
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.240.068-2011**

**ДЛИНА ПУТИ УТЕЧКИ ВНЕШНЕЙ ИЗОЛЯЦИИ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЯ 6-750 КВ**

Стандарт организации

Дата введения: 11.01.2011

ОАО «ФСК ЕЭС»
2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»; правила применения стандарта организации установлены ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте

РАЗРАБОТАН: ОАО «НИИПТ»

ВНЕСЕН: Департаментом технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС»

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:
приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 28.12.2010 № 996

ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	4
1 КЛАССИФИКАЦИЯ	6
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ	6
3 КОРРЕКТИРУЮЩИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ИЗОЛЯТОРОВ И ИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ (СТЕКЛЯННЫХ, ФАРФОРОВЫХ И ПОЛИМЕРНЫХ)	9
4 ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИМ ПРОФИЛЬ ИЗОЛЯТОРОВ.....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	14
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)	14
ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИМ КОНКРЕТНЫЕ ПРОФИЛИ ИЗОЛЯТОРОВ	14
1 ФАРФОРОВЫЕ И СТЕКЛЯННЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ.....	14
2 ПОЛИМЕРНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (СПРАВОЧНОЕ)	21
ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ ПО ТАРЕЛЬЧАТЫМ ИЗОЛЯТОРАМ.....	21

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящий стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» «Длина пути утечки внешней изоляции электроустановок переменного тока классов напряжения 6-750 кВ» (далее - Стандарт) устанавливает значения длины пути утечки внешней изоляции электроустановок переменного тока категории размещения 1 напряжением 6-750 кВ (ВЛ, ОРУ, линейных вводов ЗРУ), в дальнейшем называемой «изоляторами».

Настоящий Стандарт разработан с учётом требований межгосударственного стандарта ГОСТ 9920-89 «Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции».

Стандарт распространяется на фарфоровые, стеклянные и полимерные изоляторы климатических исполнений У, ХЛ, УХЛ и Т категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

Стандарт не распространяется на покрышки ограничителей перенапряжений, продольную изоляцию выключателей, а также на изоляторы, в конструкции которых предусмотрены специальные меры, обеспечивающие повышение электрической прочности в нормальном эксплуатационном режиме (подогрев поверхности, применение полупроводящей глазури, нанесение твердого полимерного защитного покрытия и т.д.).

ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Длина пути утечки изоляции (изолятора) или составной изоляционной конструкции (L) - наименьшее расстояние по поверхности изоляционной детали между металлическими частями разного потенциала. При составной конструкции за длину пути утечки принимается сумма длин пути утечки последовательно соединенных элементов.

Удельная длина пути утечки - отношение длины пути утечки к наибольшему рабочему фазному напряжению сети, в которой работает электроустановка.

Изоляционная длина гирлянды изоляторов ВЛ ($H_{из}$) - наименьшее изоляционное расстояние по воздуху (в свету) между металлическими частями (стержень, оконцеватель, защитная арматура) изолятора, примыкающего к токоведущей части опоры до металлических частей (шапка, оконцеватель, защитная арматура) изолятора, примыкающего к заземленной части опоры.

Степень загрязнения (СЗ) - показатель, учитывающий влияние загрязненности атмосферы на снижение электрической прочности изоляции электроустановок.

Изоляторы нормального исполнения - изоляторы и изоляционные конструкции с относительно простой конфигурацией, для которых введение корректирующих коэффициентов k_L и k_K не требуется.

Корректирующие коэффициенты k_L и k_K - коэффициенты, учитывающие соответственно увеличение длины пути утечки у изоляторов с усложненной конфигурацией и работу изоляторов в составных изоляционных конструкциях.

Составные изоляционные конструкции - гирлянды из тарельчатых или стержневых изоляторов, колонки из опорных изоляторов.

Изоляторы с большим диаметром изоляционной части - цилиндрические ребристые фарфоровые или полимерные изоляторы с диаметром тела изоляционной части более 300 мм.

Изоляторы с усложненной конфигурацией (развитой поверхностью) - тарельчатые изоляторы с отношением длины пути утечки к диаметру изоляционной детали более 1,05, стержневые (цилиндрические) изоляторы с отношением длины пути утечки к высоте изоляционной части более 2,5.

Изоляторы специального исполнения - изоляторы с усложненной конфигурацией изоляционной части и гладкие (аэродинамические) изоляторы.

Профиль изолятора - геометрическая конфигурация его изоляционной детали.

1 КЛАССИФИКАЦИЯ

По условиям работы изоляции в соответствии с главой 1.9 ПУЭ-7 устанавливаются 4 степени загрязнения (СЗ):

- 1 - легкая;
- 2 - средняя;
- 3 - сильная;
- 4 - очень сильная.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1 Удельная длина пути утечки изоляторов нормального исполнения (λ_n) для электроустановок, работающих на высоте не более 1000 м над уровнем моря, в зависимости от степени загрязнения должна быть не менее значений, приведенных в табл. 1. Требования этой табл. в общем случае не распространяются на изоляторы с усложненной конфигурацией, на изоляторы, работающие в составных изоляционных конструкциях и на изоляторы с большим диаметром изоляционной части.

