



НОВОСТИ Электротехники

ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Поиск

Очередной номер

Архив

Вопрос-ответ

Гостевая книга

Подписка

О журнале

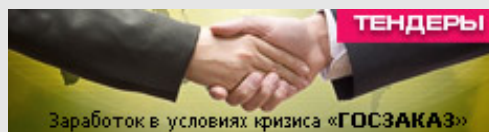
Нормы. Стандарты

Проекты. Методики

Форум

Выставки

приложение
Вопрос • Ответ



[< Предыдущая](#)] [[Следующая >](#)

Журнал №2(20) 2003

Выключатель нагрузки с предохранителем или силовой выключатель: что лучше для защиты силовых трансформаторов?



Ирина Алексеева, заведующая лабораторией защитных устройств ОАО «НИИВА», С.-Петербург

Анализ статей, опубликованных в журнале «Новости Электротехники», посвященных защите сетей среднего напряжения от токов короткого замыкания (КЗ) и перегрузки, показал, что авторами ни разу не поднимался вопрос о роли предохранителей в этом процессе. В частности, не освещалась проблема применения комбинации выключателя нагрузки с высоковольтным токоограничивающим предохранителем, хотя правильное использование данного сочетания может существенно снизить себестоимость и улучшить качество защиты электрооборудования.

Как справедливо было замечено участниками дискуссии (см. «Новости Электротехники» № 5(11), 6(12), 2001. – прим. ред.), силовые выключатели применяются в основном в распределительных пунктах (РП), где, кроме коммутации тока нагрузки, должна выполняться также и защита участков распределительной сети от токов КЗ. В трансформаторных подстанциях (ТП) используются выключатели нагрузки, в функции которых входит только коммутация токов нагрузки. Между тем в последнее время в ТП взамен выключателей нагрузки в безфидерной сети зачастую устанавливаются силовые выключатели для устранения дальних коротких замыканий при возможном несрабатывании защиты вводного выключателя на центре питания.

Таким образом, область применения силовых выключателей расширена до максимально возможных пределов, что не всегда оправдано и влечет за собой очень большие финансовые затраты, а выключатели нагрузки используются лишь для коммутации токов нагрузки или обеспечения видимого разрыва.

Однако стоит вспомнить о таком защитном аппарате, как высоковольтный токоограничивающий предохранитель, которому, возможно, в силу преубеждений или недостаточных знаний о его особенностях, не уделяется должного внимания. Его правильное использование может существенно сократить применение силовых выключателей, заменив их, где это возможно, комбинацией «выключатель нагрузки – предохранитель» («ВН-Пр»), и соответственно расширит область применения выключателей нагрузки.

Данное техническое решение является популярным во всем мире, о чем свидетельствует наличие стандарта МЭК 62271-105 (ранее публикация 420 МЭК), разработанного в целях международной унификации комбинации «ВН-Пр».

Комбинация «ВН-Пр» с предохранителями ПКТ

Как показывает опыт, у многих эксплуатационников и разработчиков КРУ нет ясного представления о совместной работе выключателя нагрузки с предохранителем и о правильности выбора предохранителя и выключателя нагрузки при защите того или иного силового трансформатора.

В настоящее время промышленностью выпускаются высоковольтные токоограничивающие предохранители ПКТ по ТУ16-521.194-81. В качестве примера примем для рассмотрения предохранители на номинальное напряжение 10 кВ, как одни из наиболее распространенных в эксплуатации. В табл. 1 приведены основные параметры этих предохранителей. Для удобства сравнения предохранители объединены в две основные группы, обозначенные условно ПКТ (предохранители кварцевые токоограничивающие) и ПКТУ (предохранители кварцевые токоограничивающие усиленные).

В табл. 2 ПКТ и ПКТУ сравниваются по количеству патронов на данный номинальный ток и по габаритам. Как видно из табл. 1 и 2, отличием этих двух групп предохранителей является то, что предохранители, относящиеся к группе ПКТ, имеют меньшую кратность минимального тока отключения к номинальному току и меньшую величину номинального тока отключения по сравнению с предохранителями группы ПКТУ.

Таблица 1. Основные параметры токоограничивающих предохранителей ПКТ на номинальное напряжение 10 кВ.

Тип	№ п/п	Типоисполнение предохранителя	Номинальный ток, А	$I_{o,мин} / I_{ном,пр}$	$I_{o,ном}, кА$	Условное обозначение группы
ПКТ101-10	1	ПКТ101-10-2-12,5У3	2	3-3,5	12,5	ПКТ
	2	ПКТ101-10-3-2-12,5У3	3,2			
	3	ПКТ101-10-5-12,5У3	5			
	4	ПКТ101-10-8-12,5У3	8			
	5	ПКТ101-10-10-12,5У3	10			
	6	ПКТ101-10-16-12,5У3	16			
	7	ПКТ101-10-20-12,5У3	20			
	8	ПКТ101-10-31,5-12,5У3	31,5			
ПКТ102-10	9	ПКТ102-10-50-12,5У3	50	6,5-7	31,5	ПКТУ
ПКТ103-10	10	ПКТ103-10-100-12,5У3	100			
ПКТ104-10	11	ПКТ104-10-200-12,5У3	200			
ПКТ101-10	12	ПКТ101-10-2-31,5У3	2			
	13	ПКТ101-10-3-2-31,5У3	3,2			
	14	ПКТ101-10-5-31,5У3	5			
	15	ПКТ101-10-8-31,5У3	8			
	16	ПКТ101-10-10-31,5У3	10			
	17	ПКТ101-10-16-31,5У3	16			
ПКТ102-10	18	ПКТ101-10-20-31,5У3	20			
	19	ПКТ102-10-31,5-31,5У3	31,5			
	20	ПКТ102-10-40-31,5У3	40			
ПКТ103-10	21	ПКТ103-10-50-31,5У3	50	20		
	22	ПКТ103-10-80-20У3	80			
ПКТ104-10	23	ПКТ104-10-100-31,5У3	100	31,5		
	24	ПКТ104-10-160-20У3	160	20		

