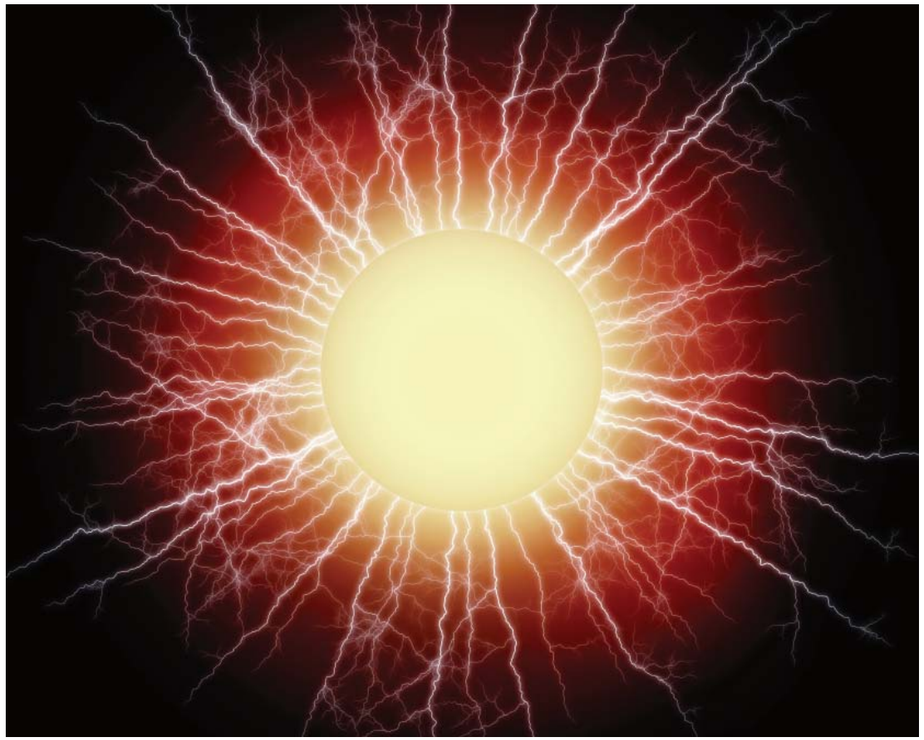
РАСЧЕТ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ НА КОРОНУ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

АВТОР:

В.А. КОСТЮШКО,
АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Среднегодовые потери мощности и энергии на корону ВЛ 330 и 500 кВ составляют 12 %, а ВЛ 750 кВ — 14 % от суммарных потерь (на корону и от тока нагрузки). Потери мощности на корону в зависимости от вида погоды могут меняться на 1–2 порядка.

Ключевые слова: высоковольтные линии; потери мощности; погодные условия.



Коронное облако

Потери мощности на корону (ПК) зависят от класса воздушных линий (ВЛ) по напряжению, конструкции фазы (число, марка проводов, радиус провода, шаг расщепления), геометрических характеристик опоры и метеорологических параметров.

Виды погодных условий, от которых зависят ПК: хорошая погода (ХП), сухой снег, дождь, мокрый снег, повышенная влажность воздуха ≥ 90% (ПВ), роса, туман, иней, кристаллическая изморозь (КИ), зернистая изморозь и гололед (ЗИ/Г). Эти 10 видов погоды рассматриваются и в метеорологической классификации.

Теоретически уровни ПК в зернистую изморозь и гололед зависят от структуры образованных на проводах отложений. Например, гололед имеет более сглаженную поверхность, чем зернистая изморозь. Однако отсутствие статистических данных о структуре твердых отложений на проводах ВЛ на высотах от 10 до 30 м, в особенности в сравнении со структурой таких отложений на гололедных станках, используемых метеостанциями и расположенных в непосредственной близости от поверхности земли, позволяют объединить зернистую изморозь и гололед в один вид отложений и присвоить им одинаковый уровень ПК. Этому способствует также то обстоятельство, что ЗИ/Г сопутствуют, как правило, так называемые сложные отложения на проводах в виде налипания мокрого снега.

В отличие от ЗИ/Г кристаллическую изморозь и иней необходимо выделить в отдельные виды погоды в связи с зависимостью ПК в КИ и иней от нагрева проводов током нагрузки.

