

УДК 621.316.9

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЗАЩИТЫ СЕТЕЙ 0,4 КВ АВТОМАТИЧЕСКИМИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ С КОМБИНИРОВАННЫМИ РАСЦЕПИТЕЛЯМИ

К. А. Смагин

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Отмечена значимость времятоковой характеристики автоматических выключателей с комбинированными расцепителями для защиты сетей 0,4 кВ. Исследованы зоны этой характеристики: рабочих токов, перегрузки и коротких замыканий. Рассмотрены два условия ее построения. Изучены защитные функции расцепителей автоматических выключателей.

Ключевые слова: ток, защита, времятоковая характеристика, короткое замыкание, выдержка времени, расцепитель.

BASIC PROVISIONS OF 0.4 KV NETWORKS PROTECTION BY AUTOMATIC CIRCUIT BREAKERS WITH COMBINED DISCONNECTORS

К. А. Smagin

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The significance of the time-current characteristic of circuit breakers with combined releases for protecting 0.4 kV networks is noted. The zones of this characteristic are investigated: operating currents, overload and short circuits. Two conditions for its construction are considered. The protective functions of the circuit breakers are studied.

Keywords: current, protection, time-current characteristic, short circuit, time delay, release.

Введение. Адекватная защита сетей 0,4 кВ автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями базируется на учете времятоковой характеристики рассматриваемых устройств. Данная характеристика охватывает участки от нулевого рабочего тока до токов коротких замыканий большой кратности. В отношении сетей 0,4 кВ крайне важно обеспечить оперативное отключение коротких замыканий. Решение обозначенной проблемы в течение длительного времени сохраняет актуальность, т. к., во-первых, обеспечивает защиту людей (в том числе неспециалистов, пользующихся в быту сетью 0,4 кВ), и, во-вторых, позволяет избежать значительных повреждений.

Основная часть. Времятоковая характеристика (рис. 1) применима ко всем современным автоматическим выключателям.

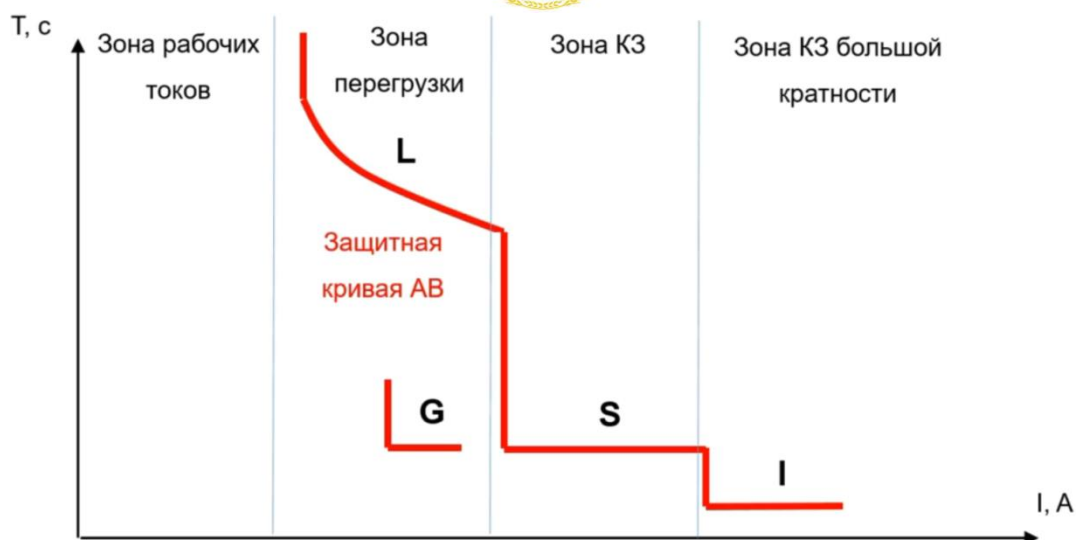


Рис. 1. Времятоковая характеристика

Условно можно рассмотреть отдельные зоны данной характеристики. Первая—зона рабочих токов (от 0 до какого-то определенного значения). Затем — зона перегрузки, в которой оборудование может работать, но только при определенных токах и лишь некоторое время (чем больше ток, тем меньше время). Далее — зона коротких замыканий (КЗ). Это работа в аварийном режиме. И последняя — зона КЗ большой кратности. Для каждого конкретного автомата существуют индивидуальные зоны КЗ большой кратности, но в действительности они могут быть не такими большими. Например, для модульного автомата 1000 А — это уже ток большой кратности.

