Определить необходимое число подвесных изоляторов для линии электропередач номинальным напряжением Uном, выполненной на металлических опорах с учетом условий окружающей среды.

Расчет произвести:

а) по методу оценки длины пути для токов утечки,

б) по величине средней допустимой мокроразрядной напряженности.

Рассчитанные значения сравнить с рекомендуемыми по ПУЭ. Сделать вывод о методиках расчетов, сравнить результаты расчетов и выбрать окончательный вариант решения.

Вариант номер 16 решить эту задачу

# 6 Рекомендации по самостоятельному выполнению Практических заданий

## 6.1 Расчет гирлянды изоляторов

Число аварийных отключений из-за перекрытия изоляторов при всех видах воздействующих напряже­ний и всех возможных изменениях метеорологических условий должно быть достаточно мало. В связи со случайным характером процессов, приводящих к перекрытиям и аварийным отключениям, задача выбора изоляторов для линий в полном объеме должна решаться, очевидно, статистическими методами с использованием функции распределения максимальных значений перенапряжений, параметров, характеризующих метеорологические условия, и т. д. Однако опыт проектирования и эксплуатации линий показы­вает, что определяющим является условие выбора изоляторов по рабочему напряжению. Число же отключений при перенапряжениях либо оказывается незначительным, либо его целесообразнее огра­ничивать до приемлемых значений с помощью средств грозозащиты, дугогасящих аппаратов, АПВ и др.

Существует несколько способов определения расчётного числа изоляторов в гирлянде:

- по величине средней допустимой мокроразрядной напряжённости;

- по величине средней допустимой длины пути токов утечки;

- по нормам, установленным ПУЭ.

Рассмотрим более подробно эти методы. Количество изоляторов в гирлянде определяется типом изолятора, номинальным напряжением линии, материалом опоры и рас­положением гирлянды. В общем виде можно записать

,

где nрасч­ –количество изоляторов, рассчитанное любым из методов,

nзап – количество запасных изоляторов, принимаемых в зависимости от уровня номинального напряжения ВЛЭП и вида опоры.

Число изоляторов **в поддерживающих гирляндах** для учета возможных повреждений изоляторов в эксплуатации увеличивается:

* для линий на­пряжением 110–220 кВ на один по отношению к расчетному,
* для линий напряжением 330–500 кВ – на два,
* для линий напряжением более 500 кВ – на 5 % от nрасч.

**В натяжных гирляндах** число изоляторов берется на один больше, чем в поддерживающих, так как натяжные гирлянды ис­пытывают большие механические нагрузки, и вероятность по­вреждения изоляторов в этих гирляндах выше.

### 6.1.1 Определение числа изоляторов по величине средней допустимой мокроразрядной напряжённости

Основной электрической характеристикой гирлянды является мокроразрядное напряжение перекрытия. Ве­личина мокроразрядного напряжения Uм.р. должна быть выше возможных внутренних перенапряжений и, как показывают исследования, прямо пропорциональна числу изоляторов(n) в гирлянде:

 , (6.1)

где Н – строительная высота одного изолятора, см;

Eм.р. – мокроразрядный градиент в гирлянде, кВ/см, принимаемый равным 2,1 кВ/см.

Следовательно, число элементов в гирлянде из условий рас­четной кратности внутренних перенапряжений можно определить по следующему соотношению:

, (6.2)

где kз1 – коэффициент запаса, учитывающий влияние эксплуата­ционных условий на величину мокроразрядного напряжения, а также возможное повышение напря­жения на ЛЭП относительно номинального линей­ного напряжения Uном; и некоторый необходимый запас для перехода от разрядных напряжений к выдерживаемым (табл. 6.2);

kпер – расчетная кратность внутренних перенапряжений, (табл. 6.2).

Основные характеристики подвесных линейных изоляторов приведены в табл. 6.4.