Во всех странах, проводящих исследования ПК (США, Англия, Италия, Финляндия, Швеция, Норвегия и др.), а также в СССР в работах ВНИИЭ и НИИПТ при ряде видов погоды было обнаружено влияние на уровень ПК тока нагрузки ВЛ, который приводит к нагреву проводов и может препятствовать образованию на их поверхности капель влаги в туман, росу, ПВ, а также твердых отложений в виде инея и КИ.

В ХП, сухой и мокрый снег, ЗИ/Г нагрев проводов током нагрузки на абсолютную величину ПК влияния не оказывает. В дождь влияние нагрева проявляется только при очень малых интенсивностях дождя.

За рубежом в связи с высокими плотностями тока ВЛ влияние нагрева проводов учитывается путем уменьшения продолжительности и абсолютных значений ПК при отдельных видах погоды (туман, изморозь) и исключения повышенных значений ПК в росу, ПВ, иней. В разных странах этот учет проводится по-разному.

Метеоданные по дождям позволяют оценить их интенсивность, поэтому установки по исследованиям ПК были оборудованы соответствующей измерительной аппаратурой (плювиографами), что позволило сопоставить уровни ПК в дождь с его интенсивностью. Отсутствие в метеосправочниках данных по интенсивностям сухого и мокрого снега приводит к необходимости статистически усреднить экспериментально полученные уровни ПК в эти виды погоды, хотя в принципе такая зависимость имеется. Также экспериментально обнаружено, что в среднем ПК в мокрый снег в конкретном регионе соответствуют ПК в дождь со средней интенсивностью дождя, характерной для данного региона.

К числу метеорологических параметров, влияющих на уровень ПК, относится и относительная плотность воздуха δ, которая зависит от высоты трассы ВЛ над уровнем моря и является характерной для каждого из перечисленных видов погоды. Это связано с тем, что начальная напряженность электрического поля E_0 (кВ/см), которая соответствует появлению на поверхности проводов фаз ВЛ общей короны в условиях хорошей погоды, зависит от δ в соответствии с формулой из нормативного документа [1]:

$$E_0 = 24{,}5m\delta\left(1 + \frac{0{,}613}{r_0\delta^{0{,}4}}\right), \qquad (1)$$

где r_0 — радиус составляющих расщепленного провода или радиус одиночного провода, см;

m — коэффициент негладкости (гладкости) провода, зависящий от состояния поверхности провода.

Как известно, одним из факторов, влияющих на конструктивные параметры фаз ВЛ высокого напряжения при оптимизации их конструкции, являются уровни ПК сопоставляемых вариантов. При этом используются расчетные значения среднегодовых удельных потерь на корону $P_{с.г.}$ с учетом метеоусловий вдоль трассы проектируемой ВЛ.

В действующем нормативном документе [1] для определения $P_{с.г.}$ предлагается использовать в качестве основного упрощенный метод расчета по четырем группам погоды без учета влияния нагрева проводов током нагрузки. Названия групп погоды соответствуют названиям трех видов погоды — ХП, сухой снег, дождь и обобщенному понятию «изморозь». При этом в продолжительность каждой группы погоды включаются продолжительности отдельных ее видов. Так, в продолжительность группы ХП включаются продолжительности ХП, росы и инея, в продолжительность группы сухого снега — продолжительности сухого снега, ПВ и тумана, в продолжительность группы дождя — продолжительности дождя и мокрого снега, а в продолжительность группы изморозь — продолжительности КИ и ЗИ/Г. За счет таких включений возникает понятие «группа погоды». При этом каждой группе погоды присваиваются значения P_i

(i = 1÷4), соответственно: P_1 — ПК в ХП; P_2 — ПК в сухой снег; P_3 — ПК в дождь; P_4 — ПК в изморозь.

Для применения такого подхода имелись определенные основания, так как плотности токов большинства ВЛ в нашей стране в 1970–1980 гг. превышали 0,7 А/мм^2, при которых роса и иней на поверхности проводов не образовывались. Однако при таких плотностях токов влияние нагрева на ПК в КИ существенно, и поэтому включение КИ в группу «изморозь» не вполне корректно. При этом ПК в ПВ и туман отличаются от ПК в сухой снег.