Таблица 2. Основные параметры токоограничивающих предохранителей ПКТ и ПКТУ

Ном. ток, А	2	3,2	5	8	10	16	20	31,5	40	50	80	100	160	200						
Тип	ПКТ																			
Кол-во патронов/габарит	1/1					—					1/2		—		2/2		—		4/2	
Тип	ПКТУ																			
Кол-во патронов/габарит	1/1							1/2			2/2			4/2						

Примечание.

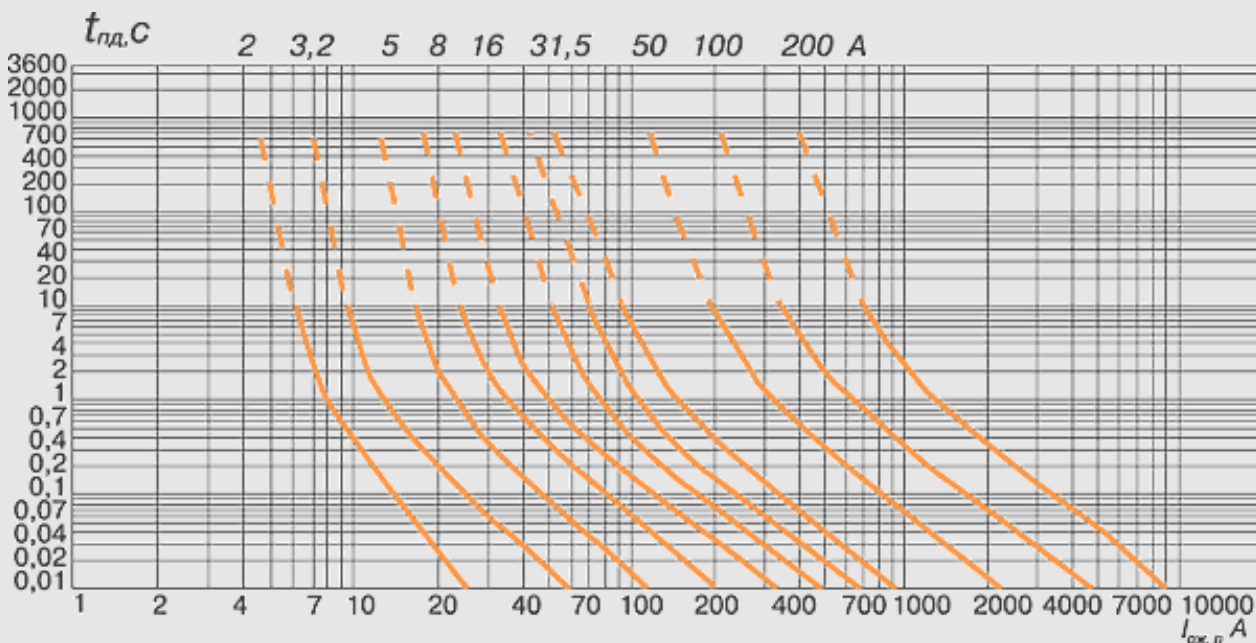
Габарит 1 для патрона на 10 кВ означает диаметр патрона по колпаку 55 мм, длина патрона 418 мм; габарит 2 для патрона на 10 кВ означает диаметр патрона по колпаку 72 мм, длина патрона 468 мм.

Таблица 3

Масляные трансформаторы: перегрузка по току $I_{ож,п}/I_{ном,тр}$	1,3	1,45	1,6	1,75	2
Длительность перегрузки, с	7200	4800	2700	1200	600

На рис. 1 и 2 приведены время-токовые характеристики предохранителей соответственно для групп ПКТ и ПКТУ.