Таблица 1

Удельная длина пути утечки λ_n (по отношению к наибольшему рабочему фазному напряжению сети) поддерживающих гирлянд и штыревых изоляторов ВЛ на металлических и железобетонных опорах, внешней изоляции электрооборудования и изоляторов ОРУ, линейных вводов ЗРУ

Степень загрязнения	λ_n , см/кВ (не менее), при номинальном напряжении, кВ	
	до 35 включительно	110-750
1	3,30	2,80
2	4,10	3,50
3	5,30	4,40
4	7,20	5,50

2.2 Длина пути утечки изоляторов нормального исполнения для разных степеней загрязнения, определенная по формуле $L_n = \lambda_n \cdot U_{фм}$, где $U_{фм}$ -

наибольшее фазное напряжение электроустановки, должна быть не менее значений, приведенных в табл. 2. Величина $U_{фм}$ рассчитана как наибольшее рабочее фазное напряжение электроустановок по ГОСТ 1516.3, деленное на $\sqrt{3}$.

Таблица 2 Длина пути утечки изоляторов нормального исполнения для разных степеней загрязнения

Номинальное напряжение электроустановки U_n , кВ	$U_{фм}$, кВ	Длина пути утечки, L_n , см для СЗ			
		1	2	3	4
6	3,75	13	16	20,0	27,0
10	6,65	22,0	28	36	48,0
35	23,4	78,0	96,0	124,0	169,0
110	72,8	205	255	330	400
150	99,5	280	350	450	550
220	145	410	510	655,0	800,0
330	210	590	735	945	1155
500	305	850	1060	1365	1670
750	455	1275	1590	2045	2500

2.3 Длина пути утечки L изоляторов и изоляционных конструкций различной конфигурации, работающих на высоте свыше 1000 м над уровнем моря, должна определяться с учетом корректирующих коэффициентов по формуле:

$$L = L_n \cdot k_L \cdot k_k \cdot k_d \cdot k_H \cdot k_{п},$$

где:

k_L - корректирующий коэффициент на использование длины пути утечки у изоляторов с усложненной конфигурацией;

k_k - корректирующий коэффициент на работу изоляторов в составных конструкциях;

k_d - корректирующий коэффициент для стержневых (цилиндрических) изоляторов с большим диаметром тела изоляционной части;

k_H - корректирующий коэффициент для изоляторов, работающих на высоте свыше 1000 м над уровнем моря;

$k_{II} = 0,8$ - корректирующий коэффициент только для стержневых подвесных полимерных изоляторов; он может применяться только в том случае, если полимерные изоляторы выдерживают испытания в загрязненном и увлажненном состоянии для степеней загрязнения 2-4 в соответствии с главой 1.9 ПУЭ седьмого издания (раздел «Выбор изоляции по разрядным характеристикам»).

Определение корректирующих коэффициентов должно производиться в соответствии с разделом 3.

2.4 Для воздушных линий классов напряжения 110 кВ и выше в табл. 3 дополнительно к требуемой длине пути утечки приведены изоляционные длины гирлянд изоляторов ($H_{из}$) в зависимости от класса напряжения электроустановки и степени загрязнения в районе её расположения.

Выбор $H_{из}$ выполнен с учётом рекомендаций табл. 1.9.24 ПУЭ-7, где для районов с 1-й и 2-ой СЗ рассматривается применение изоляторов нормального исполнения (тарельчатых стеклянных, стержневых полимерных и фарфоровых), а для районов с 3-й и 4-ой СЗ - гряззестойкого исполнения (тарельчатых стеклянных, стержневых полимерных и фарфоровых).

Для ВЛ, проходящих на высоте до 1000 м над уровнем моря, изоляционные расстояния по воздуху от проводов и арматуры, находящейся под напряжением, до заземленных частей опор должны быть не менее значений, приведенных в табл. 2.5.17 ПУЭ-7. Длина гирлянды изоляторов ($H_{из}$), независимо от СЗ, должна быть не менее изоляционных расстояний при грозовых перенапряжениях, приведенных в табл. 2.5.17 ПУЭ-7. В районах с загрязненной атмосферой $H_{из}$ определяется в зависимости от СЗ в месте расположения электроустановки и класса её напряжения в соответствии с главой 1.9 ПУЭ-7.

Таблица 3 Рекомендации по $H_{из}$ одиночных поддерживающих гирлянд (тарельчатых стеклянных, стержневых полимерных и фарфоровых)

Класс напряжения ВЛ, кВ	Н _{из} , м (не менее) требуемое значение ПУЭ-7 (гл. 2.5) при грозовых перенапряжениях	Н _{из} , м (не более) рекомендуемое значение в соответствии с ПУЭ-7 (гл. 1.9) для СЗ			
		1	2	3	4
		110	1,0	1,1	1,2
150	1,3	1,4	1,7	1,8	2,2
220	1,8	1,9	2,3	2,6	3,2
330	2,6	3,1	4,0	4,1	4,7
500	3,2	4,5	5,7	5,8	6,7
750	Не нормируется	6,6	8,4	8,5	10,5

3 КОРРЕКТИРУЮЩИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ИЗОЛЯТОРОВ И ИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ (СТЕКЛЯННЫХ, ФАРФОРОВЫХ И ПОЛИМЕРНЫХ)

3.1 Корректирующие коэффициенты k_L для подвесных тарельчатых изоляторов нормального исполнения по ГОСТ 27661 следует определять по табл. 4 в зависимости от отношения длины пути утечки изолятора L к диаметру его изоляционной детали D .

Таблица 4 Корректирующие коэффициенты k_L для подвесных тарельчатых изоляторов нормального исполнения со слабо развитой нижней поверхностью изоляционной детали

L/D	k_L
от 0,90 до 1,05 включительно	1,00
от 1,05 до 1,10 включительно	1,05
от 1,10 до 1,20 включительно	1,10
от 1,20 до 1,30 включительно	1,15
от 1,30 до 1,40 включительно	1,20

3.2 Корректирующие коэффициенты k_L для подвесных тарельчатых изоляторов специального исполнения следует определять по табл. 5.