Обобщенные характеристики ПК для всех четырех групп погоды, по которым рассчитывались P_i для конкретных ВЛ в нормативном документе [1], рассматривались при δ = 1 (хотя приведение экспериментальных данных, полученных при различных δ, к значению δ = 1 было осуществлено только для ХП). Обобщенная характеристика ПК в изморозь строилась по усредненным экспериментальным данным, полученным при КИ (в условиях отсутствия нагрева проводов током нагрузки) и в ЗИ/Г. Обобщенная характеристика ПК в дождь была приведена к интенсивности I = 1,0 мм/ч.

Следует отметить, что обобщенные характеристики ПК были получены на основе многолетних измерений ПК на опытных пролетах высокоточными мостовыми схемами со стороны высокого напряжения на фазах различных конструкций. Использовались как данные, полученные в нашей стране (ВНИИЭ, НИИПТ, ЛПИ, ВЭИ, ЭНИН), так и зарубежные.

Тогда среднегодовые удельные ПК по четырем группам погоды $P_{с.г.}$ (кВт/км, или Вт/м) можно вычислить по формуле:

$$P_{с.г.} = \sum_{i=1}^{4} P_i \Psi_i, \qquad (2)$$

СРЕДНИЕ УДЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ НА КОРОНУ ДЛЯ ЧЕТЫРЕХ ГРУПП ПОГОДЫ ДЛЯ ВЛ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ПО НАПРЯЖЕНИЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ОПОРЫ И КОНСТРУКЦИИ ФАЗЫ

Класс ВЛ по напряжению, кВ	Тип опоры. Расстояние между фазами Д, м	Конструкция фазы (число и марка проводов; радиус провода r_0, см; шаг расщепления а, см)	Средние удельные потери мощности на корону для группы погоды, кВт/км			
			ХП	сухой снег	дождь	изморозь
750	ПО 750 Д = 17,6	4 × АСО-600 r_0 = 1,655 а = 60	5,0	20,0	65,5	170
	П 750-1С Д = 18,5	4 × АС-500/64 r_0 = 1,53 а = 60	5,5	23,6	70,4	190
	ПО 35 Д = 17,6	4 × АСО-500 r_0 = 1,51 а = 40	4,9	18,5	63,5	165
	ПМО Д = 19,5	4 × АС-400/93 r_0 = 1,455 а = 60	6,44	27,3	77,0	210
	ПМО Д = 19,5	4 × АС-400/64 r_0 = 1,385 а = 60	7,9	31,9	83,8	220
	ПМО 750-2 Д = 16,6	5 × АС-330/27 r_0 = 1,22 α =40	4,5	18,0	58,2	155
	ПП 750-1 Д = 18,0	5 × АС-330/43 r_0 = 1,26 а = 40	4,1	17,0	53,5	140
500	ПОУЗ Д = 12,5	3 × АС-300/64 r_0 = 1,53 а = 40	1,6	5,0	18,0	35
	ПБ 500-5Н Д = 11,5	3 × АС-400/51 r_0 = 1,375 а = 40	2,0	7,5	27,0	78
	ПБ-1 Д = 12	3 × АС-400/51 r_0 = 1,375 а = 40	1,9	7,0	26,0	77
	ПБ 500-1 Д = 10,9	3 × АС-400/51 r_0 = 1,375 а = 40	2,2	8,5	29,0	87
	ПБ 500-5Н Д = 11,5	3 × АСО-400 r_0 = 1,36 а = 40	2,1	7,5	28,5	80