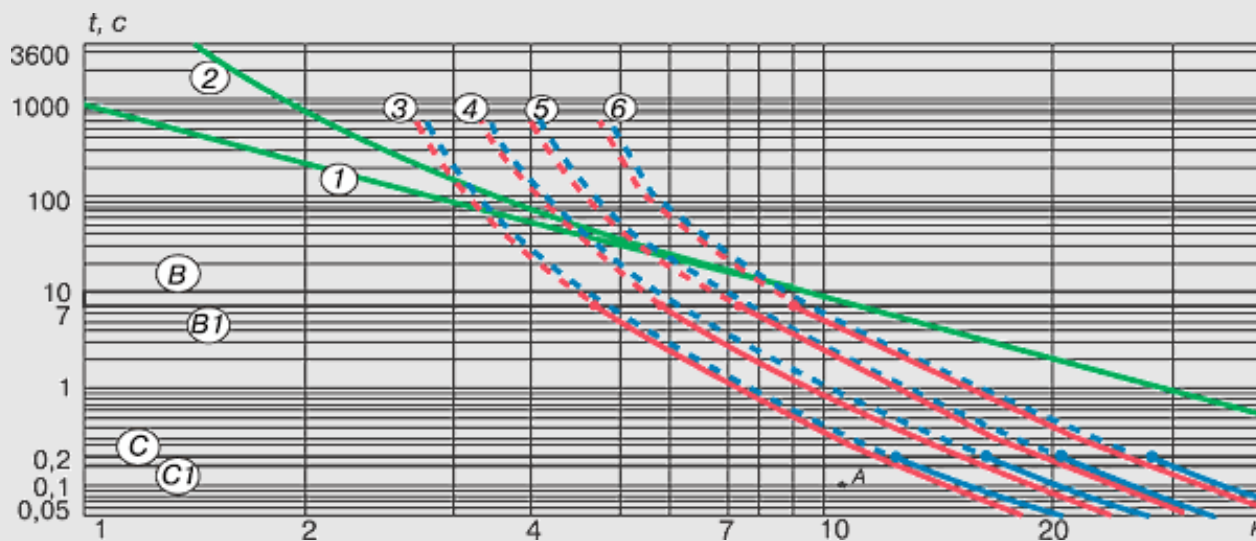
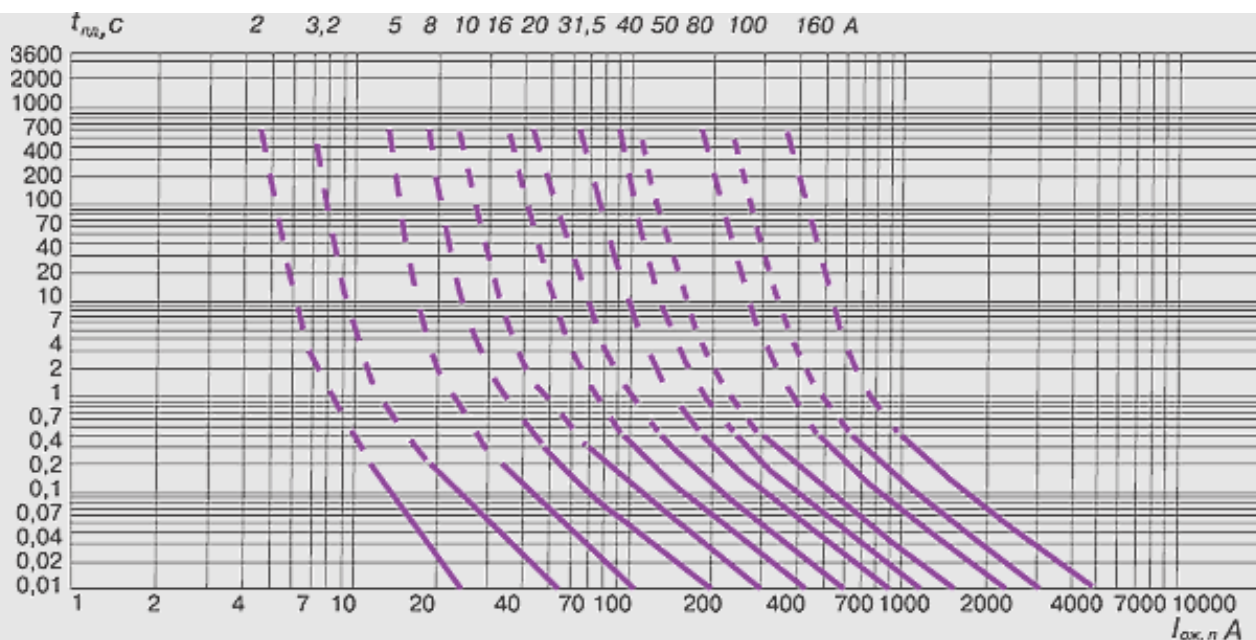
рис. 1
Время-токовые характеристики плавления предохранителей группы ПКТ с порядковыми номерами 1–11 по таблице 1 на номинальные токи 2–31,5, 50, 100, 200 А



$t_{пд}$ – преддуговое время

$I_{ож,п}$ – действующее значение периодической составляющей ожидаемого тока

рис. 2
Время-токовые характеристики плавления предохранителей группы ПКТУ с порядковыми номерами 12–24 по таблице 1 на номинальные токи 2–160 А



Для решения вопроса по выбору предохранителя, защищающего силовой трансформатор, необходимо сравнить время-токовые характеристики устойчивости масляного трансформатора с защитными характеристиками описанных выше высоковольтных токоограничивающих предохранителей (рис.3). Кривая 1 иллюстрирует время-токовую характеристику устойчивости масляного трансформатора по времени в зависимости от кратности ожидаемого тока КЗ к номинальному току трансформатора (K). Характеристика в верхней ее части до времени $t = 600$ с нормируется нормами ПТЭ по табл. 3 в соответствии с термической устойчивостью трансформатора. При длительностях перегрузки менее 600 с нижележащая часть характеристики должна определяться известной формулой:

$$t_{\text{доп}} = 900/K_2,$$

где $K = I_{\text{ож, л}}/I_{\text{ном, тр}}$. Однако в действительности совершенно очевидно, что в области 2–3 $I_{\text{ном, тр}}$ кривая, характеризующая условия нагрева трансформаторов сквозными токами КЗ, должна значительно отклоняться от адиабаты $900/K_2$ в область больших времен, хотя бы в силу естественного отличия условий нагрева проводов от адиабатического при малых токах и значительных длительностях (кривая 2).