В автоматических выключателях с комбинированным расцепителем предусмотрено несколько видов защит от токов описанных выше зон. Одна защищает от перегрузки (функция L). При коротких замыканиях возможны три вида защит, каждая из которых предназначена для определенных токов:

- селективная отсечка с выдержкой времени (функция S);
- мгновенная отсечка (функция I);
- защита от однофазных коротких замыканий для тока нейтрали (функция G).

Можно сказать, что приведенная на рис. 1 характеристика — это графическое отображение выбранных уставок. Существует два условия, по которым необходимо построить данную характеристику. Первое можно сформулировать так: необходимо разместить характеристику таким образом, чтобы слева и снизу от нее осталась область нормальных токов, а справа и сверху — область аварийных токов (рис. 2).

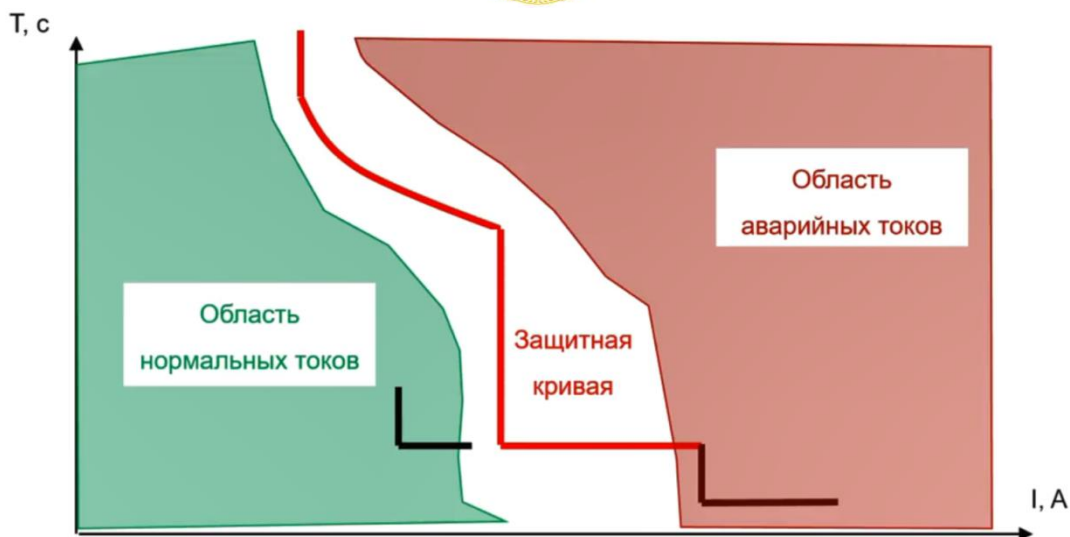


Рис.2. Первое условие построения характеристики

В комбинированном расцепителе всегда присутствуют две защиты — от перегрузки и от КЗ. Функция I может оказаться в области аварийных токов, однако функция S всегда должна быть левее этого участка. Функция G, в свою очередь, может оказаться в области нормальных токов. Она не отстраивается от рабочих токов, так как в нормальном режиме работы ток в нейтрали практически равен нулю.

Подробно области рабочих и аварийных токов показаны на рис. 3.