Таблица 5 Корректирующие коэффициенты k_L для подвесных тарельчатых изоляторов специального исполнения

Конфигурация изолятора	k_L
------------------------	-------

Двукрылая	1,20
С увеличенным вылетом ребра на нижней поверхности	1,25
Аэродинамического профиля (конусная, полусферическая)	1,0
Колоколообразная с гладкой внутренней и ребристой наружной поверхностями	1,15

3.3 Корректирующие коэффициенты k_L штыревых изоляторов (линейных, опорных) со слабо развитой поверхностью должны приниматься равными 1,0, с сильно развитой поверхностью - 1,1.

3.4 Корректирующие коэффициенты k_L внешней изоляции электрооборудования наружной установки, выполненной в виде одиночных изоляционных конструкций, а также подвесных изоляторов стержневого типа, следует определять по табл. 6 в зависимости от отношения длины пути утечки изолятора или изоляционной конструкции L к длине их изоляционной части h .

Таблица 6 Корректирующие коэффициенты k_L одиночных изоляционных колонок, опорных и подвесных стержневых изоляторов

L_u/h	менее 2,5	2,5–3,00	3,01–3,30	3,31–3,50	3,51–3,71	3,71–4,00
k_L	1,0	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30

3.5 Корректирующие коэффициенты k_k одноцепных гирлянд и одиночных опорных колонок, составленных из однотипных изоляторов, следует принимать равными 1,0.

3.6 Корректирующие коэффициенты k_k составных конструкций с параллельными ветвями (без перемычек), составленных из однотипных элементов (двухцепных и многоцепных поддерживающих и натяжных гирлянд, двух- и многостоечных колонок), следует определять по табл. 7.

Таблица 7 Корректирующие коэффициенты k_k составных конструкций с электрически параллельными ветвями (без перемычек)

Количество параллельных ветвей	1	2	3–5
k_k	1,0	1,05	1,10

3.7 Корректирующие коэффициенты k_k Λ -образных и V-образных гирлянд с одноцепными ветвями следует принимать равными 1,0.

3.8 Корректирующие коэффициенты k_k составных конструкций с последовательно-параллельными ветвями, составленными из изоляторов одного типа (гирлянд типа Υ или \wedge , опорных колонок с различным числом параллельных ветвей по высоте, а также подстанционных аппаратов с растяжками), следует принимать равными 1,1.

3.9 Корректирующие коэффициенты k_L одноцепных гирлянд и одиночных опорных колонок, составленных из разнотипных изоляторов с коэффициентами использования k_{L1} и k_{L2} , должны определяться по формуле

$$k_L = \frac{L_1 + L_2}{\frac{L_1}{k_{L1}} + \frac{L_2}{k_{L2}}},$$

где L_1 и L_2 – длина пути утечки участков конструкции из изоляторов соответствующего типа. Аналогичным образом должна определяться величина k_L для конструкций указанного вида при числе разных типов изоляторов, большем двух.

3.10 Корректирующий коэффициент на диаметр изолятора k_d должен определяться по рис. 1 и 2 соответственно для фарфоровых и полимерных изоляторов (длинностержневых, опорных и полых).

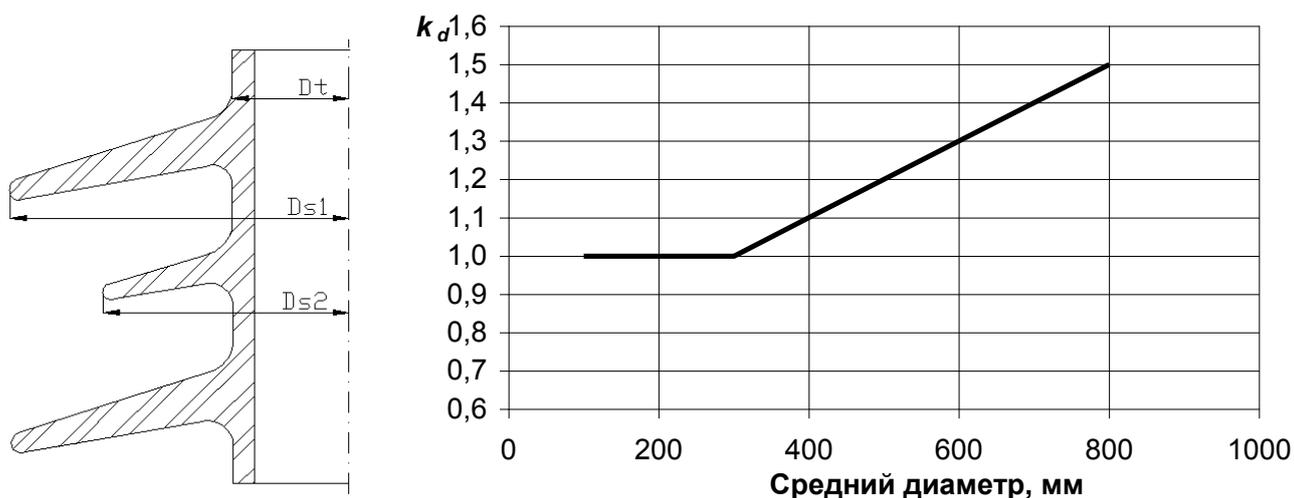


Рис. 1 Определение k_d для фарфоровых изоляторов

Определение k_d производится по среднему диаметру D_a следующим образом:

$$k_d = 1, \text{ когда } D_a < 300 \text{ мм};$$

$$k_d = 0,001 \cdot D_a + 0,7, \text{ когда } D_a \geq 300 \text{ мм},$$

где $D_a = (2 \cdot D_t + D_{s1} + D_{s2})/4$ (см. рис. 1).