В табл. 4 приведены теоретически возможные четыре варианта защиты силовых трансформаторов токоограничивающими предохранителями и соответствующие им коэффициенты $K_1 = I_{\text{ном, пр}}/I_{\text{ном, тр}}$, определяющие уровень защиты. На рис. 3 приведены время-токовые характеристики предохранителей для $K_1 = 1,4$ (кривая 3), $K_1 = 1,73$ (кривая 4), $K_1 = 2,2$ (кривая 5), $K_1 = 2,75$ (кривая 6). Для удобства сравнения они также приведены к коэффициенту K. Точка начала красной пунктирной линии обозначает кратность минимального тока отключения по отношению к номинальному току защищаемого трансформатора для предохранителей группы ПКТ, а точка начала синей пунктирной линии – кратность минимального тока отключения для предохранителей группы ПКТУ. На этом же рис. 3 точка A соответствует координатам броска тока намагничивания, появляющегося на высоковольтной стороне трансформатора при включении его на холостой ход. По условию селективности с

низковольтной защитой защитные характеристики низковольтных аппаратов должны проходить через эту точку. Как следует из рис. 1, предохранители группы ПКТ отключают токи, начиная с 3–3,5- кратного по отношению к их номинальному току, что соответствует значению $K = K_1(3-3,5)$ на рис. 3, при этом преддуговое время составляет порядка 10 с (линия В).

Как следует из рис. 2, предохранители группы ПКТУ отключают токи, начиная примерно с 7–7,5-кратного по отношению к их номинальному току, что соответствует значению $K = K_1(7-7,5)$ на рис. 3, при этом преддуговое время составляет порядка 0,2–0,3 с (линия С).

Таким образом, при возникновении токов КЗ, кратность которых больше значения К по рис. 3, предохранитель будет надежно защищать трансформатор. Под действием же токов, кратность которых меньше, чем указанные К, высоковольтный предохранитель может расплавиться, но не может отключить эти токи и при отсутствии дополнительных средств защиты произойдет его термическое разрушение. Таким образом, в зонах, обозначенных красными и синими пунктирами на рис. 3, защита силового трансформатора должна возлагаться на другие аппараты, например, на выключатели нагрузки, низковольтные предохранители, автоматы и т.п.

Рассмотрим, какой же выключатель нагрузки может быть применен для совместной работы с тем или иным предохранителем. В соответствии с ГОСТ 17717-79 «Выключатели нагрузки переменного тока на напряжение от 3 до 10 кВ», для более надежной работы комбинации «ВН-Пр» ток пересечения с ВН берется для 1,5-кратного времени, соответствующего минимальному току отключения предохранителя, что соответствует $t = 7$ с (линия В1 на рис. 3). При применении в комбинации предохранителей группы ПКТУ ток пересечения будет соответствовать $t = 0,15$ с (линия С1 на рис. 3).

Таким образом, при применении ВН с предохранителями группы ПКТ ток пересечения для комбинации «ВН-Пр» должен быть не менее:

- 4–6 Iном,тр. для $K_1 = 1,4$;
- 5,5–7,2 Iном,тр. для $K_1 = 1,73$;
- 7–9 Iном,тр. для $K_1 = 2,2$;
- 9–11 Iном,тр. для $K_1 = 2,75$.

При применении ВН с предохранителями группы ПКТУ – не менее:

- 9–11 Iном,тр. для $K_1 = 1,4$;
- 13–14 Iном,тр. для $K_1 = 1,73$;
- 17 Iном,тр. для $K_1 = 2,2$;
- 21 Iном,тр. для $K_1 = 2,75$.

Примерные величины этих токов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Мощность защищаемого тр-ра, кВА	Номинальный ток тр-ра, А	Номинальные токи предохранителей, А (теоретически возможные варианты защиты). (Номера кривых на рис.3)				Ток пересечения для комбинации «ВН-Пр», не менее, для группы ПКТ в зависимости от K_1 , А				Ток пересечения для комбинации «ВН-Пр», не менее, для группы ПКТУ в зависимости от K_1 , А			
		3	4	5	6	1,4	1,73	2,2	2,75	1,4	1,73	2,2	2,75
25	1,44	2	—	3,2	(4)	6,3	—	10	—	13	—	24	—
40	2,3	3,2	—	5	(6,3)	10	—	18	—	24	—	35	—
63	3,64	5	—	8	10	18	—	25	34	35	—	55	80
100	5,8	8	10	—	16	25	34	—	54	55	80	—	120
125	7,2	10	—	16	20	34	—	54	80	80	—	120	150
160	9,2	—	16	20	(25)	—	54	80	—	—	120	150	—
200	11,5	16	20	(25)	31,5	54	80	—	100	120	150	—	220
250	14,4	20	(25)	31,5	40	80	—	100	—	150	—	220	300
315	18,2	(25)	31,5	40	50	—	100	—	210	—	220	300	350
400	23	31,5	40	50	(63)	100	—	210	—	220	300	350	—
500	29	40	50	(63)	80	—	210	—	—	300	350	—	600
630	36,5	50	(63)	80	100	210	—	—	380	350	—	600	800
800	46,2	(63)	80	100	(125)	—	—	380	—	—	600	800	—
1000	57,8	80	100	(125)	160	—	380	—	—	600	800	—	1200
K1	1,4	1,7	2,2	2,75									

Примечания.