### 6.1.2 Определение числа изоляторов по величине средней допустимой длины пути утечки

Приведенный ранее метод выбора числа изоляторов в гирлян­де не учитывал возможности значительного снижения разрядно­го напряжения при загрязнении изоляторов. Вид и интенсивность загрязнений бывают разными, и основным конструктивным фак­тором, влияющим на разрядное напряжение влажного загряз­ненного изолятора, является длина пути утечки тока. Для преду­преждения перекрытий увлажненных изоляторов в районах по­вышенного загрязнения при рабочем напряжении или при коммутационных перенапряжениях нормируется минимально допу­стимая удельная длина утечки:

 , (6.3)

где Lэф – эффективная длина пути утечки одного изолятора, см,

, (6.4)

где Lут – геометрическая длина пути утечки одного изолятора (табл. 6.4), см;

kэф – коэффициент эффективности использования длины пути утечки одного изолятора, определяемый по формуле

, (6.5)

где Dи – диаметр тарелки изолятора, см.

Из выражения (6.3) мы получаем, что число nрасч изоляторов в гирлянде должно быть

, (6.6)

где kз2 – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,2÷1,4;

Uнб.раб. – наибольшее рабочее фазное напряжение согласно ГОСТ1516.1-764, см. табл. 6.2.

Для целей проектирования изоляции воздушных линий и на основании многолетних эксплуатационных данных, относящихся к районам с разными источниками загрязнения и метеоусловиями, установлена система классификации местностей по степени загряз­ненности атмосферы и нормированы минимально допустимые зна­чения λут, при которых обеспечивается приемлемо малое число отклю­чений под действием рабочего напряжения. Нормированные зна­чения λут указаны в табл. 6.3.

### 6.1.3 Определение числа изоляторов по нормативным документам

Согласно ПУЭ, на ВЛ 110 кВ и выше должны применяться только под­весные изоляторы; на ВЛ 35 кВ и ниже могут применяться подвесные и штыревые (в том числе опорно-стержневые) изоляторы.

Количество подвесных изоляторов с длиной пути утечки не менее 25 см в гирляндах ВЛ 6−35 кВ рекомендуется принимать следующим: для ВЛ до 10 кВ − 1 изолятор, 20 кВ − 2 изолятора, 35 кВ − 3 изоля­тора. На ВЛ 35 кВ с деревянными опорами в поддерживающей гир­лянде рекомендуется применять два изолятора.

Количество подвесных и тип штыревых изоляторов дляВЛ 6−35 кВ выбираются независимо от высоты над уровнем моря.

Количество подвесных изоляторов для ВЛ 110−500 кВ вы­бирается из условия обеспечения надежной работы при рабочем напря­жении, для чего минимальная удельная длина пути утечки гирлянды в районах с чистой атмосферой и с обычными полевыми загрязнения­ми, расположенных на высоте до 1000 м над уровнем моря, должна быть не менее 1,3 см/кВ действующего значения наибольшего ра­бочего напряжения с учетом коэффициента эффективности использова­ния длины пути утечки изолятора.

Количество изоляторов в гирлянде, полученноеиз условия минимальной удельной длины пути утечки, для компенсациивозможногопоявления нулевых (поврежденных) изоляторов должно быть увеличе­но на один изолятор для ВЛ 110−220 кВ и на два изолятора для ВЛ 330−500 кВ. При применении изоляторов с отношением длины пути утечки к строительной высоте более 2,3 гирлянда, выбранная по рабо­чему напряжению, проверяется по условию воздействия коммута­ционных перенапряжений.

Количество элементов наиболее распространенных типов изоляторов в поддерживающих гирляндах ВЛ 10−500 кВ, проходя­щих на высоте до 1000 м над уровнем моря, рекомендуется принимать по таблице 3 (в указанное количество включены запасные изоля­торы).

На ВЛ 110−220 кВ **с деревянными опорами** в районах, где не на­блюдается возгорания деревянных опор, количество изоляторов в гир­лянде принимается на один меньше, чем рекомендовано по таблице 6.5.