Таблица 1

Класс ВЛ по напряжению, кВ	Тип опоры. Расстояние между фазами Д, м	Конструкция фазы (число и марка проводов; радиус провода r_0, см; шаг расщепления а, см)	Средние удельные потери мощности на корону для группы погоды, кВт/км			
			ХП	сухой снег	дождь	изморозь
500	ПБ 500-1 Д = 10,9	3 × АС-400/22 r_0 = 1,33 а = 40	2,4	9,4	31,5	92
	ПБ 500-1 Д = 10,9	3 × АС-330/43 r_0 = 1,26 а = 40	3,0	11,8	35,3	99
	ПБ-2 Д = 12	3 × АС-300/39 r_0 = 1,20 а = 40	2,8	11,0	34,0	90
	ПБ 500-5Н Д = 11,5	3 × АС-300/39 r_0 = 1,20 а = 40	2,9	12,0	36,0	95
330	ПВС-330А Д = 8,4 одноцепная	2 × АСО-300 r_0 = 1,175 а = 40	1,0	3,6	12,3	39
	П 300-1Т-5,7 одноцепная	2 × АС-300/39 r_0 = 1,20 а = 40	0,9	3,1	11,5	37
	П 330-2ТС	2 × АС-300/39 r_0 = 1,20 а = 40	1,1	4,0	14,0	45
	П 330-1 одноцепная	2 × АС-400/51 r_0 = 1,375 а = 40	0,8	2,4	9,0	31
	П 330-2 двухцепная ПК на две цепи	2 × АС-400/51 r_0 = 1,375 а = 40	1,8	5,3	22,0	68
220	ПБ 220-3 одноцепная	АСО-300 r_0 = 1,175	0,61	1,74	7,30	19,20
	П 220-3 одноцепная	АСО-300 r_0= 1,175	0,51	1,48	6,02	17,24
	ПБ 220-1 одноцепная	АС-300/39 r_0 = 1,20	0,63	1,81	7,60	20,40
	ПБ 220-3 одноцепная	АС-400/51 r_0 = 1,375	0,41	1,19	5,20	14,70
	П 220-3 одноцепная	АС-400/51 r_0 = 1,375	0,35	1,02	4,18	13,12
	ПБ 220-1 одноцепная	АС-400/51 r_0 = 1,375	0,45	1,30	5,50	16,30
	ПБ 220-2 двухцепная ПК на две цепи	АС-300/39 r_0 = 1,20	1,35	3,80	16,00	42,84
	ПБ 220-2 двухцепная ПК на две цепи	АС-400/51 r_0 = 1,375	0,94	2,73	11,55	34,23

Таблица 1 (продолжение)

где P_i — удельные ПК i-й группы погоды;

Ψ_i — вероятность i-й группы погоды, вычисляемая по формуле:

$$\Psi_i = T_i/8760 \quad (i=1\div4), \qquad (3)$$

где T_i — среднегодовая многолетняя продолжительность i-й группы погоды с учетом входящих в нее видов погоды, полученная по данным метеостанций, расположенных в районе прохождения трассы ВЛ, ч/год.

Однако «Руководящие указания...» [1], выпущенные в 1975 г., следовало по прошествии 30 лет переработать (как любой нормативный документ) в связи с появлением новых экспериментальных данных, уточнением ряда разделов документа и изменением ситуации в стране по загрузке ВЛ.

Новые экспериментальные данные по учету влияния δ и коэффициента негладкости m, представленные в работе [2], привели к необходимости уточнения метода обобщения характеристик ПК. Были получены новые экспериментальные данные по уровням ПК при большом количестве проводов в фазе (8, 10, 12). Обобщенные характеристики ПК, дополненные новыми экспериментальными данными в сухой снег, дождь, изморозь, были приведены к δ = 1.

В связи с тем, что в настоящее время на ВЛ различных классов по напряжению плотности токов существенно отличаются и, как правило, меньше расчетных, для корректных оценок среднегодовых ПК следует в качестве основной пользоваться методикой, учитывающей влияние нагрева проводов. Для решения этой задачи был разработан корректный алгоритм и программное обеспечение уточненной методики расчетов ПК с учетом нагрева проводов током нагрузки. Был

также переработан раздел «Выбор проводов по допустимому уровню радиопомех».

Эти изменения вошли в проект стандарта ПАО «ФСК ЕЭС» «Руководящие указания по учету потерь на корону и помех от короны при выборе проводников линий электропередачи переменного тока 220–1150 кВ и постоянного тока 1500 кВ».

Автор считает целесообразным провести по методике проекта стандарта оценки P_i (i = 1÷4) по группам погоды для ВЛ переменного тока различных конструкций и классов по напряжению, которые можно использовать при расчетах среднегодовых удельных ПК как по более точному методу с учетом влияния нагрева проводов током нагрузки по десяти видам погоды, так и по упрощенному методу с использованием четырех групп погоды.