1. $K1 = I_{ном.пр.} / I_{ном.тр}$

2. Ток пересечения — это значение тока, соответствующее пересечению время-токовых характеристик отключения предохранителя и выключателя нагрузки.

3. Цифры, заключенные в скобках, означают, что данный номинал не разработан.

Решение о выборе того или иного ВН непосредственно связано с выбором высоковольтного предохранителя, соответствующего определенному уровню защиты, т.е. коэффициенту K_1 . В связи с этим необходимо отметить, что применение предохранителей с $K_1 = 1,4$ и $1,73$ обосновано в тех случаях, когда практически нет включений трансформатора без нагрузки и когда нет никакой другой защиты со стороны низкого напряжения, однако его применение может вызывать также и частые необоснованные отключения трансформатора в зоне эксплуатационных перегрузок. При большой вероятности коротких замыканий с токами кз 12,5–31,5 кА при 10 кВ предпочтительно применять предохранители группы ПКТУ, а с токами кз менее 12,5 кА – группы ПКТ. Предохранители с $K_1 = 1,73$ можно предпочесть при прочих равных условиях для защиты изношенного оборудования, срок эксплуатации которого близок к завершению или уже превзошел его.

При отсутствии низковольтной защиты предпочтителен $K_1 = 2,2$. В остальных случаях можно применять $K_1 = 2,2$ и $2,75$.

Итог изложенного можно дополнительно подвести с помощью таблицы 5, в которой приведены оптимальные варианты комбинации ВН с предохранителями. При этом красная зона соответствует применению ВН на номинальный ток до 100 А, синяя зона – для ВН на номинальный ток до 200 А, зеленая зона для ВН на номинальный ток до 400 А, желтая зона – для ВН на номинальный ток до 600 А, голубая зона – для ВН на номинальный ток более 800 А. Незакрашенные клетки означают, что при данном K_1 отсутствует подходящий предохранитель.

Необходимо также заметить, что ВН срабатывает именно как защитный аппарат при токах, которые меньше указанных в табл. 4, только после того, как предохранитель расплавится и его боек ударит по ударной планке ВН, в результате чего обеспечивается автоматическое отключение всех трех полюсов выключателя нагрузки, что исключит появление неполнофазного режима в сети. В этом случае защитное действие комбинации «ВН-Пр» расширяется в сторону еще более меньших токов вплоть до токов, значение которых соответствует точке пересечения кривых 3, 4, 5, 6 с кривой 2 на рис.3. Поэтому предохранитель, который выбирается для совместной работы с ВН, должен иметь достаточно мощное ударное устройство, чтобы обеспечить срабатывание ВН, – как минимум ударное устройство среднего типа по ГОСТ 2213-79.

Если в предохранителе отсутствует подобное ударное устройство, то комбинация «ВН-Пр» не будет защищать оборудование при малых токах КЗ, т.е. в этом случае можно рассчитывать лишь на возможность коммутации токов нагрузки оперативным персоналом и на защиту трансформатора от токов кз в зоне от токов с кратностью соответствующей линии В1 для предохранителей группы ПКТ (линии С1 для ПКТУ) вплоть до $I_{о,ном}$, пр.. Это говорит также о том, что выключатель нагрузки должен быть снабжен дополнительным устройством, которое автоматически отключает его после срабатывания предохранителя. Кроме того, для надежной работы предохранителя в комбинации необходимо, чтобы плавкий элемент не смещался с места при ударах и вибрациях, вызываемых коммутациями выключателя нагрузки. В предохранителях ПКТ плавкая вставка зафиксирована на керамическом сердечнике только для предохранителей на номинальный ток до 8 А, т.е. у предохранителей с порядковыми номерами 1-4 по табл.1. Для остальных номиналов в конструкции предохранителя плавкая вставка представляет собой свободно расположенные в кварцевом песке спирали. Все сказанное говорит о том, что предохранители ПКТ не могут быть использованы в комбинации при отсутствии их доработки.

Комбинация с предохранителями ПКЭ

Далее рассмотрим возможность применения в комбинации «ВН-Пр» предохранителей серии ПКЭ (предохранители кварцевые токоограничивающие экскаваторные), выпускаемых по ТУ 16-521.195-80. В отличие от предохранителей ПКТ они рассчитаны для эксплуатации в условиях тряски и вибраций. В табл. 6 приведены основные параметры предохранителей ПКЭ на 10 кВ. Для удобства сравнения предохранители объединены в две основные группы, обозначенные условно ПКЭ (предохранители кварцевые экскаваторные) и ПКЭУ (предохранители кварцевые экскаваторные усиленные).