**Задача для самостоятельного решения**

Определить необходимое число подвесных изоляторов для линии электропередач номинальным напряжением Uном, выполненной на металлических опорах с учетом условий окружающей среды.

Расчет произвести:

а) по методу оценки длины пути для токов утечки,

б) по величине средней допустимой мокроразрядной напряженности.

Рассчитанные значения сравнить с рекомендуемыми по ПУЭ. Сделать вывод о методиках расчетов, сравнить результаты расчетов и выбрать окончательный вариант решения.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие гирлянды изоляторов называются поддерживающими и натяжными?
2. Когда и насколько увеличивают число изоляторов?
3. Что такое средняя допустимая длина утечки в изоляторе?
4. Подвесные изоляторы
5. Штыревые изоляторы
6. Проходные изоляторы

Таблица 6.1 – Исходные данные по вариантам

| №  вар | Тип  Изолятора | Напря-жение, кВ | Степень загрязненности атмосферы | Материал опор | Гирлянда |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | ПС-40 | 35 | Нулевая | деревянные | Подвесная |
| 2 | ПС-4,5 | 110 | Слабая | металлические | Натяжная |
| 3 | ПС210 | 330 | Средняя | металлические | Натяжная |
| 4 | ПФ60-Б | 220 | выше среднего | деревянные | Подвесная |
| 5 | ПФГ-6А | 750 | Сильная | металлические | Натяжная |
| 6 | ПС-120 | 500 | Нулевая | железобетонные | Натяжная |
| 7 | ПСК-300 | 110 | Слабая | металлические | Натяжная |
| 8 | ПМ-4,5 | 220 | Средняя | деревянные | Подвесная |
| 9 | ПСВ-120 | 750 | выше среднего | металлические | Натяжная |
| 10 | ПФ6-А | 330 | Сильная | металлические | Натяжная |
| 11 | ПС160-Б | 500 | Слабая | железобетонные | Натяжная |
| 12 | ПР-3,5 | 330 | Средняя | металлические | Подвесная |
| 13 | ПС-120 | 500 | выше среднего | металлические | Натяжная |
| 14 | ПС-300 | 110 | Сильная | деревянные | Подвесная |
| 15 | ПФЕ-16 | 150 | Слабая | металлические | Натяжная |
| 16 | ПМ-4,5 | 330 | Средняя | железобетонные | Натяжная |
| 17 | ПС400 | 220 | выше среднего | металлические | Подвесная |
| 18 | ПСВ-120 | 220 | Сильная | металлические | Натяжная |
| 19 | ПФЕ-11 | 35 | Слабая | металлические | Подвесная |
| 20 | ПФ6-А | 35 | Средняя | деревянные | Натяжная |
| 21 | ПФ70 | 35 | Нулевая | металлические | Натяжная |
| 22 | ПС160-Б | 110 | Слабая | металлические | Подвесная |
| 23 | ПСВ-120 | 330 | Средняя | железобетонные | Натяжная |
| 24 | ПР-3,5 | 220 | выше среднего | металлические | Подвесная |
| 25 | ПФВ70 | 750 | Сильная | железобетонные | Подвесная |
| 26 | ПФ6-А | 500 | Слабая | металлические | Натяжная |
| 27 | ПСК210 | 110 | Нулевая | деревянные | Подвесная |
| 28 | ПМ-4,5 | 35 | Слабая | металлические | Натяжная |
| 29 | ПФ70 | 110 | Средняя | металлические | Подвесная |
| 30 | ПСВ-120 | 330 | выше среднего | железобетонные | Натяжная |
| 31 | ПС-300 | 220 | Сильная | металлические | Натяжная |
| 32 | ПСД70 | 750 | Слабая | металлические | Подвесная |
| 33 | ПС160-Б | 500 | Нулевая | железобетонные | Натяжная |
| 34 | ПС210 | 110 | Слабая | металлические | Подвесная |
| 35 | ПР-3,5 | 35 | Средняя | деревянные | Натяжная |
| 36 | ПФ60-Б | 110 | выше среднего | металлические | Подвесная |
| 37 | ПМ-4,5 | 330 | Сильная | железобетонные | Подвесная |
| 38 | ПСК210 | 220 | Слабая | металлические | Подвесная |
| 39 | ПСК-300 | 750 | Нулевая | металлические | Натяжная |
| 40 | ПФ60-Б | 500 | Слабая | железобетонные | Подвесная |
| 41 | ПСК-300 | 110 | Средняя | металлические | Натяжная |
| 42 | ПФЕ-16 | 35 | выше среднего | деревянные | Подвесная |
| 43 | ПР-3,5 | 330 | Сильная | металлические | Натяжная |
| 44 | ПС160-В | 35 | Слабая | железобетонные | Натяжная |
| 45 | ПФЕ-11 | 110 | Нулевая | металлические | Натяжная |
| 46 | ПС210 | 330 | Слабая | металлические | Подвесная |
| 47 | ПС400 | 220 | Средняя | деревянные | Натяжная |
| 48 | ПСВ-120 | 750 | выше среднего | металлические | Подвесная |
| 49 | ПС210 | 500 | Сильная | металлические | Натяжная |
| 50 | ПСК-300 | 110 | Слабая | металлические |  |