В таблице 1 представлены данные по величинам ПК в перечисленные четыре группы погоды для ВЛ различных классов по напряжению и конструкциям. При этом ПК вычислены при плотностях воздуха δ, характерных для каждой группы погоды по метеоданным для средней полосы РФ. Для группы «дождь» принята интенсивность дождя I = 1,0 мм/ч.

При расчетах ПК в дождь следует использовать среднегодовую интенсивность дождя $\bar{I}$ по данным метеостанций, ближайших к трассам ВЛ. Тогда при $\bar{I} \neq$ 1,0 мм/ч по рис. 1 определяют коэффициент:

$$\chi(\bar{I}) = \frac{P_3(\bar{I})}{P_3(I = 1{,}0\text{мм/ч})}$$

и умножают на этот коэффициент значение ПК для группы дождь из табл. 1.

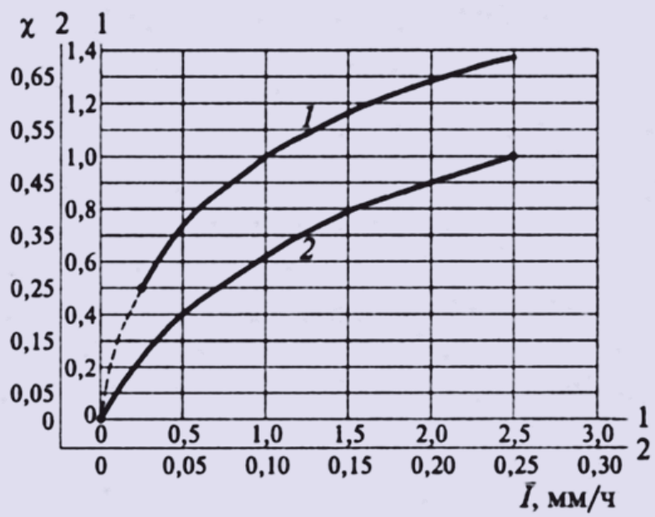
В принципе, коэффициент χ можно использовать и для пересчета ПК для мгновенного значения интенсивности дождя.

Автор считает также целесообразным дополнительно дать табл. 2 усредненных по типам опор значений ПК в зависимости от числа и сечения проводов в фазе для ВЛ 750, 500, 330, 220, 154, 110 кВ. Следует отметить, что экспериментальные исследования ПК на проводах применительно к ВЛ 154 и 110 кВ отсутствуют и приведенные данные являются прогнозом.

Возможность таких прогнозных оценок связана с тем, что на ВЛ 110 кВ, как правило, используются провода, радиусы которых существенно меньше, чем, например, у проводов ВЛ 220, 330 кВ. Поэтому градиенты на поверхности таких проводов при напряжении 110 кВ позволяют использовать обобщенные характеристики ПК, полученные применительно к ВЛ более высоких классов напряжения, хотя в этой зоне градиентов погрешность расчетов возрастает.

Методика расчетов среднегодовых ПК с учетом нагрева проводов током нагрузки изложена в проекте стандарта и в работе [3]. Ниже приводятся основные положения этой методики, в которой используется 10 видов погоды.

ОТНОШЕНИЕ СРЕДНИХ УДЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ НА КОРОНУ В ДОЖДЬ χ С ЗАДАННОЙ СРЕДНЕГОДОВОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ДОЖДЯ $\bar{I}$ К УДЕЛЬНЫМ ПОТЕРЯМ МОЩНОСТИ НА КОРОНУ В ДОЖДЬ ПРИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОЖДЯ I = 1,0 ММ/Ч



(кривая 2 — пунктирная часть кривой 1 в увеличенном масштабе)

Рис. 1

УСРЕДНЕННЫЕ ПО ТИПАМ ОПОР СРЕДНИЕ УДЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ НА КОРОНУ ДЛЯ ГРУПП ПОГОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА ПРОВОДОВ И СЕЧЕНИЯ ПРОВОДА НА ВЛ 750, 500, 330, 220, 154, 110 КВ

