «Main objectives and results of the EU project ADVANCE with focus on aging assessment of cable insulation used in nuclear power plants through electrical measurements”
- Paolo F. FANTONI, «Condition monitoring of electrical cables using line resonance analysis (LIRA)»
- Assessing and Managing Cable Ageing in Nuclear Power Plants

Приложение А
(справочное)

**Коэффициенты укорочения для кабелей различными
изоляционными материалами**

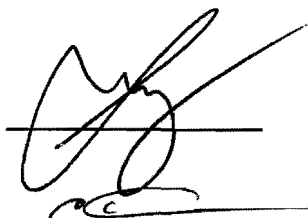
Т а б л и ц а А.1 – Коэффициенты укорочения и скорость распространения электромагнитной волны для кабелей различными изоляционными материалами

Тип изоляции	Половинная скорость распространения электромагнитной волны, м/мкс	Коэффициент укорочения
Пропитанная бумага	75-84	1,78 - 2,00
ПВХ	91-93	1,61 - 1,65
СПЭ	78-87	1,72 - 1,92
ПЭ	100,5	1,49
Политетрафторэтилен	106,5	1,41
Бумага	108-132	1,14 - 1,39
Пенополиэтилен	122,9	1,22
Воздух	141-147	1,02 - 1,06

Лист согласования

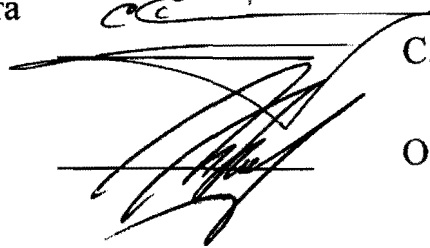
МУ 1.2.2.05.1061-2015 «Проведение испытаний повышенным напряжением и контроль технического состояния силовых кабельных линий на атомных станциях. Методические указания»

Заместитель директора по
производству и эксплуатации АЭС



Ю.П. Тетерин

Заместитель директора Департамента
инженерной поддержки



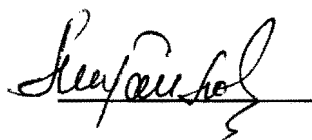
С.А. Карпутов

Главный технолог Департамента
инженерной поддержки



О.А. Пророков

Нормоконтролер



М.А. Михайлова



Лист визирования

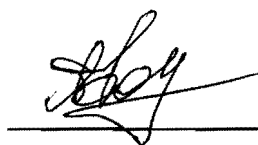
**МУ 1.2.2.05.1061-2015 «Проведение испытаний повышенным напряжением
и контроль технического состояния силовых кабельных линий на атомных
станциях. Методические указания»**

Заместитель директора по науке
ФГУП "НИИП"



В.Н. Улимов

Начальник управления диагностики и
испытаний и испытаний
электротехнических элементов АС и
ЯУ ФГУП "НИИП", разработчик
методических рекомендаций



А.И. Кононенко

Акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической
и тепловой энергии на атомных станциях»

(АО «Концерн Росэнергоатом»)

ПРИКАЗ

20.01.2016

№ 9/34-П

Москва

О введении в действие
МУ 1.2.2.05.1061-2015

В целях повышения надежности эксплуатации электротехнического оборудования АЭС АО «Концерн Росэнергоатом»

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Ввести в действие с 01.03.2016 МУ 1.2.2.05.1061-2015 «Проведение испытаний повышенным напряжением и контроль технического состояния силовых кабельных линий на атомных станциях. Методические указания» (далее - МУ 1.2.2.05.1061-2015, приложение).

2. Заместителям Генерального директора - директорам филиалов АО «Концерн Росэнергоатом» - действующих атомных станций и руководителям структурных подразделений центрального аппарата АО «Концерн Росэнергоатом» принять МУ 1.2.2.05.1061-2015 к руководству.

3. Департаменту планирования производства, модернизации и продления срока эксплуатации (Дементьев А.А.) внести в установленном порядке МУ 1.2.2.05.1061-2015 в подраздел 2.4.2 части III Указателя технических документов, регламентирующих обеспечение безопасности на всех этапах жизненного цикла атомных станций (обязательных и рекомендуемых к использованию).

4. Департаменту инженерной поддержки (Тетерин Ю.П.) обеспечить координацию работ по внедрению МУ 1.2.2.05.1061-2015.

5. Признать утратившим силу с 01.03.2016 указание ФГУП концерн «Росэнергоатом» от 15.02.2008 №14-ук «О введении в действие Методических указаний».

И.о. Генерального директора

А.Г. Жуков

В.И. Наговицын
(495) 710-40-22



Уд/109/18.01