Таблица 5

Мощность защищаемого тр-ра, кВА	Параметры комбинации для K1 (для группы ПКТ)				Параметры комбинации для K1 (для группы ПКТУ)			
	1,4	1,73	2,2	2,75	1,4	1,73	2,2	2,75
25	2	-	3,2	-	2	-	3,2	-
40	3,2	-	5	8	3,2	-	5	8
63	5	-	8	10	5	-	8	10
100	8	10	-	16	8	10	-	16

125	10	-	16	20	10	-	16	20
160	-	16	20	-	-	16	20	-
200	16	20	-	31,5	16	20	-	31,5
250	20	-	31,5	-	20	-	31,5	40
315	-	31,5	-	50	-	31,5	40	50
400	31,5	-	50	-	31,5	40	50	-
500	-	50	-	-	40	50	-	80
630	50	-	-	100	50	-	80	100
800	-	-	100	-	-	80	100	-
1000	-	100	-	-	80	100	-	160

Таблица 6

Тип	№ п/п	Типоисполнение предохранителя	Номинальный ток, А	$I_{о, мин} / I_{ном,пр}$	$I_{о, ном}, кА$	Условное обозначение группы
ПКЭ106-10	1	ПКЭ106-10-5-12,5У2, ХЛ2	5	5-6	12,5	ПКЭ
	2	ПКЭ106-10-8-12,5У2, ХЛ2	8			
	3	ПКЭ106-10-10-12,5У2, ХЛ2	10			
	4	ПКЭ106-10-16-12,5У2, ХЛ2	16			
	5	ПКЭ106-10-20-12,5У2, ХЛ2	20			
ПКЭ107-10	6	ПКЭ107-10-31,5-12,5У2, ХЛ2	31,5			
	7	ПКЭ107-10-40-12,5У2, ХЛ2	40			
	8	ПКЭ107-10-50-12,5У2, ХЛ2	50			
	9	ПКЭ107-10-80-12,5У2, ХЛ2	80			
	10	ПКЭ107-10-31,5-31,5У2	31,5			
ПКЭ108-10	11	ПКЭ107-10-40-31,5У2	40	5	31,5	ПКЭУ
	12	ПКЭ108-10-50-31,5У2	50			
	13	ПКЭ108-10-63-31,5У2	63			
	14	ПКЭ108-10-80-31,5У2	80			
	15	ПКЭ108-10-100-31,5У2	100			

В табл. 7 предохранители ПКЭ и ПКЭУ сравниваются по количеству патронов на данный номинальный ток и по габаритам.

Таблица 7

Номинальный ток	5	8	10	16	20	31,5	40	50	63	80	100
Тип	ПКЭ										
Кол-во патронов/габарит	1/1					1/2		2/2	—	—	—
Длина патрона, мм	418					468		—	468	—	—
Тип	ПКЭУ										
Кол-во патронов/габарит	—					1/2		2/2		—	
Длина патрона, мм	—					368		468	368	468	

На рис. 4 и 5 приведены время-токовые характеристики предохранителей соответственно для групп ПКЭ и ПКЭУ.

Рис. 4 Время-токовые характеристики плавления предохранителей ПКЭ с порядковыми номерами 1-9 по

таблице 6.

