

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

О повреждениях узлов соединения проводов ВЛ с силовыми реакторами высокочастотных заградителей

БАЗАНОВ В. П., ПУТОВА Т. Е., ТУРАЕВ В. А., инженеры, Горэнерго

Анализ повреждений узлов соединения проводов ВЛ 110 кВ с силовыми реакторами высокочастотных (ВЧ) заградителей в энергосистеме показал, что в случае такого варианта монтажа проводов по отношению к ВЧ заградителю, как, например, «рессорная подвеска», при коротких замыканиях (КЗ) в сети возникают значительные электродинамические усилия между проводом и ВЧ заградителем.

Эти усилия могут «забрасывать» провод на витки реактора ВЧ заградителя, в результате чего частично шунтируется путь тока КЗ, и в месте касания возникает открытая электрическая дуга, пережигающая провод и элементы ВЧ заградителя.

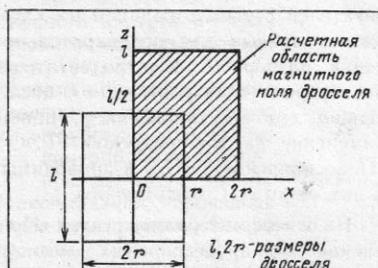


Рис. 1. Расчетная область магнитного поля дросселя в осях координат

z, M	32	31	29	27	22	17	14	12	10
1,1	33	32	30	28	22	18	15	12	10
1,0	45	55	47	37	28	22	18	14	10
0,9	63	59	55	49	35	25	19	15	12
0,8	83	82	78	70	43	31	22	17	15
0,7	108	111	113	114	75	56	25	18	15
1/2	140	143	155	193	68	39	26	19	14
0,5	165	171	186	223	55	36	25	18	14
0,4	185	191	205	235	36	31	25	17	15
0,3	199	204	215	242	38	27	21	16	13
0,2	206	211	221	246	33	25	19	15	12
0,1	0,7	0,2	0,3	0,4	r	0,6	0,7	0,8	$0,9x, M$

Рис. 2. Результаты расчета индукции магнитного поля дросселя в расчетной области

Для определения электродинамических усилий, а также выработки рекомендаций по оптимизации узла подсоединения ВЧ заградителя к проводам ВЛ выполнен расчет магнитного поля силового реактора ВЧ заградителя РЗ-600-0,25 и возможных усилий, действующих на провод при протекании по нему тока КЗ.

Исходя из особенности осевой симметрии магнитного поля для расчета была намечена область точек, в которых следует определять индукцию B . На рис. 1 штриховой выделена область, в которой определялись значения индукции с расчетным шагом по осям z и x , равным 0,05 м.

В намеченных точках вычислялся векторный потенциал магнитного поля \vec{A} . Путем последующего дифференцирования определялись составляющие B_z и B_x , модуль вектора B и его направления в указанной системе координат. На рис. 2 представлены результаты расчета в виде значений модуля вектора B , на рис. 3 — в виде значений углов наклона касательной к линии (вектора индукции магнитного поля \vec{B} к силовой линии).

С целью уменьшения числового массива результаты расчета в таблицах — графиках на рис. 2, 3 даны с шагом 0,1 м. На рис. 4 расчетное магнитное поле ВЧ заградителя для наглядности представлено в виде нескольких силовых линий вектора \vec{B} .

Если подводящий к ВЧ заградителю провод ВЛ в области высоких индукций расположен перпендикулярно силовым линиям поля или в окружную обходит участок ВЧ заградителя, продолжая своим ходом направление витков реактора, то на провод при КЗ действуют значительные усилия, приближающие или «забрасывающие» провод на витки ВЧ заградителя, с неблагоприятными последствиями в виде открытой дуги.

Расчетные значения электродинамических усилий при предельно допустимых для ВЧ заградителя РЗ-600-0,25 токах электродинамической стойкости (10—50 кА) и расположении провода согласно изложенным рекомендациям составляют 560—1530 кг·с на метр длины провода.

Следует заметить, что при неудачном расположении провода даже токи нагрузки (если они достаточно велики) могут вызвать ощущимую вибрацию провода с частотой, равной удвоенной частоте в сети. Так, при токах нагрузки до 600 А сила электродинамического дей-

ствия достигает 0,4 кг·с на метр длины провода.

Амплитуда этих вибраций может быть значительной при резонансном совпадении механических (вибрационных) характеристик закрепленного провода с удвоенной частотой напряжения в сети. В этом случае в местах закрепления провода может возникнуть усталостный износ металла и ослабление контактов. Возможно, именно эту ситуацию ошибочно связывают с действием ветровых нагрузок.