Таблица 6.2 – Наибольшие рабочие напряжения и расчетные кратности внутренних перенапряжений, принимаемые при выборе изоляции для класса напряжений  кВ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Изолированная нейтраль | | | | | | Эффективно заземленная нейтраль | | | | | | |
| 3 | 6 | 10 | 15 | 20 | 35 | 110 | 150 | 220 | 330 | 500 | 750 | 1150 |
| Наибольшее рабочее напряжение  кВ | 3,6 | 7,2 | 12 | 17,5 | 23 | 40,5 | 126 | 172 | 252 | 363 | 525 | 787 | 1200 |
| Отношение | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,17 | 1,15 | 1,16 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 |
| Наибольшее рабочее фазное напряжение , кВ | 2,1 | 4,2 | 6,9 | 10,1 | 13,3 | 23,4 | 72,7 | 100 | 145 | 210 | 303 | 454,4 | 693 |
| Амплитуда наибольшего рабочего фазного напряжения , кВ | 2,94 | 5,9 | 9,7 | 14,3 | 18,8 | 33,1 | 103 | 141 | 206 | 296 | 429 | 643 | 980 |
| Расчетная кратность внутренних перенапряжений | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,7 | 2,5 | 2,1 | 1,8 |

**Примечание** – степень заземления нейтрали сети характеризуется наивысшим значением коэффициента замыкания на землю для схем данной сети, возможных в условиях эксплуатации.

Таблица 6.3 – Нормированная удельная эффективная длина пути утечки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Степень загрязненности атмосферы | *λут ,* см/кВ (не менее) | | |
| для воздушных линий при номиналь­ном напряжении, кВ | | |
| 35 | 110–220 | 330–750 |
| I  II  III  IV  V  VI | 1,7  1,90  2,25  2,60  3,50  4,00 | 1,30  1,60  1,90  2,25  3,00  3,50 | 1,30  1,50  1,80  2,25  3,00  3,50 |

**Внимание**!

Если число изоляторов в гирлянде, рассчитанное по соотно­шению (1.5), не намного превышает число изоляторов, опреде­ленное по выражению (1.2), количество изоляторов в гирлянде следует увеличить; если же, согласно условию (1.5), число изо­ляторов необходимо увеличить на 3–4 и более, целесообразнее использовать специальные изоляторы, имеющие повышенную длину пути токов утечки.