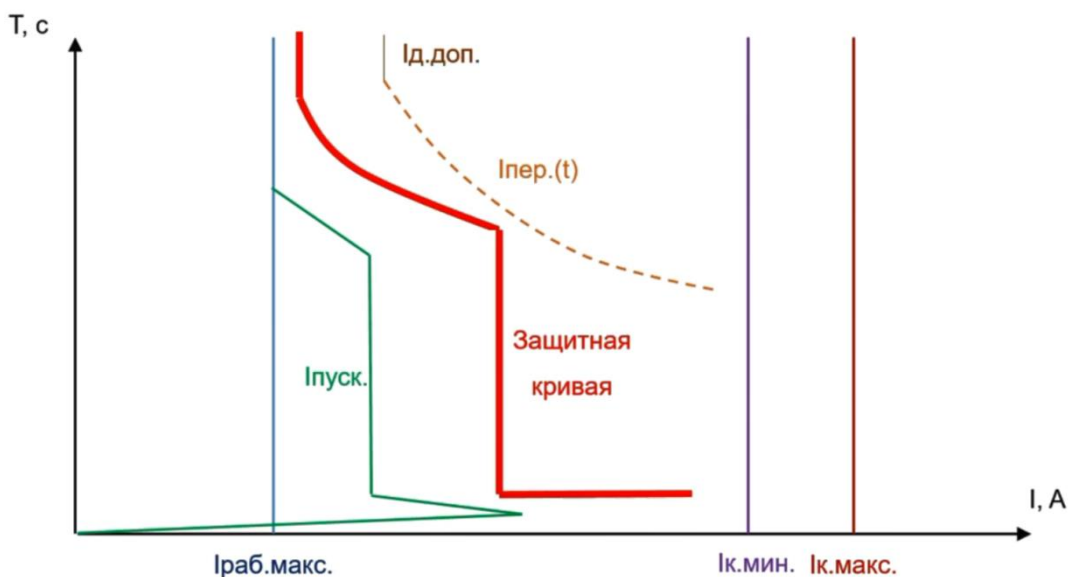


Рис. 3. Области рабочих и аварийных токов

Искомые токи, которые необходимы для расчетов, показаны на рис. 4. Если правильно рассчитать все эти токи, можно расположить защитную кривую между ними и таким образом выполнить условие 1.

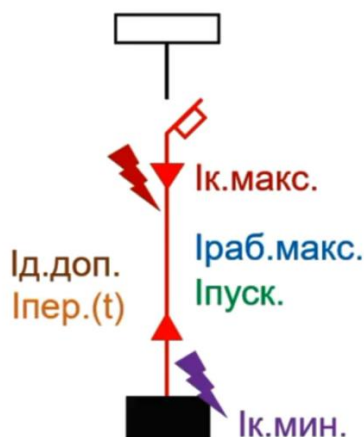


Рис. 4. Искомые токи

По максимальному току присоединения выполняется проверка кабеля на термическую стойкость. Рабочий максимальный и пусковой токи служат для выбора уставок защиты от коротких замыканий, а по минимальному току короткого замыкания проверяется чувствительность уставок. По допустимому длительному току и току перегрузки выбираются уставки защиты от перегрузки.

Еще один важный момент — выбор времени отключения короткого замыкания. КЗ в сетях 0,4 кВ должны отключаться очень быстро по двум причинам:

- необходимо защитить персонал и обычных потребителей (сети 0,4 кВ используются в том числе как бытовые);
- важно избежать значительных повреждений, т.к. в данных сетях достаточно высокий уровень токов коротких замыканий.

При повреждении отключение должно происходить за 0,2–0,4 с, согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ). Допускается превышение этого показателя до 5 с в цепях, питающих только стационарные электроприемники от распределительных щитов или щитков [1].

