

Селективность между модульными автоматическими выключателями

Что общего у крупного центра обработки данных и небольшой серверной, у морской нефтяной платформы и энергодиспетчерского пункта на железной дороге, у городской поликлиники и банка? Все эти объекты относятся к потребителям I и особой категории электроснабжения и поэтому должны отвечать самым высоким требованиям к уровню электрической стабильности.

Достичь бесперебойной и качественной работы энергоустановок информационных систем, сервисов безопасности и контроля доступа и пр. можно только при условии реализации полной селективности на всех уровнях распределения. Данное утверждение в особенности касается модульных автоматических выключателей в низковольтных распределительных щитах.

Глоссарий специалиста

Селективность – согласование работы установленных последовательно защитных аппаратов, таким образом, чтобы в случае перегрузки или короткого замыкания (к.з.) отключалась только та часть установки, где возникла неисправность.

Полная селективность – обеспечивается в случае, когда при последовательном соединении двух автоматических выключателей оборудование со стороны нагрузки (потребителя) осуществляет защиту без срабатывания устройства со стороны питания.

Частичная селективность – отличается от полной тем, что оборудование со стороны нагрузки осуществляет защиту без срабатывания устройства со стороны питания лишь до определённого уровня сверхтока I_s (предельный ток селективности).

Зона перегрузки – диапазон значений тока, в котором за срабатывание отвечает тепловой расцепитель (биметаллическая пластина). Представляет собой обратнозависимую характеристику.

Зона короткого замыкания – диапазон значений тока, в котором за срабатывание отвечает электромагнитный расцепитель. Обеспечивает практически мгновенное срабатывание.

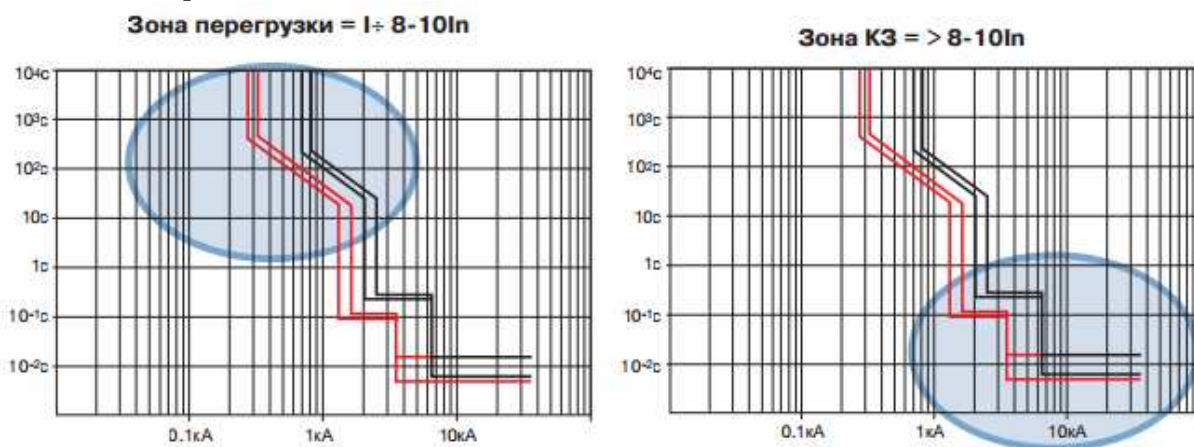


Рис. 1. Зона перегрузки и зона короткого замыкания.

Полная селективность между модульными автоматическими выключателями

Как правило, специалисты решают задачу согласования рабочих характеристик модульных автоматических выключателей со стороны питания и нагрузки, используя токовый метод. Он основан на выборе аппаратов защиты с разными уставками по току, причём более высокие значения должно иметь оборудование на стороне питания. Для подбора автоматических выключателей используются таблицы селективности и специальное программное обеспечение. Но даже такая тщательная проработка схемы

позволяет добиться лишь частичной координации рабочих характеристик модульных автоматических выключателей. Полная селективность обеспечивается только в распределительных боксах, где расчётные токи к.з. небольшие, что на самом деле редкость. Как правило, даже в квартирных щитах достигается лишь частичная селективность. Рассмотрим такой пример – в электрическом шкафу установлены автоматические выключатели с характеристикой С. Номинальный ток вводного аппарата – 32А, устройства на отходящей линии – 16А. Нижняя граница зоны срабатывания вводного автомата $5I_n=5\cdot 32=160\text{А}$. Она же является и верхней границей срабатывания для нижестоящего автомата. Очевидно, что в данном случае полная селективность не обеспечивается.

Часто задача согласованной работы автоматических выключателей со стороны нагрузки и питания во всём диапазоне сверхтоков остаётся нерешённой, что приводит к авариям. «Не так давно в одном крупном банке из-за чайника, случайно включённого в розетку «чистых» сетей¹, и отсутствия полной селективности в распределительных шкафах были обесточены все компьютеры на этаже, что привело к потере полугодового отчёта», – рассказывает **Алексей Азаров**, начальник отдела электрических сетей и систем компании «ЭкоПрог».