Таблица 6.4 – Характеристики линейных изоляторов

| Тип | Основные размеры, мм | | | Длина пути утечки, мм | Разрушающая электромеханическая нагрузка, кН, не менее | Пробивное напряжение, кВ, не менее | Выдерживаемое напряжение, кВ | | | | Масса изолятора, кг, не более |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Строительная  высота H | Диаметр  изолятора D | Диаметр стержня d | Одноминутное при 50Гц не менее | | Импульсное 1%-ное разрядное напряжение при волне 1,2/50мкс, не менее | |
| В сухом  сост. | Под дождем | + | – |
| Подвесные изоляторы из закаленного стекла (ГОСТ 6490-83\*Е) | | | | | | | | | | | |
| ПС40 |  |  | 11 |  | 40 | 100 | \_ | 30 | 70 | 74 | 1,78 |
| ПС 70-Д |  |  | 16 |  | 70 | 130 | \_ | 40 | 90 | 100 | 3,49 или 3,56 |
| (ПС-Б,  ПС-4,5) | 130 | 255 | 16 | 295 | 60 | 90\* | 65 | 40 | 105 | 107 | 4,1 |
| (ПС6-В) | 120 | 320 | 16 | 300 | 60 | 90\* | 65 | 40 | 74 | 72 | 5,0 |
| (ПС120-А) |  |  | 16 |  | 120 | 130 | \_ | 45 | 110 | 110 | 5,41 |
| ПС120-Б |  |  | 16 |  | 120 | 130 | \_ | 45 | 100 | 100 | 4,43 |
| (ПС160-Б) | 170 | 280 | 20 | 368 | 160 | 130 | \_ | 35 | 100 | 115 | 7,8 |
| ПС160-В |  |  | 20 |  | 160 | 130 | \_ | \_ | 110 | 115 | 6,58 6,43 |
| (ПС210-Б) |  |  | 20 |  | 210 | 130 | \_ | 40 | 110 | 115 | 8,50 |
| ПСК210-А |  |  | 20 |  | 210 | 130 | \_ | \_ | 90 | 90 | 8,95 |
| ПС210-В |  |  | 20 |  | 210 | 130 | \_ | \_ | 110 | 110 | 7,5 |
| (ПС300-Б) | 195 |  | 24 | 420 | 300 | 130 | \_ | 50 | 120 | 115 | 11,5 |
| ПСК300-К |  |  | 24 |  | 300 | 130 | \_ | \_ | 85 | 90 | 14,02 |
| ПС300-В |  |  | 24 |  | 300 | 130 | \_ | \_ | 130 | 130 | 10,05 |
| ПС400-А |  |  | 28 |  | 400 | 130 | \_ | \_ | 120 | 120 | 17,0 |
| Подвесные фарфоровые изоляторы (ГОСТ 6490-83\*Е) | | | | | | | | | | | |
|  | 167 | 270 | 16 | 285 | 60 | 110\* | 60 | 32 | 125 | 130 | 6,5 |
| (ПФ6-А,  П-4,5)  ПФ70-А | или |  | 16 |  | 70 | 130 | \_ | \_ | 90 | 90 | 4,6 или 4,5 |
| (ПФ6-Б, ПМ-4,5) | 140 | 270 | 16 | 280 | 60 | 100\* | 60 | 32 | 125 | 130 | 6,0 |
| ПФ70-В |  |  | 16 |  | 70 | 130 | \_ | \_ | 110 | 110 | 5,1 |
| (ПФ6-Б) | 140 | 270 | 16 | 325 | 60 | 100\* | 60 | 32 | 125 | 130 | 5,3 |
| (ПФЕ-11) | 183 | 320 | 20 | 385 | 145 | 125\* | 68 | 40 | \_ | \_ | 9,0 |
| (ПФ16-А) | 173 | 280 | 20 | 385 | 160 | 135 | \_ | 40 | 105 | 105 | 8,6 |
| (ПФЕ-16) | 194 | 350 | 20 | 420 | 200 | 125 | 68 | 44 | 130 | 135 | 12,8 |
| Подвесные изоляторы для районов с повышенным уровнем загрязнения | | | | | | | | | | | |
| (ПФГ-5,  ПР-3,5) | 196 | 250 | 16 | 450 | 50 | 110\* | 95 | 41 | \_ | \_ | 10,4 |
| (ПФГ6-А, НС-2) | 198 | 270 | 16 | 470 | 60 | 110\* | 100 | 45 | 190 | 173 | 8,1 |
| ПФВ70-А | 127 | 270 | 16 | 375 | 70 | 130 | \_ | 40 | 115 | 110 | 5,09 |
| (ПФГ60-Б) | 125 | 270 | 16 | 375 | 60 | 130 | \_ | 40 | 115 | 110 | 5,1 |
| (ПСГ70-А) |  |  | 16 |  | 70 | 130 | \_ | 40 | 125 | 120 | 5,2 |
| ПСД70-ДМ |  |  | 16 |  | 70 | 130 | \_ | 40 | 125 | 120 | 4,8 |
| (ПСГ6-А) | 130 | 270 | 16 | 400 | 60 | 95\* | 85 | 50 | 135 | 128 | 5,3 |
| (ПСГ12-А) | 137 | 300 | 16 | 425 | 120 | 90\* | 85 | 50 | 125 | 119 | 7,3 |
| ПСВ120-А |  |  | 16 |  | 120 | 130 | \_ | \_ | 110 | 110 | 7,02 |
| ПСВ-120Б |  |  | 16 |  | 120 | 130 | \_ | \_ | 125 | 125 | 5,4 |
| ПСГ-16 | 166 | 345 | 20 | 495 | 160 | 130 | 92 | 50 | \_ | \_ | 11,0 |