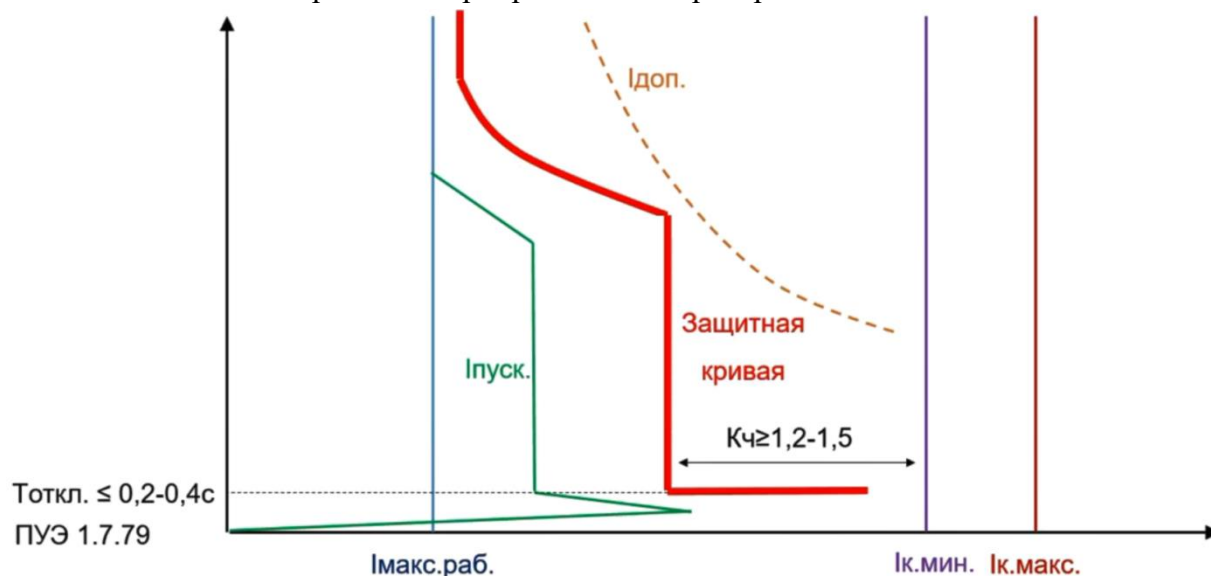


Рис. 5. Выбор времени отключения КЗ

Построенная защитная характеристика, а именно функция S или I (в зависимости от типа автомата), должна быть отдалена от минимального тока короткого замыкания. Желательно обеспечивать чувствительность автомата к КЗ в конце смежного участка для резервирования

отказа нижестоящего автомата. Однако данное условие не всегда можно выполнить, особенно для дуговых замыканий и при использовании модульных автоматов. ПУЭ не предъявляют требований к дальнему резервированию в сетях 0,4 кВ. Если же такая необходимость возникнет (например, по технологическим требованиям), можно применять выносные защиты — такие, как БМРЗ-0,4.



Рис. 6. Дальнее резервирование

На вводах и секционном выключателе 0,4 кВ вводно-распределительного устройства (ВРУ) / главного распределительного щита (ГРЩ) для целей дальнего резервирования желательно применять расцепители с защитной функцией G.

Второе условие построения характеристики заключается в обеспечении селективности, т. е. построенная защитная кривая должна располагаться между защитными характеристиками смежных элементов (рис. 7).

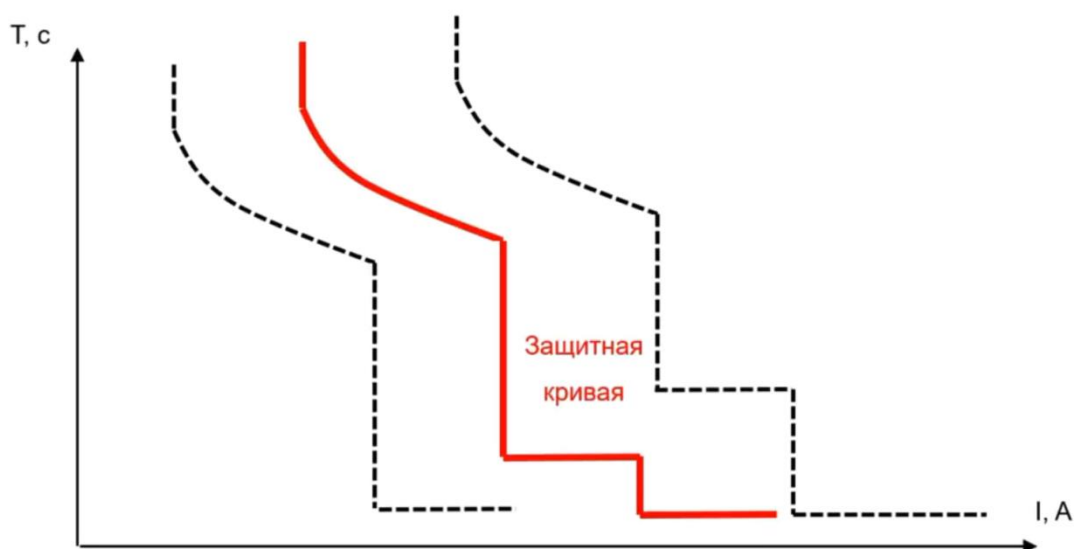


Рис. 7. Второе условие построения характеристики

При построении карты селективности хотя бы в зоне перегрузки у защитных характеристик не должно быть пересечений. Пример обеспечения селективности при помощи выдержки времени (так называемая «временная селективность») представлен на рис. 8.