До недавнего времени полную селективность можно было реализовать, установив в качестве вводного устройства в распределительном щите вместо модульного автоматического выключателя аппарат в литом корпусе. Для указанного оборудования возможны такие способы координации рабочих характеристик, как временной, энергетической и зонный². Но данное решение не всегда целесообразно, так как оно приводит к таким последствиям, как:

- ✓ удорожание проекта;
- ✓ увеличение занимаемых распределительными шкафами площадей – аппараты в литом корпусе и воздушные автоматические выключатели по своим габаритам значительно превосходят модульное оборудование;
- ✓ сложности в установке и эксплуатации (аппараты в литом корпусе оснащаются электронными расцепителями, которые нуждаются в настройке).

«Заменить модульные автоматические выключатели на аппараты защиты другого типа для инженера означает пожертвовать компактностью и единообразием технических решений, а это не всегда возможно, – утверждает **Павел Томашёв**, инженер по группе изделий компании АББ, лидера в производстве силового оборудования и технологий для электроэнергетики и автоматизации. – Специально для того, чтобы решить проблему обеспечения полной координации между модульными аппаратами защиты, наша компания разработала новый селективный автоматический выключатель серии S750DR. Данное устройство – новинка для нашей страны. Оно представляет решение для достижения согласованности рабочих характеристик, при котором невозможно одновременное отключение вышестоящего и нижестоящего аппаратов. В данном модульном автоматическом выключателе реализован дополнительный токовый путь, благодаря которому обеспечивается задержка срабатывания по времени. Линейка автоматических выключателей S750DR включает в себя аппараты от 0,5 до 63А».

Селективный модульный автоматический выключатель обеспечивает координацию рабочих характеристик аппаратов защиты независимо от напряжения сети. Такой аппарат защиты не требует дополнительного питания для замыкания/размыкания контактов и для выполнения защитной функции, поскольку устройство является электромеханическим.

¹ «Чистыми» сетями называют сети электроснабжения компьютеров и другой офисной техники, чувствительной к скачкам напряжения.

² Подробнее о различных технологиях обеспечения селективности в сетях электроснабжения можно прочитать по ссылке <http://www.elec.ru/articles/sovremennye-tehnologii-obespecheniya-selektivnosti/>

Принцип действия селективного модульного автоматического выключателя

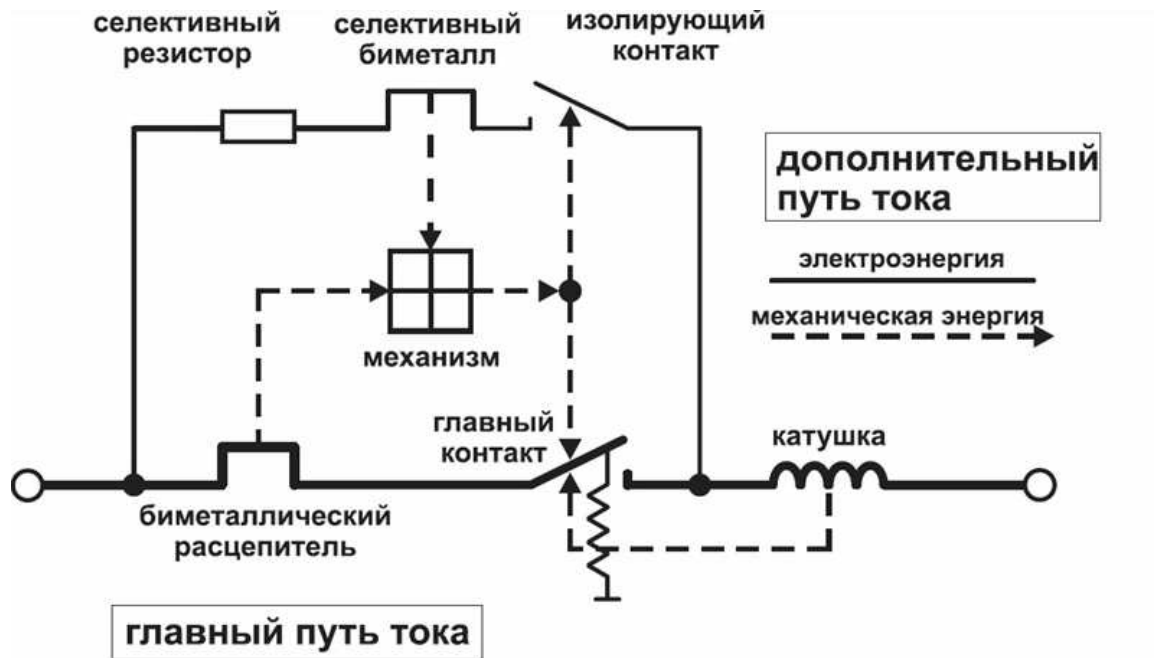


Рис. 2. Схема внутреннего устройства селективного автоматического выключателя.