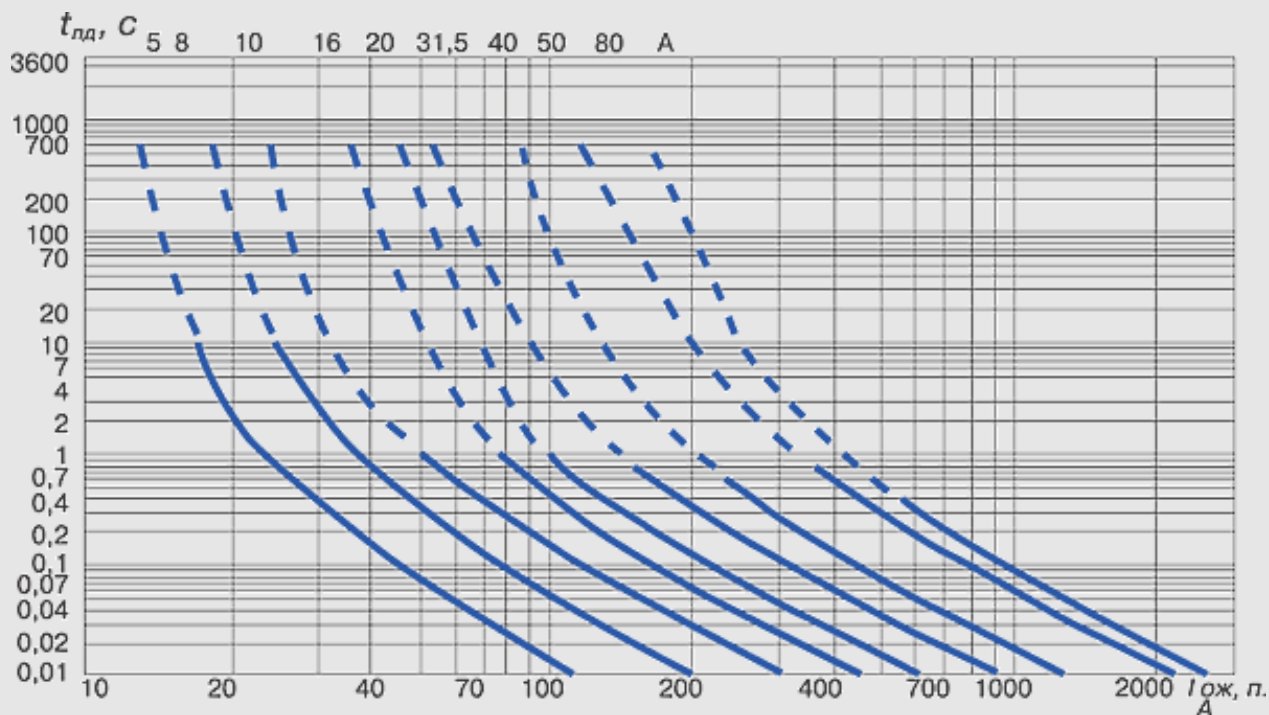
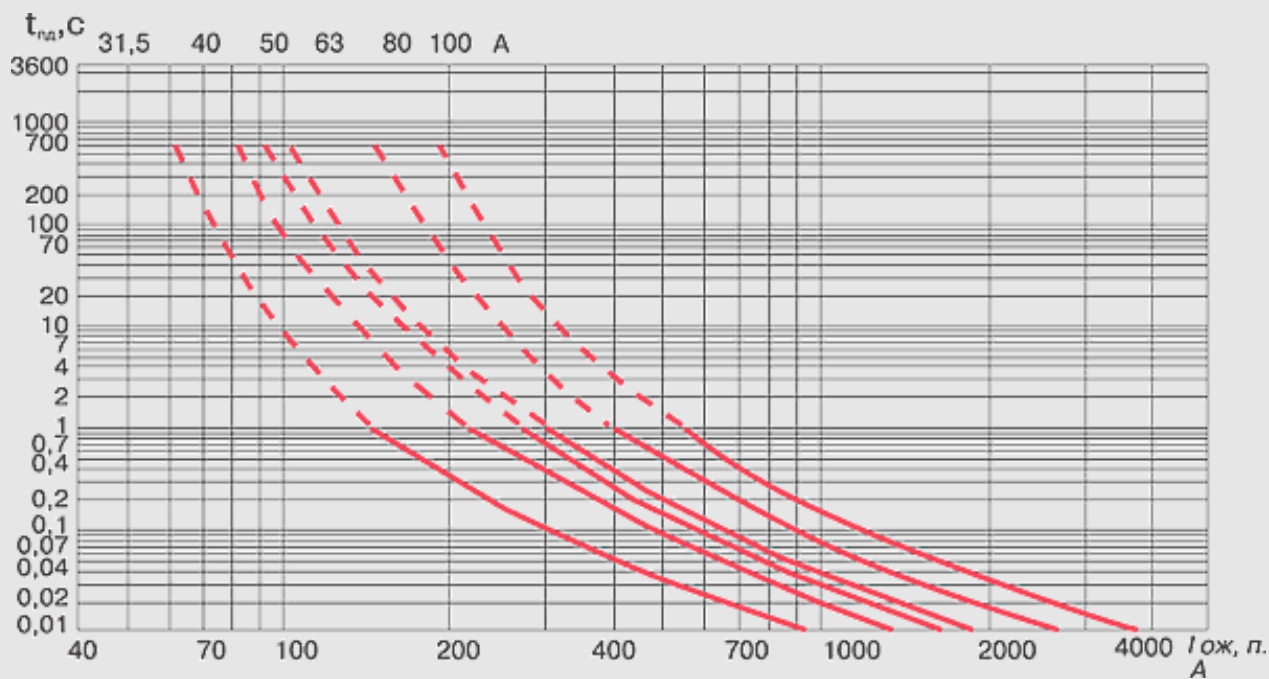


Рис. 5 Время-токовые характеристики плавления предохранителей ПКЭУ с порядковыми номерами 10-15 по таблице 6.



В таблице 8 приведены все теоретически возможные варианты защиты силовых трансформаторов токоограничивающими предохранителями и соответствующие им коэффициенты K_1 .

Таблица 8

Мощность защищаемого тр-ра, кВА	Номинальный ток тр-ра, А	Номинальные токи предохранителей, А (теоретически возможные варианты защиты)	$I_{ож} / I_{ном, тр}$ при КЗ на НВ выводах тр-ра, %	Ток пересечения для комбинации «ВН-Пр», не менее, для группы ПКЭУ в зависимости от K_1	Ток отсечки комбинации «ВН-Пр», не менее, для группы ПКЭУ в зависимости от K_1

								1,4	1,73	2,2	2,75	1,4	1,73	2,2	2,75
40	2,3	—	—	5	(6,3)	4	25	—	—	15	—	—	—	—	—
63	3,64	5	—	8	10			15	—	24	60	—	—	—	—
100	5,8	8	10	—	16			24	60	—	120	—	—	—	—
125	7,2	10	—	16	20			60	—	120	200	—	—	—	—
160	9,2	—	16	20	(25)			—	120	200	—	—	—	—	—
200	11,5	16	20	(25)	31,5			120	200	—	240	—	—	—	240
250	14,4	20	(25)	31,5	4			200	—	240	320	—	—	240	300
315	18,2	(25)	31,5	40	50			—	240	320	500	—	240	300	320
400	23	31,5	40	50	63			240	320	500	—	240	300	320	340
500	29	40	50	63	80			320	500	—	630	300	320	340	480
630	36,5	50	63	80	100			500	—	630	—	320	340	480	550
800	46,2	63	80	100	(125)	—	630	—	—	340	480	550	—		

Примечания.