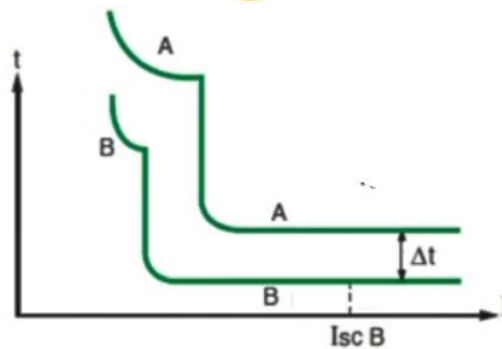


Рис. 8. Временная селективность

В данном случае устанавливается определенная выдержка времени, и при одинаковом токе короткого замыкания нижестоящий автоматический выключатель срабатывает быстрее, чем вышестоящий. Такая селективность применяется, например, в сетях 6 (10) кВ. Казалось бы, этот способ обеспечения селективности можно применить и для сетей 0,4 кВ, но, во-первых, упрощенные автоматические выключатели физически не имеют возможности устанавливать выдержку времени, а во-вторых, есть строгие требования по времени отключения короткого замыкания, о которых упоминалось выше. Так, при селективности 0,2 секунды можно реализовать только одну ступень защиты.

Следующий способ обеспечения селективности — токовая селективность. Этот способ для сетей 0,4 кВ также неприменим, потому что автоматические выключатели чувствуют токи коротких замыканий смежных участков.

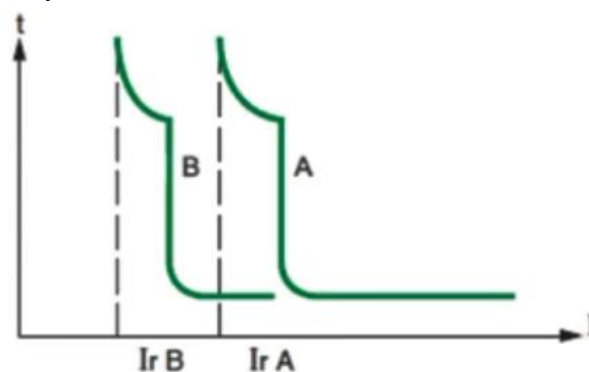


Рис. 9. Токовая селективность

Полная селективность автоматов 0,4 обычно достигается только для ВРУ/ГРЩ 0,4 кВ, где устанавливаются автоматы с выдержкой времени [2]. Однако конструкция некоторых выключателей обеспечивает селективность даже при одинаковых временах отключения. В этом случае селективность двух последовательно включенных автоматов определяется по таблицам селективности.

Заключение. Современные автоматические выключатели с электронными расцепителями имеют столько дополнительных функций, что эти устройства можно считать полноценными устройствами релейной защиты.

Все аспекты защиты сетей 0,4 кВ автоматическими выключателями сводятся к выполнению двух условий: размещение времятоковой характеристики между областями рабочих и аварийных токов и обеспечение селективности.

**Библиографический список**

1. Правила устройства электроустановок/ Министерство энергетики Российской Федерации. — 7-е изд. — Москва : Главгосэнергонадзор России, 2007. — 980 с.
2. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Т. В. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова. — Москва : Форум ; Инфра-М, 2012. — 416 с.

Об авторе:

Смагин Кирилл Александрович, магистрант кафедры «Интеллектуальные электрические сети» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), s_k_a_97@mail.ru.

Author:

Smagin Kirill Aleksandrovich, master's degree student, the department of «Intelligent Electric Networks», Don State Technical University (344000, Russian Federation, Rostov-on-Don, Gagarina sq. 1), s_k_a_97@mail.ru.