**Примечания**:

1. В обозначениях типов изоляторов согласно ГОСТ 6490-83\*Е буквы означают: П - подвесной; С – стеклянный; Ф – фарфоровый; Г – грязестойкий; К – конический; Д – двукрылый; В – с вытянутым вниз ребром; С (второе) – сферический; А, Б, В т.д. (в конце) – различные модификации (типоразмеры) данного типа изолятора. Цифры в обозначениях типов подвесных изоляторов показывают электромеханическую разрушающую нагрузку, кН.

2. Конструкции шапки и стержня изоляторов обеспечивают нормальное шарнирное зацепление в соответствии с стандартом СЭВ 170-95.

3. В скобках даны старые обозначения изоляторов.

4. В графе «Размер диаметра стержня» для стержневых изоляторов дробью указаны размеры отверстия в изоляторе для крюка или штыря.

5. Значения пробивного напряжения даны для испытаний в изоляционной среде с удельным сопротивлением , а значения, отмеченные звездочкой, - в трансформаторном масле.

6. Отношение пробивного напряжения к выдерживаемому напряжению для штыревых стеклянных изоляторов в сухом состоянии не должно быть менее 1,8.

7. Вероятность безотказной работы изоляторов разных типов составляет 0,997-0,999 и указывается в соответствующих ГОСТ и ТУ, что соответствует ежегодной отбраковке 0,3-0,1 % изоляторов в год.

8. Срок службы подвесных изоляторов разных типов составляет 25-40 лет, а для штыревых-15-20 лет и указывается в соответствующих ГОСТ и ТУ.

Таблица 6.5 – Рекомендованное количество изоляторов в гирляндах воздушных линий электропередач

