

УДК 620.9

**ПРИМЕНЕНИЕ КАСКАДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ
CURRENT-LIMITING AUTOMATIC CIRCUIT BREAKERS
APPLICATION**

П.В. Суевич

Руководитель – А.Ю. Капустинский, ассистент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
A.Kapustynski@eneca.by

P. Surovich

Supervisor – A. Kapustsinski, professor assistant
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В статье указаны преимущества применения каскадных соединений автоматических выключателей. Также в работе подробно описано конструктивное исполнение токоограничивающих автоматических выключателей. Статья рекомендована студентам электроэнергетических специальностей и специалистам в области электроэнергетики.*

***Abstract:** The article deals advantages of circuit breakers' cascading. Current-limiting automatic circuit breakers' design is mention in the text. The paper is recommended to students with electrical energy specialization and to electric network specialists.*

***Ключевые слова:** каскадирование, короткое замыкание, автоматический выключатель, токоограничение, электрическая дуга, отключающая способность выключателя.*

***Keywords:** cascading, short circuit, circuit breaker, current limitation, electric arc, circuit breaker's breaking capacity.*

Введение

В связи с ростом потребления электрической энергии промышленным и коммунально-бытовым сектором продолжается интенсивное увеличение числа и установленной мощности генерирующих устройств энергосистем. Увеличение мощности генерирующего оборудования в энергосистеме зачастую приводит к увеличению токов короткого замыкания во всех точках электроэнергетической системы. Это, в свою очередь, зачастую приводит к необходимости замены оборудования, которое перестает удовлетворять требованию термической стойкости, электродинамической стойкости и отключающей способности. Одним из способов увеличения отключающей способности автоматических выключателей в силовых сетях до 1 кВ является применение каскадных соединений автоматических выключателей

Основная часть

Принцип каскадных соединений автоматических выключателей заключается в следующем. При высоком значении токов короткого замыкания, протекающих через вышестоящий аппарат, происходит незначительное

размыкание контактов данного устройства, обусловленное его конструкцией. При размыкании контактов появившаяся в месте размыкания контактов электрическая дуга увеличивает полное сопротивление цепи протекания тока короткого замыкания, за счет чего и происходит снижение протекающего тока короткого замыкания. После отключения автоматическим выключателем тока короткого замыкания его контакты вновь замыкаются, так как по ним перестает протекать ток короткого замыкания.

Применять автоматические выключатели с каскадным соединением в случае отсутствия селективности не имеет смысла, так как неселективное отключение тока короткого замыкания будет производиться вышестоящим аппаратом защиты, в то время как нижестоящий аппарат срабатывать не будет. Рассмотрим работу автоматических выключателей при применении каскадных соединений в случае протекания по ним тока короткого замыкания. Автоматический выключатель D2 выбран с предельной отключающей способностью ниже, чем ожидаемый ток короткого замыкания, так как он расположен ниже по электрической схеме, чем выключатель D1. В данном случае выключатель D1 согласно описанному выше алгоритму сможет ограничить ток короткого замыкания. За счет дополнительного токоограничения вышестоящим аппаратом D1 отключающая способность нижестоящего аппарата D2 увеличивается.

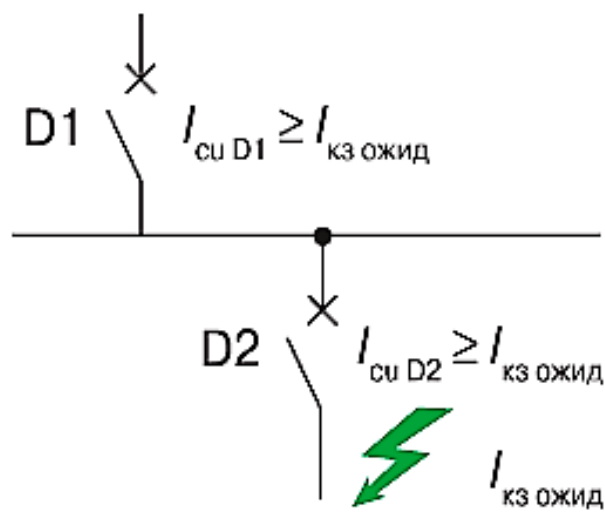


Рисунок 1 – Пример работы автоматических выключателей при каскадирования

Для обоснования установки автоматического выключателя с низким значением отключающей способности в сети с высокими значениями токов короткого замыкания производителем защитных аппаратов производятся расчеты. После подтверждения данных расчетов лабораторными испытаниями составляются специальные таблицы, в которых указана усиленная отключающая способность нижестоящего автоматического выключателя

(допустимые значения отключаемых токов короткого замыкания при применении вышестоящего автоматического выключателя с определенным номинальным током с функцией токоограничения). Таблицы, в которых указано увеличенное значение отключающей способности нижестоящего аппарата, называются таблицами каскадных соединений.

Применение каскадных соединений защитных аппаратов и, как следствие, аппаратов защиты с более низкой отключающей способностью, позволяет значительно снизить экономические затраты на их установку в точках сети с высоким значением тока короткого замыкания. В ряде случаев при отсутствии необходимости завышения предельной отключающей способности автоматических выключателей, рассчитанных на малый ток нагрузки, отсутствует необходимость установки аппаратов защиты с завышенным номинальным током после проверки предельной отключающей способности данного оборудования. Принцип каскадного соединения автоматических выключателей предложен большинством электротехнических компаний, что приводит к его все большему распространению.

Заключение

Применение методики каскадирования позволяет снизить отключающую способность защитного аппарата в сети с высокими значениями тока КЗ. Это, в свою очередь, позволяет существенно снизить стоимость электрооборудования проектируемой или эксплуатируемой сети. В некоторых случаях, помимо снижения стоимости аппаратов за счет снижения предельной отключающей способности, удается добиться уменьшения номинального тока и размера защитных аппаратов, и, как следствие, распределительного устройства в целом. Ввиду данных преимуществ каскадирование защитных аппаратов находит все большее распространение.

Литература

1. Капустинский, А. Ю. Каскадирование автоматических выключателей / А. Ю. Капустинский // Энергетика Беларуси-2020 [Электронный ресурс] : сборник научных работ Республиканской научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов ЭФ БНТУ (проводится в рамках 72-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ), 10 ноября 2020 г. / редкол.: Е. Г. Пономаренко, Н. В. Шведко. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 23.

2. Капустинский, А. Ю. Способы токоограничения в электрических сетях до 1 кВ = MethodsofCurrentLimitationinLowVoltage (upto 1 kV) ElectricNetworks / А. Ю. Капустинский, С. В. Константинова // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2021. – № 6. – С. 492-504.

3. Сурович, П. В. Способы токоограничения в сетях до 1 кВ = Methods of short circuit current limitation in a low voltage grid / П. В. Сурович ; науч. рук. А. Ю. Капустинский // Актуальные проблемы энергетики [Электронный ресурс] :

материалы 77-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, апрель 2021 г. / редкол.: Е. Г. Пономаренко [и др.] ; сост. Т. Е. Жуковская. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 66-70.

4. Техническая коллекция SchneiderElectric. Выпуск 4. Координация защитнизкого напряжения [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://profsector.com/media/catalogs/566c7b0888ff0.pdf>. Дата доступа: 15.04.2022 г.