Класс ВЛ по напряжению, кВ. Материал опор	Число и сечение провода в фазе, мм²	Средние удельные потери мощности на корону для группы погоды, кВт/км			
		ХП	сухой снег	дождь	изморозь
750 Ст.	4 × 600	4,7	18,0	60,0	160
	4 × 500	5,7	23,6	70,4	180
	4 × 400	6,4	27,3	77,0	200
	5 × 330	4,5	17,0	53,5	150
500 Ст.	3 × 500	1,6	5,0	18,0	55
	3 × 400	2,3	8,0	28,5	83
	3 × 330	2,7	10,0	33,0	89
	3 × 300	2,9	11,5	35,0	92
500 Ж/б	3 × 400	3,4	11,5	40,0	113
	3 × 300	4,4	15,5	46,7	126
330 Ст.	2 × 240	1,2	4,9	16,8	48
	2 × 300	1,0	3,5	12,6	40
	2 × 400	0,8	2,4	9,0	31
	2 × 500	0,5	1,7	6,1	22
220 Ст.	1 × 240	0,60	1,90	7,00	20,40
	1 × 300	0,51	1,48	6,02	17,24
	1 × 400	0,35	1,02	4,18	13,12
220 Ж/б	1 × 240	0,80	2,50	8,7	24,5
	1 × 300	0,62	1,77	7,4	19,8
	1 × 400	0,43	1,24	5,3	15,5
154 Ж/б	1 × 120	0,22	0,73	2,74	8,26
	1 × 150	0,17	0,55	2,13	6,89
	1 × 185	0,14	0,45	1,71	5,87
154 Ст.	1 × 120	0,18	0,58	2,21	6,88
	1 × 150	0,13	0,44	1,70	5,65
	1 × 185	0,11	0,36	1,35	4,78
110 Ж/б	1 × 70	0,056	0,183	0,700	2,365
	1 × 95	0,042	0,134	0,471	1,768
	1 × 120	0,037	0,112	0,355	1,436
	1 × 150	0,033	0,097	0,269	1,172
110 Ст.	1 × 70	0,044	0,144	0,541	1,898
	1 × 95	0,034	0,108	0,360	1,406
	1 × 120	0,031	0,091	0,271	1,139
	1 × 150	0,029	0,079	0,205	0,929

Примечания:
1. Потери на корону во всех случаях приведены в расчете на одну цепь. Суммарные потери на двухцепных ВЛ ориентировочно увеличиваются в 2,1 раза.
2. Индексы «ст.» и «ж/б» обозначают стальные и железобетонные опоры.

Таблица 2

Учет влияния нагрева проводов токами нагрузки основан на экспериментальных данных, полученных на опытных пролетах в нашей стране и за рубежом [3]. По результатам этих экспериментов введено понятие критической плотности токов (КПТ) для видов погоды, в которых проявляется влияние нагрева.

КПТ — это наименьшая плотность тока в проводе, начиная с которой под действием нагрева проводов происходит изменение абсолютных значений ПК и метеорологических продолжительностей КИ, ПВ, тумана, росы, инея. Для упрощения расчетов не рассматривается влияние нагрева на дожди с малой интенсивностью I.

Значения КПТ зависят от вида погоды и диаметра провода. В табл. 3 даны значения КПТ для КИ, росы, инея (j_{k4}), ПВ (j_{k5}), тумана (j_{k6}) и величина плотности тока, начиная с которой КИ на проводах ВЛ не образуется вовсе (j_{k4n}).

Расчеты ПК с учетом нагрева проводятся следующим образом.

При $j \geqslant j_{k4}$ ПК в росу и иней могут быть приняты как ПК в ХП, а продолжительности этих метеорологических явлений суммируются с продолжительностью ХП.

При $j < j_{k4}$ ПК в росу рассчитываются как ПК в дождь при интенсивности дождя I = 0,15 мм/ч (χ = 0,40) по рис. 1, а ПК в иней — как 0,5 ПК в изморозь по табл. 2 и 3. В этом случае продолжительности этих видов погоды учитываются со своим уровнем ПК.

Аналогично, если $j < j_{k5}$ ПК в ПВ рассчитываются как ПК в дождь при I = 0,04 мм/ч (x = 0,18) и если $j < j_{k6}$ ПК в туман рассчитываются как ПК в дождь при I = 0,12 мм/ч (χ = 0,35).