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип изолятора | Количество изоляторов, шт.,  при номинальном напряжении ВЛ, кВ | | | | | | | | |
|  | 10 | 20 | 35 | 110 | 150 | 220 | 330 | 500 | 750 |
| ПФ6-А  (П-4,5) | 1 | 3 | 3 | 7 | 9 | 13 | 19 | - | - |
| ПФ6-Б  (ПМ-4,5) | 1 | 3 | 3 | 7 | 10 | 14 | 20 | 27 | - |
| ПФ6 – В  ПФ16-А | 1 | 3 | 3 | 7 | 9 | 13 | 19 | 26 | - |
| ПФ16-А | - | - | - | 6 | 8 | 11 | 17 | 23 | - |
| ПФ20-А  (ПФЕ-16) | - | - | - | - | - | 10 | 14 | 20 | 27 |
| П-8,5 | - | - | - | 6 | 8 | 11 | 16 | 22 | - |
| П-11 | - | - | - | 6 | 8 | 11 | 15 | 21 | - |
| ПФЕ-11 | - | - | - | 6 | 8 | 11 | 16 | 21 | - |
| ПС6-А  (ПС-4,5) | 1 | 3 | 3 | 8 | 10 | 14 | 21 | 29 | - |
| ПС6-Б | - | - | - | 8 | 10 | 14 | 21 | 29 | - |
| ПС-11  (ПС-8,5) | - | - | - | 7 | 8 | 12 | 17 | 24 | - |
| ПС12-А | - | - | 3 | 7 | 9 | 13 | 19 | 26 | - |
| ПС16-А(ЛС-16) | - | - | - | 6 | 8 | 11 | 16 | 22 | - |
| ПС16-Б | - | -  - | - | 6 | 8 | 12 | 17 | 24 | - |
| ПС22-А | - | - | - | - | - | 10 | 15 | 21 | 30 |
| ПС30-А  (ЛС-30) | - | - | - | - |  | 11 | 16 | 22 | 32 |
| ПС30-Б | - | - | - | - | - | 11 | 16 | 22 | 32 |

**Примечания**:

1. Количество изоляторов определено в соответствии «Инструкцией по проектированию изоляции в районах с чистой и загрязненной атмосферой» (И34-70-009-83) и удельной длиной утечки.

для ВЛ 6-20 кВ -2,2 см/кВ; для ВЛ 35 кВ -1,9 см/кВ;

для ВЛ 110-220 кВ -1,6 см/кВ; для ВЛ 330-1150 кВ-1,5 см/кВ.

2. Для ВЛ напряжением до 220 кВ включительно с деревянными опорами количество изоляторов принимается на один меньше, чем указано в таблице.

3. Коэффициенты запаса прочности изоляторов должны быть не менее 2,7 при наибольшей нагрузке, 5 при среднеэксплуатационной нагрузке, 1,8 и 2,0 в аварийном режиме соответственно для ВЛ 3-300 и 400-1150 кВ по отношению к гарантированной прочности изоляторов.

4. Количество изоляторов всех типов натяжных гирляндах ВЛ напряжением до 110 кВ включительно следует увеличивать на один изолятор по сравнению с поддерживающими гирляндами.

5. В двухцепных поддерживающих гирляндах ВЛ 330 кВ и выше количество изоляторов в каждой цепи увеличено на 5 % по сравнению с указанным в таблице.

6. На переходных опорах высотой более 40 м количество изоляторов в гирляндах следует увеличивать по сравнению с принятым на остальных опорах данной ВЛ на один изолятор на каждые 10 м высоты опоры сверх 40 м.

7. Приведенное в таблице количество изоляторов дано для ВЛ 110 кВ и выше, проходящих на высоте до 1000 м над уровнем моря, количество изоляторов в гирляндах следует определять по удельной длине пути утечки изоляции, которую следует увеличить:

при высоте от 1000 до 2000 м – на 5%;

более 2000 до 3000 м – на 10%;

более3000 до 4000 м – на 15 %.

Количество подвесных и тип штыревых изоляторов для ВЛ 6-35 кВ выбираются независимо от высоты над уровнем моря.

8. Типы и количество изоляторов для ВЛ, проходящих в местах, где изоляция подвержена загрязнению (солончаки, соленые озера, промышленные предприятия, берег моря и т.п.), должны выбираться с учетом местных условий на основании действующей «Инструкции по проектированию изоляции в районах с чистой и загрязненной атмосферой» (И34-70-009-83), а также на основании результатов опыта эксплуатации или специальных исследований изоляции ВЛ в данном районе.

9. Изоляторы типов ПСД70-ДМ и ПСВ120-А применяются в основном в районах с загрязненной атмосферой.

10. В таблице в скобках даны названия старых аналогичных типов изоляторов, снятых с производства, или количество изоляторов для многоцепных гирлянд.