1. $K1 = I_{ном, пр.} / I_{ном, тр.}$

2. Цифры, заключенные в скобках, означают, что данный номинал не разработан.

Как следует из рис. 4, предохранители группы ПКЭ отключают токи, начиная с 5–6-кратного по отношению к их номинальному току.

Предохранители группы ПКЭУ, как видно из рис. 5, отключают токи, начиная примерно с 5-кратного по отношению к их номинальному току. Токи пересечения определяются при преддуговых временах в 1,5 раза меньших, чем времена, соответствующие началу пунктирных линий. Примерные значения токов пересечения приведены в табл.8. Итог изложенного можно подвести с помощью табл. 9. В ней приведены оптимальные варианты комбинации ВН с предохранителями ПКЭ, при этом красная зона соответствует применению ВН на номинальный ток до 100 А, синяя зона – для ВН на номинальный ток до 200 А, зеленая зона для ВН на номинальный ток до 400 А, желтая зона – для ВН на номинальный ток до 630 А.

Таблица 9

Мощность защищаемого тр-ра, кВА	Параметры комбинации для К1 (для группы ПКЭ)				Параметры комбинации для К1 (для группы ПКЭУ)			
	1,4	1,73	2,2	2,75	1,4	1,73	2,2	2,75
40	-	-	5	8				
63	5	-	8	10				
100	8	10	-	16				
125	10	-	16	20				
160	-	16	20	-	-			
200	16	20	-	31,5	-	31,5		
250	20	-	31,5	40	-	31,5	40	
315	-	31,5	40	50	-	31,5	40	50
400	31,5	40	50	-	31,5	40	50	63
500	40	50	-	80	40	50	63	80
630	50	-	80	-	50	63	80	100
800	-	80	-	-	63	80	100	-
1000	80	-	-	-	80	100	-	-

Примечание. Ток пересечения находится по табл. 8

Фактически же из всех вышеописанных предохранителей наиболее подходящими для применения в комбинации являются предохранители группы ПКЭУ по табл.6, выделенные жирным шрифтом, т.к. габариты патронов и их

контактная система доработаны таким образом, чтобы при нормированных междуполюсных расстояниях минимизировать пространство, занимаемое ими в ячейке. Кроме того, только в них устанавливается ударное устройство среднего типа.

«ВН-Пр»: быстрее и дешевле

Стоимость силовых выключателей с приводами довольно велика. А с учетом необходимых для управления выключателем трансформаторов тока и релейной защиты стоимость современного распределительного устройства вообще получается очень высокой. В этой связи к числу неоспоримых достоинств комбинации «ВН-Пр» относится то, что для срабатывания комбинации «ВН-Пр» не требуется установка релейной защиты, подобной той, которая дает команду на срабатывание силового выключателя. Предохранитель одновременно сочетает в себе и функцию индикации момента нарастания тока, и саму функцию отключения тока КЗ.

Кроме того, к достоинствам токоограничивающих предохранителей как коммутационных аппаратов относится также их быстроедействие и способность отключать очень большие токи с ограничением их максимальной величины до значений, существенно меньших амплитуды ожидаемого тока короткого замыкания, что отражено в табл. 10. В свою очередь этот эффект приводит к резкому уменьшению электродинамических и электротермических воздействий тока на защищаемое оборудование, повышая надежность его работы и создавая возможность уменьшения его габаритов, т. е. применение комбинации выгодно со всех точек зрения.

Подводя итог сказанному, можно надеяться, что представленная методика выбора параметров комбинации «ВН-Пр», а также представленная информация по техническим данным предохранителей будут способствовать большему пониманию данной проблемы и соответственно более широкому внедрению комбинации «ВН-Пр» для защиты электрических сетей, что позволит во многих случаях заменить дорогостоящие силовые выключатели. Особенно популярным может быть применение комбинации в городских сетях, где имеется достаточное резервирование и где предохранитель легко заменяется.

Таблица 10

По типу дугогашения	Обозначение защитного аппарата	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Полное время отключения, с
Силовые выключатели					
Вакуумные	ВВТЭ-М-10	10	630-1600	2,5; 20; 31,5	0,04
	ВБПС-10				0,055
	ВВЭ-М-10			20; 31,5	0,04
	ВБПВ-10				0,035
	ВБЧ-СП-10				0,04
	ВБЧ-СЭ-10			12,5; 20	0,04
	ВБСК-10				0,05
ВВЭ-М-10	2000–3150	31,5...40	0,05		
Масляный	ВКЭ	10	630,1000	20; 31,5	0,07
Элегазовые	LF1	6,3	630, 1250	25; 31,5	0,07
	LF2	10			
		6,3	630, 1250, 2000	40	
		10		31,5	
Предохранители токоограничивающие					
Кварцевые	ПКТ101	6	2–315	31,5; 40	$I_{ож,п}/I_{ном,пр} > 40$ до $I_{о,ном} < 0,01$ с
	ПКТ102				
	ПКТ103	10	2–200	12,5; 31,5;	
	ПКТ104				

WebStudio Banner
Network



ТЕКФЙОЗ@М
RU

Copyright © by news.elteh.ru

Использование материалов сайта возможно только с письменного разрешения редакции news.elteh.ru

При цитировании материалов гиперссылка на сайт с указанием автора обязательна