В связи с изложенным подводящие провода ВЛ к ВЧ заградителю в области сильного поля следует располагать так, чтобы они максимально повторяли ход силовых линий магнитного поля (рис. 4). На рис. 5 указано типовое расположение дросселей ВЧ заградителей и рекомендуемое (пунктирной линией).

z, M	1,1	85,4	80,5	70,5	54,7	40,1	26,3	20,6	15,3	12,5
1,0	86,1	81,6	72,5	52,6	35,4	17,7	11,4	5,5	2,5	
0,9	86,0	82,0	72,9	45,5	26,2	7,7	1,8	-2,9	-5,1	
0,8	86,4	82,8	77,5	55,8	7,3	-3,9	-8,1	-11,9	-15,9	
0,7	87,1	84,2	78,0	53,8	-7,2	-10,4	-18,9	-21,8	-23,5	
1/2	87,9	85,8	81,6	53,6	-15,2	-22,0	-30,7	-32,4	-33,8	
0,5	88,6	87,3	84,6	68,4	-30,1	-42,0	-42,6	-44,0	-44,9	
0,4	89,1	88,5	86,8	77,8	-44,0	-56,2	-55,9	-56,9	-56,8	
0,3	89,6	89,1	88,4	83,5	-58,2	-70,6	-70,6	-74,5	-74,4	
0,2	89,9	89,8	89,7	88,9	-86,4	-86,1	-86,0	-86,7	-86,2	
0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	r	0,6	0,7	0,8	0,9	x, M

Рис. 3. Результаты расчета углов наклона касательной к линии вектора \vec{B} магнитного поля дросселя (градусы угловые от оси x)

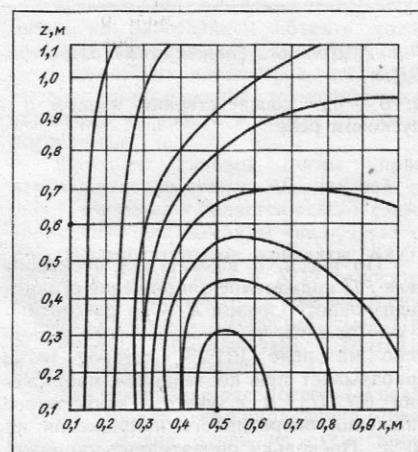


Рис. 4. Силовые линии магнитного поля дросселя в осях координат

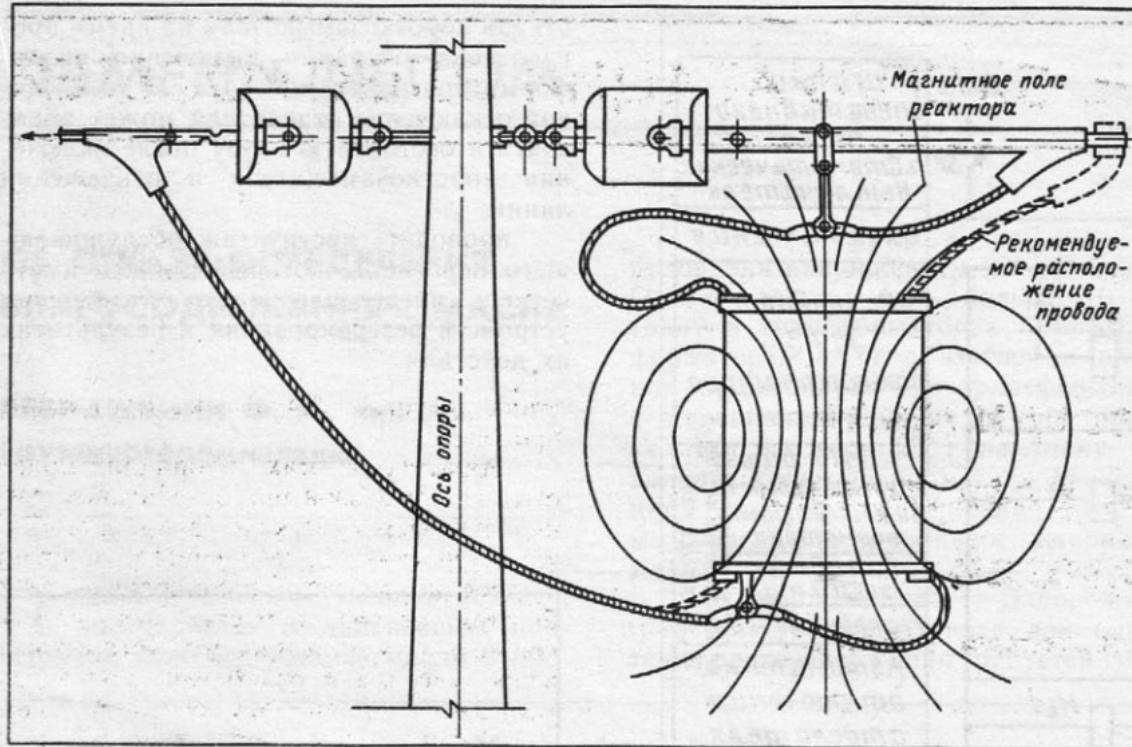


Рис. 5. Подсоединение дросселя ВЧ заградителя (по типовому чертежу Энергосетьпроекта и рекомендуемое)

Если имеется необходимость обхода проводом участка ВЧ заградителя, то провод следует размещать таким образом, чтобы направление тока в проводе было противоположно направлению тока на ближайшем к нему участке реактора ВЧ заградителя. В этом случае электродинамические усилия будут выталкивать провод в область меньших напряженностей поля, удаляя его от ВЧ заградителя.

В ПО Горэнерго с 1987 г. выполнено таким способом 12 подвесок реакторов ВЧ заградителей на ВЛ 110 кВ. За время эксплуатации повреждений узлов соединения проводов ВЛ с силовыми реакторами ВЧ заградителей не наблюдалось ни при ветровых воздействиях, ни при значительных токах КЗ.