ЗАВИСИМОСТЬ КРИТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ ПЛОТНОСТЕЙ ТОКА В РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ПОГОДЫ ОТ ДИАМЕТРА ПРОВОДА

Марка провода	Диаметр провода *d*, см	Критические значения плотностей тока при различных видах погоды, А/мм²			
		j_{k4} для КИ, росы, инея	j_{k5} для ПВ	j_{k4n} для КИ	j_{k6} для тумана
АС-150/24	1,71	0,450	1,01	1,35	1,39
АС-185/43	1,96	0,435	0,98	1,30	1,35
АС-240/39	2,16	0,422	0,96	1,25	1,30
АС-300/39	2,40	0,407	0,93	1,20	1,25
АС-330/43	2,52	0,399	0,90	1,16	1,23
АС-400/51	2,75	0,385	0,87	1,10	1,20
АС-500/64	3,06	0,365	0,81	1,05	1,15
АСО-600	3,31	0,349	0,75	0,95	1,08
АС-700/86	3,62	0,330	0,67	0,86	1,00

Таблица 3

ЗАВИСИМОСТЬ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА β (*j*, *d*) ОТ ПЛОТНОСТИ ТОКА *j* И ДИАМЕТРА ПРОВОДА *d*

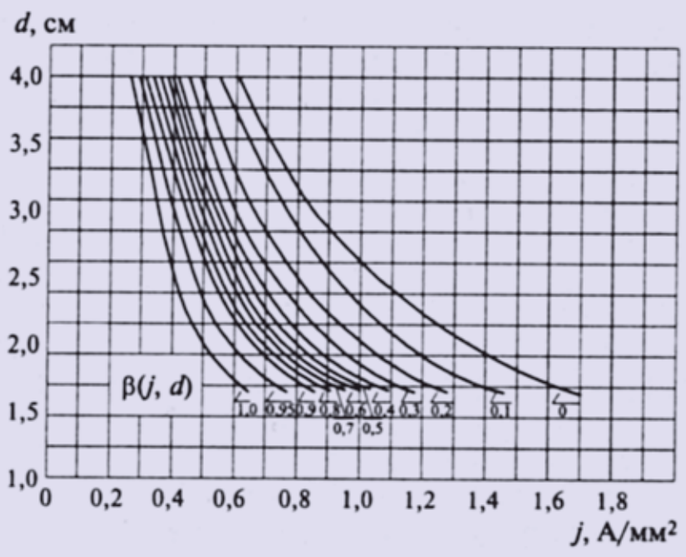


Рис. 2

При $j \geq j_{k5}$ ($j \geq j_{k6}$) ПК при этих видах погоды принимаются как ПК в ХП.

При $j \geq j_{k4n}$ ПК в КИ принимаются равными ПК в ХП, а при $j < j_{k4}$ равными ПК в изморозь.

В диапазоне значений плотностей токов $j_{k4} \leq j < j_{k4n}$ расчет ПК в КИ проводится следующим образом:

- по рис. 2 по заданной плотности тока *j* и диаметру провода *d* определяется значение коэффициента уменьшения абсолютного значения ПК в КИ β *(j, d)* по сравнению с величиной ПК в изморозь из табл. 2 и 3;
- затем по рис. 3, исходя из марки используемого провода и величины j, определяется γ4 *(j, d)* — коэффициент уменьшения продолжительности КИ по сравнению с ее метеорологической величиной.

Таким образом, под влиянием нагрева проводов током нагрузки ПК в росу, иней, ПВ, КИ, туман могут снизиться до уровня ПК в ХП со своими значениями относительных плотностей воздуха δ, характерных для этих видов погоды.

В качестве примера на рис. 4 приведена зависимость среднегодовых ПК от плотности тока для ВЛ 500 кВ, полученная в результате расчетов на ЭВМ по уточненной методике. При расчетах использовались продолжительности 10 видов погоды в году, усредненные для районов средней полосы РФ. При расчете по четырем группам погоды величина среднегодовых ПК составляет около 10 кВт/км.