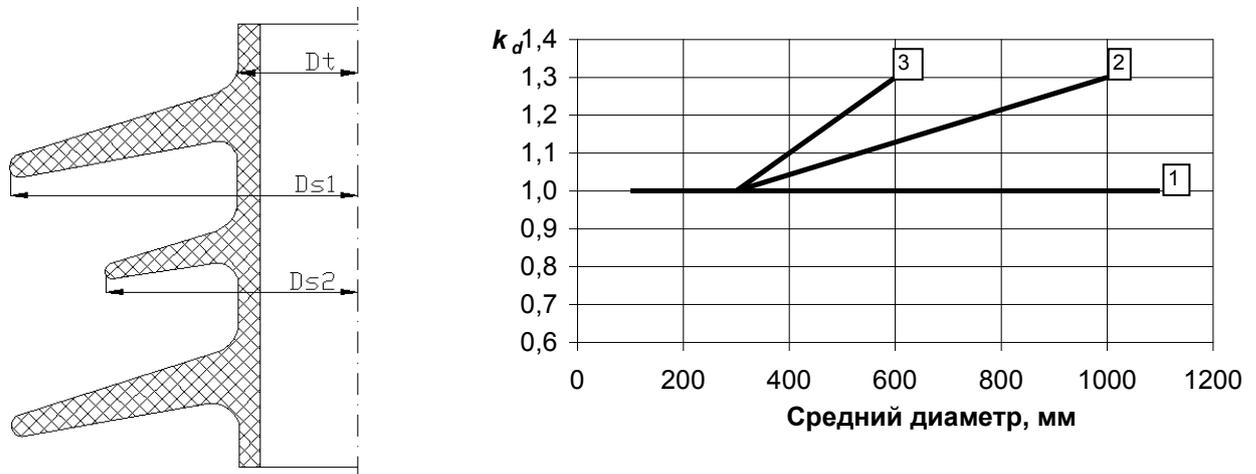


Рис. 2 Определение k_d для полимерных изоляторов

Определение k_d производится по среднему диаметру D_a следующим образом:

$$k_d = 1, \text{ когда } D_a < 300 \text{ мм};$$

$$k_d = 0,000428 \cdot D_a + 0,87, \text{ когда } D_a \geq 300 \text{ мм},$$

где $D_a = (2 \cdot D_t + D_{s1} + D_{s2})/4$ (см. рис. 2).

При этом учитывается способность материала защитной оболочки к переносу частиц, обеспечивающих гидрофобность ее поверхности при длительной эксплуатации. На рис. 2 обозначено: 1 - полное сохранение гидрофобности, 2 - временная частичная потеря гидрофобности, 3 - полная потеря гидрофобности.

3.11 Корректирующий коэффициент k_H для изоляторов, работающих на большой высоте над уровнем моря, принимается в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Высота над уровнем моря, м	Изоляторы ВЛ	Изоляторы ОРУ
до 1000	1,0	1,0
от 1001 до 2000	1,05	1,0

от 2000 до 3000	1,10	1,25
от 3000 до 4000	1,15	1,25

4 ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИМ ПРОФИЛЬ ИЗОЛЯТОРОВ

4.1 Длина пути утечки может быть увеличена за счет высоты изоляционной части или развития ее внешних очертаний.

4.2 Изменение внешних очертаний должно производиться только в пределах, определяемых повышением разрядного напряжения загрязненного изолятора или допустимой степени его загрязнения. При этом очертания изолирующих частей не должны усложняться настолько, чтобы затруднялась их очистка в эксплуатации.

В приложении приведены основные требования к параметрам, характеризующим профиль (конфигурацию) изоляционной детали фарфоровых, стеклянных и полимерных изоляторов. Указаны рекомендуемые, допустимые и недопустимые значения различных геометрических параметров. Этими требованиями должны руководствоваться изготовители при конструировании изоляторов и эксплуатационники при выборе приемлемых типов изоляторов.

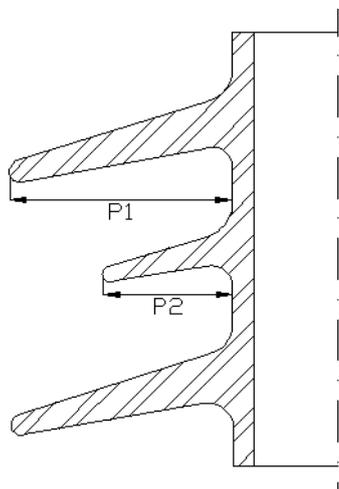
Если параметры профиля находятся в области «недопустимых» по Приложению значений, возможность и целесообразность эксплуатации конкретного изолятора (изоляционной конструкции) в районе с заданной СЗ должна быть доказана испытаниями в загрязненном и увлажненном состоянии в соответствии с главой 1.9. ПУЭ-7. Как правило, профили, не укладывающиеся в указанные в приложении интервалы, применять не следует.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)**

**ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИМ
КОНКРЕТНЫЕ ПРОФИЛИ ИЗОЛЯТОРОВ**

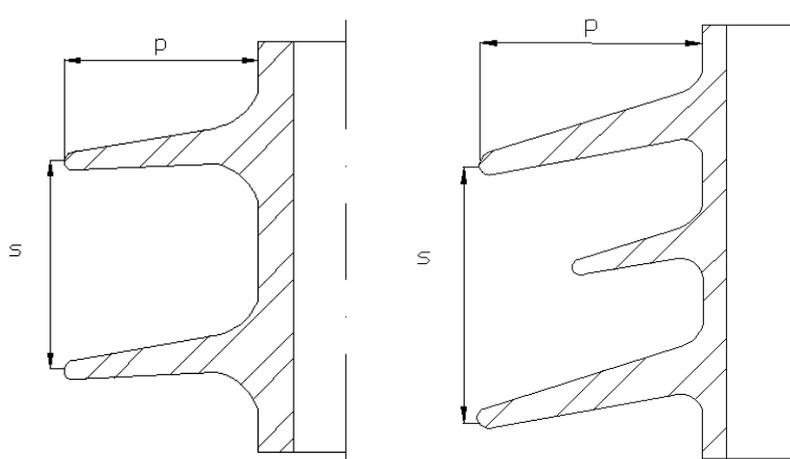
1 ФАРФОРОВЫЕ И СТЕКЛЯННЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

1.1 Классификация профиля

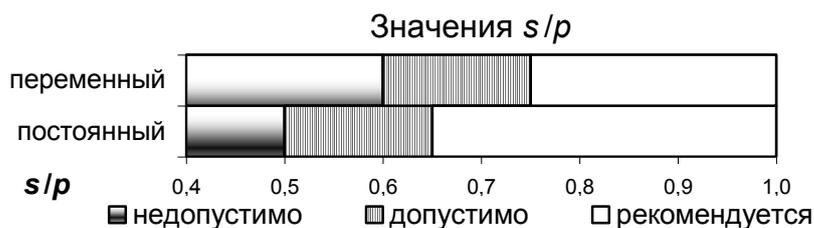


Классификация профиля	
постоянный вылет рёбер	переменный вылет рёбер
$r_1 = r_2$ или $r_1 - r_2 < 15 \text{ мм}$	$r_1 - r_2 \geq 15 \text{ мм}$

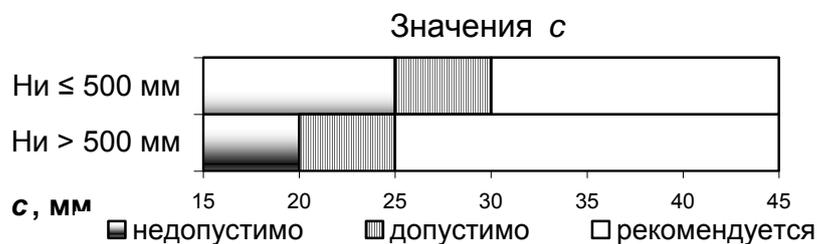
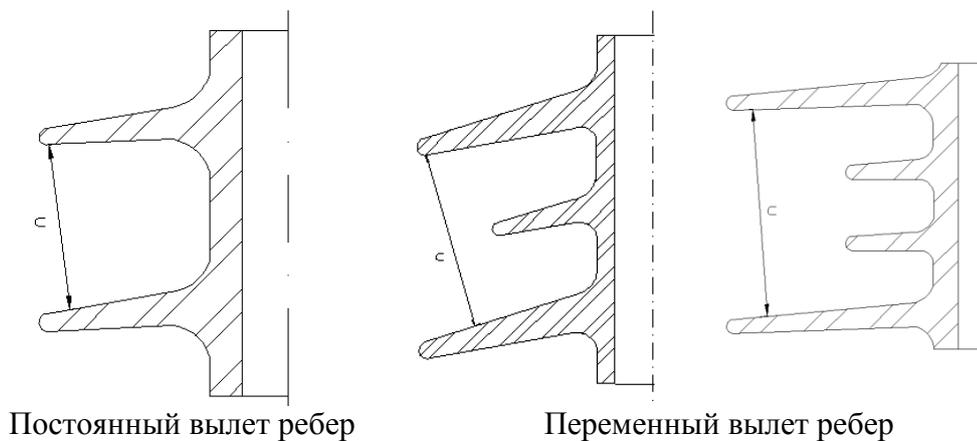
1.2 Отношение расстояния между ребрами к вылету ребер (при переменном вылете ребер между ребрами большего диаметра) s/p



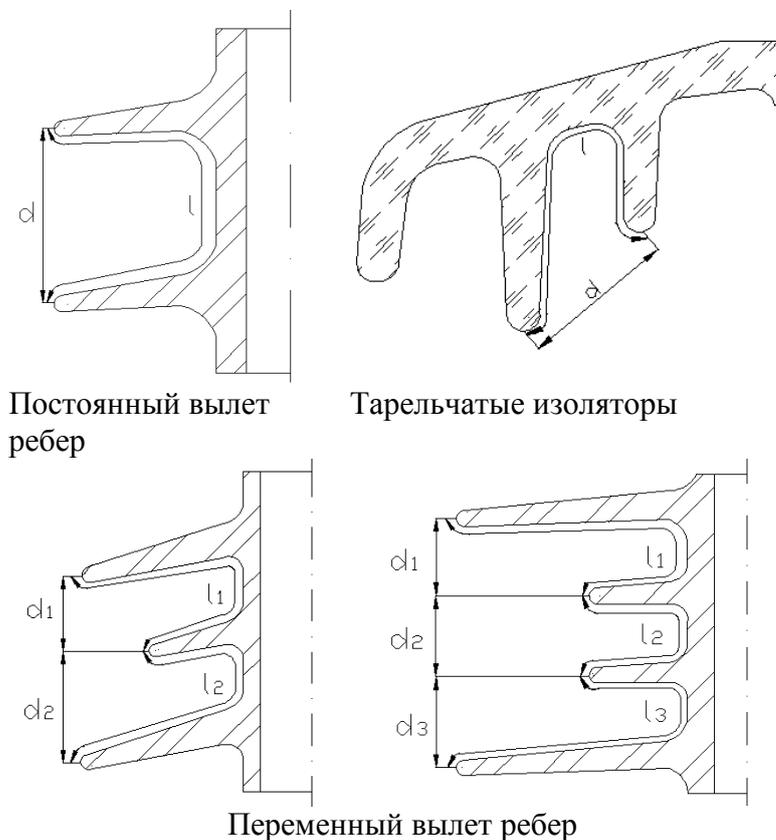
Постоянный вылет ребра Переменный вылет ребра

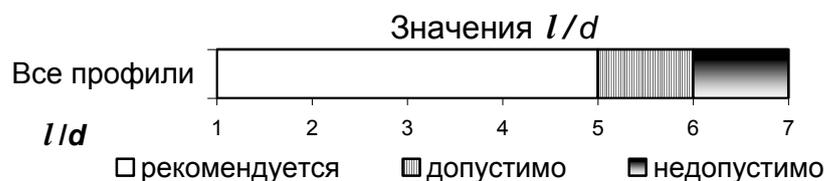


1.3 Минимальное расстояние между ребрами (при переменном вылете ребер между ребрами большего диаметра) С

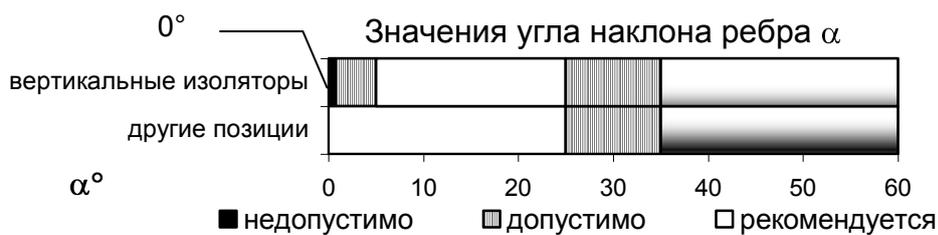
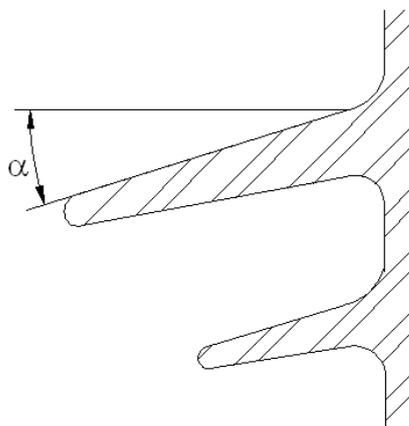


1.4 Отношение длины пути утечки между ребрами к расстоянию между ребрами l/d



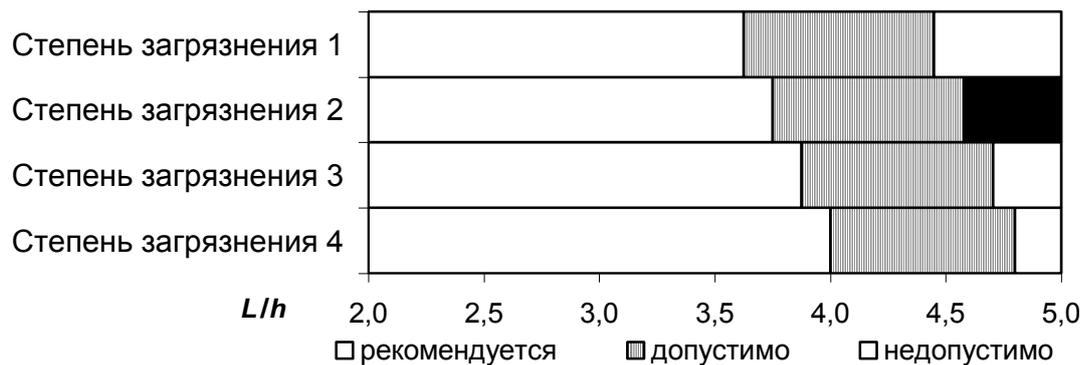


1.5 Угол наклона ребра α



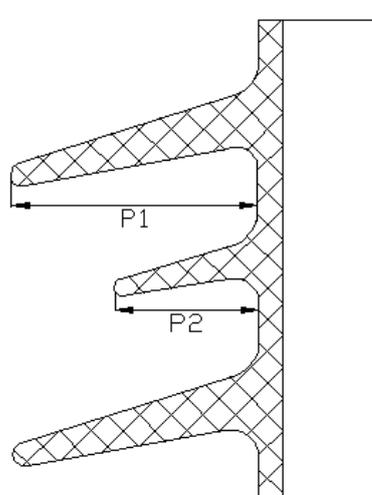
1.6 Отношение длины пути утечки к высоте изоляционной части L/h