Рисунок 4 демонстрирует существенное влияние нагрева проводов током нагрузки на уровень среднегодовых ПК. Это явление наблюдается и в зарубежных странах, где плотности токов достигают 1,0 А/мм². Отметим также, что основным критерием выбора конструкций фаз ВЛ высокого напряжения за рубежом является уровень радиопомех и акустических помех, что приводит к увеличению сечения проводов ВЛ и, как следствие, к дополнительному снижению ПК.

Для расчетов среднегодовых ПК на выбранной ВЛ необходимо определить среднегодовые продолжительности видов погоды по данным метеостанций, ближайших к трассам ВЛ. Эти данные могут быть получены проектировщиками и энергообъединениями по запросу из специализированной организации «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных» (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»).

ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» предоставляет полный набор видов погоды, в который входят и такие виды, как ПВ, роса, туман, иней, КИ.

Учитывая вышеизложенное, считаю необходимым ускорить утверждение СТО «Руководящие указания по учету потерь на корону и помех от короны при выборе проводников линий электропередачи переменного тока 220–1150 кВ и постоянного тока 1500 кВ».

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководящие указания по учету потерь на корону и помех от короны при выборе проводов воздушных линий электропередачи переменного тока 330–750 кВ и постоянного тока 800–1150 кВ. М.: СЦНТИ, 1975.
2. Дикамбаев Ш.Б., Костюшко В.А., Ордоков И.О., Шеленберг В.Р. Коронный разряд на высокогорных воздушных линиях переменного тока / Сер.: Электрические сети и системы. Вып. 7. М.: Информэнерго, 1989.
3. Костюшко В.А. Анализ расчетных и экспериментальных оценок потерь мощности на корону на воздушных линиях электропередачи переменного тока. — М.: НТФ «Энергопрогресс», 2011.

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА γ4 (*j*, *d*) ОТ ПЛОТНОСТИ ТОКА *j* ДЛЯ ПРОВОДОВ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК

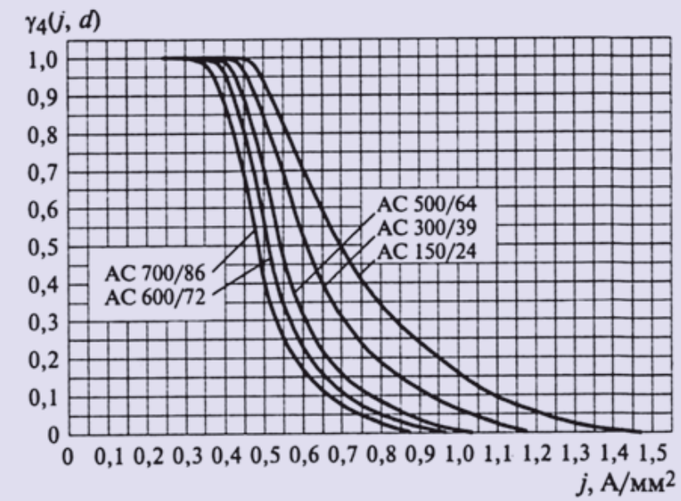
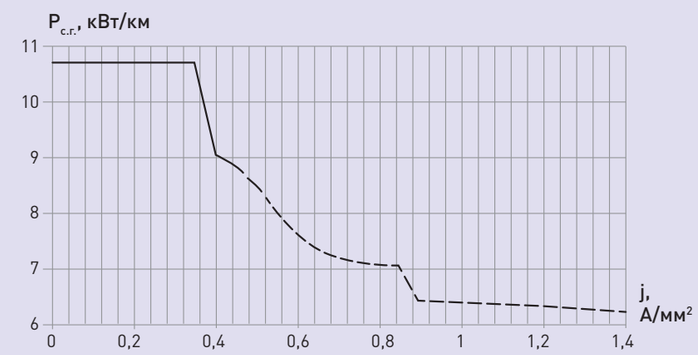


Рис. 3

ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНЕГОДОВЫХ ПОТЕРЬ НА КОРОНУ $P_{с.г.}$ НА ВЛ 500 КВ ОТ ПЛОТНОСТИ ТОКА *j*



Провод 3 × АСО-400, r_0 = 1,36 см, a = 0,4 м, тип опоры ПБ500-5Н

Рис. 4