Отношение длины пути утечки к высоте изоляционной части L/h



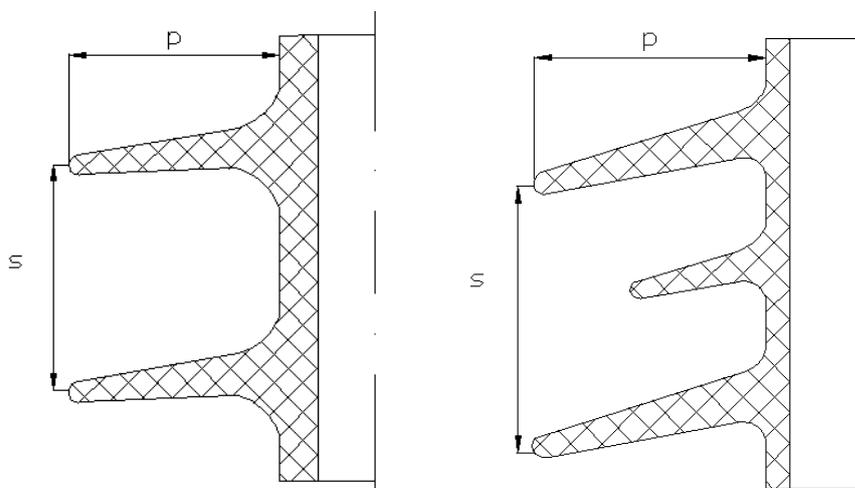
2 ПОЛИМЕРНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

2.1 Классификация профиля



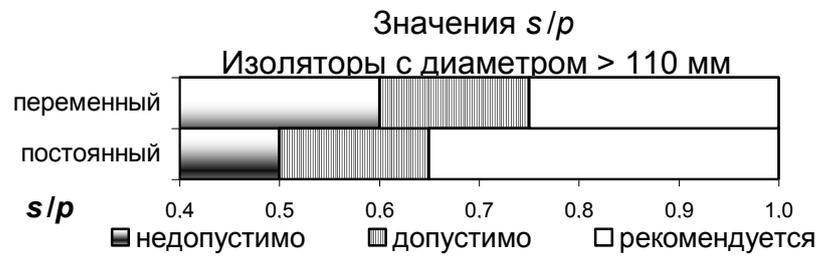
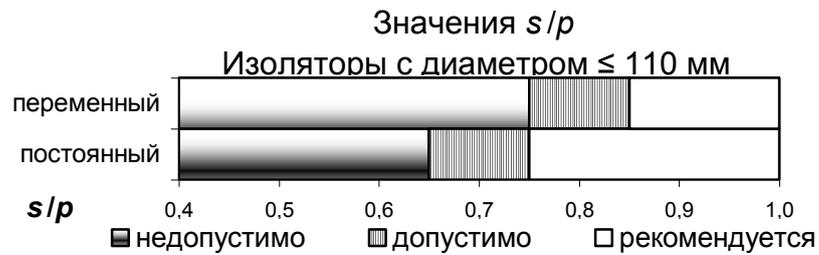
	Классификация профиля	
	Постоянный вылет ребер	Переменный вылет ребер
Подвесные изоляторы с наибольшим диаметром ребра > 200 мм	$p_1 = p_2$ или $p_1 - p_2 < 15$ мм	$p_1 - p_2 \geq 15$ мм
Изоляторы не вертикальной установки или подвесные изоляторы с наибольшим диаметром ребра ≤ 200 мм	$p_1 = p_2$ или $p_1 - p_2 < 0,18 \cdot p_1$, мм	$p_1 - p_2 \geq 0,18 \cdot p_1$, мм

2.2 Отношение расстояния между ребрами большого диаметра к вылету ребер (при переменном вылете ребер между ребрами большого диаметра) s/p

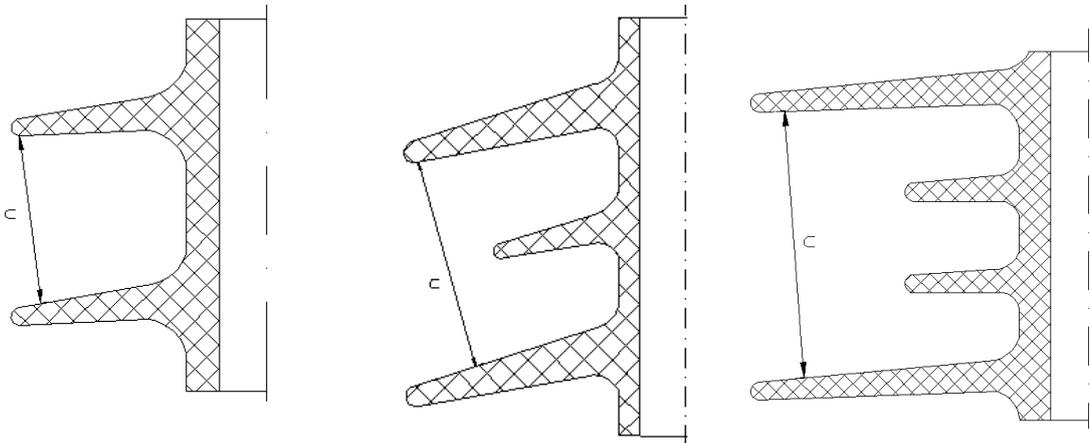


Постоянный вылет ребра

Переменный вылет ребра

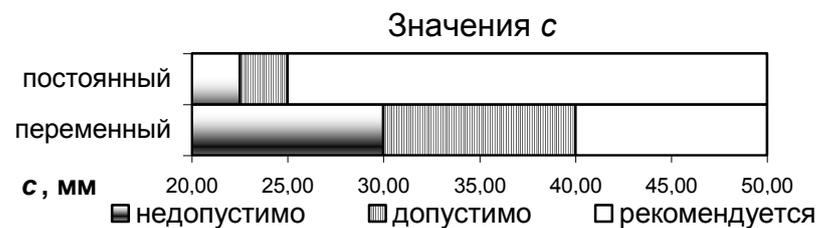


2.3 Минимальное расстояние между ребрами (при переменном вылете ребер между ребрами большего диаметра) С

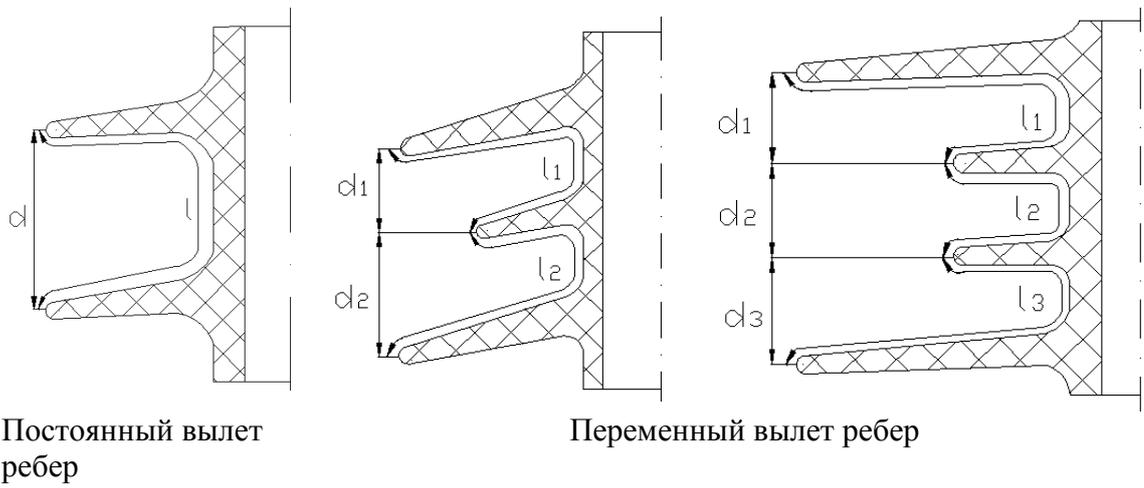


Постоянный вылет ребер

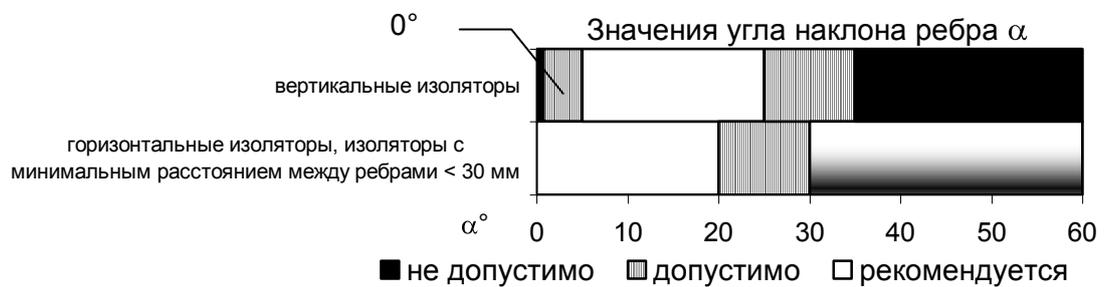
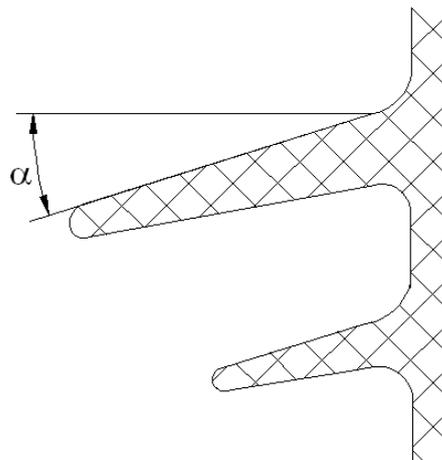
Переменный вылет ребер



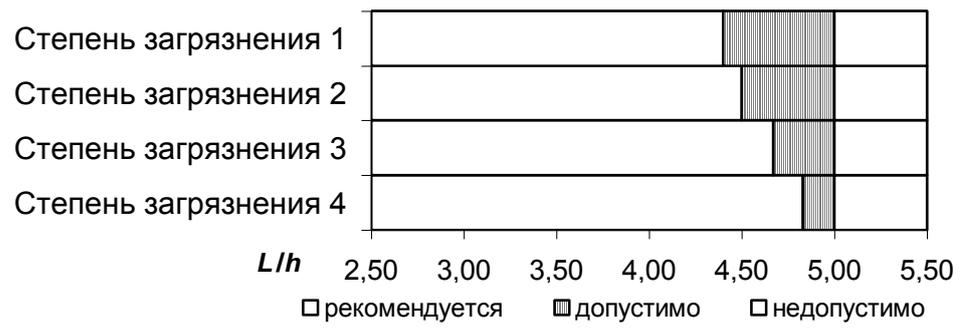
2.4 Отношение длины пути утечки между ребрами к расстоянию между ребрами l/d



2.5 Угол наклона ребра α



2.6 Отношение длины пути утечки к высоте изоляционной части L/h



**ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(СПРАВОЧНОЕ)**

**ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ ПО
ТАРЕЛЬЧАТЫМ ИЗОЛЯТОРАМ**

Обозначение НТД, на которые дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 1516.3-96	2.2
ГОСТ 27661-88	3.1
ГОСТ 15150-69	Общие положения