Рассмотрим схему внутреннего устройства селективного модульного автоматического выключателя, представленную на рис. 1. На иллюстрации видны два токовых пути. Один из них – основной, состоит из тех же элементов, что и в обычном автоматическом выключателе: электромагнитной катушки (мгновенный расцепитель), биметаллической пластины (расцепитель перегрузки) и блока основных контактов. Второй – токовый путь, реализованный в аппаратах S750DR, получил название дополнительного. Он состоит из изолирующих контактов, селективного биметалла и резистора.

Ознакомимся с принципом действия селективного модульного автоматического выключателя на практике. В системе, где в качестве вводного устройства используется селективный модульный автоматический выключатель, а в качестве нижестоящего аппарата – обычный автомат, короткое замыкание может произойти в линии нагрузки или между вводным и отходящим устройствами.

1. Короткое замыкание в линии нагрузки

В момент аварии сработают расцепители аппарата со стороны нагрузки и основного токового пути автоматического выключателя со стороны питания. Однако при этом ток продолжит протекать по дополнительному контуру вводного устройства. Так как аппарат со стороны нагрузки сработал (например, время срабатывания автомата S200 от АББ около 5-8 мс) и отключил повреждённый участок цепи, пружина снова замкнёт блок контактов в основном пути селективного автоматического выключателя. Таким образом, обеспечивается непрерывное протекание тока и бесперебойность питания нагрузок.

2. Короткое замыкание между вводным и отходящим аппаратами защиты

В момент аварии так же, как и в предыдущем варианте, размыкаются контакты селективного аппарата. Далее, поскольку авария не устранена, селективный биметалл с небольшой задержкой по времени размыкает контакты в дополнительном токовом пути и блокирует пружину. Разомкнутыми остаются и основной, и вторичный контур, что и обеспечивает защиту от к.з.

Токоограничивающая селективность

В селективных автоматических выключателях реализована токоограничивающая селективность. Она обеспечивается за счёт конструктивных особенностей аппарата: резистора сопротивлением 0,5 Ом и способности устройства быстро размыкать контакты в случае появления к.з. (примерно за 1 мс), что приводит к возникновению между ними дуги, которая также представляет собой сопротивление. При этом осуществляется резервная защита автоматического выключателя со стороны нагрузки, что позволяет минимизировать воздействие аварии на всю установку и сети питания.

Благодаря токоограничивающей селективности можно выбирать нижестоящий автоматический выключатель с предельной отключающей способностью ниже, чем ожидаемый ток короткого замыкания. «В случае аварии вышестоящий селективный аппарат ограничит сверхтоки введением сопротивления дуги в цепь к.з. Устройство снизит протекающий ток и поможет нижестоящему модульному устройству отключить повреждение, – поясняет **Павел Томашёв** (АББ). – Таким образом, за счёт дополнительного токоограничения вышестоящего аппарата серии S750DR отключающая способность нижестоящего автоматического выключателя увеличивается».

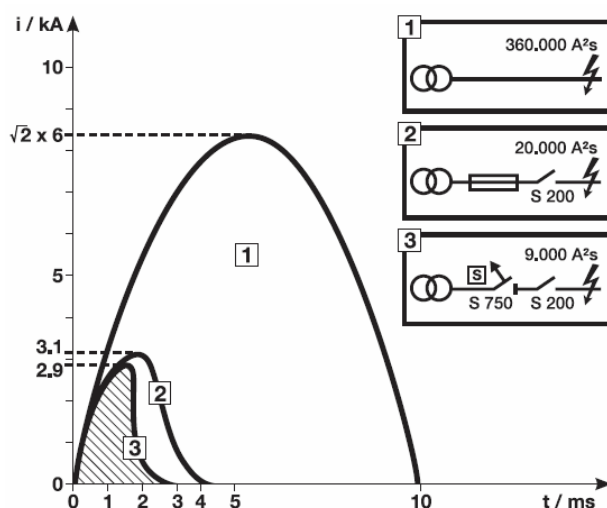


Рис. 3. Поддержка следующих за S 750 DR автоматических выключателей при коротком замыкании.

Как показано на рис. 3, независимо от номинального тока аппарата S 750 DR при коротком замыкании значительно снижаются ток к.з. и удельная пропускаемая энергия.

Инженеры-проектировщики систем электроснабжения уже успели оценить новую разработку. По словам специалистов, серия S750DR значительно упрощает процесс разработки технической документации, так как отпадает необходимость в использовании таблиц селективности и специальных программ подбора оборудования. Удобна новая разработка и с точки зрения эксплуатации – аппарат оснащён встроенной блокировочной панелью. Она позволяет фиксировать положение рычага управления, что исключает возможность доступа посторонних лиц к управлению устройством. Блокировка не влияет на защитные свойства аппарата: расцепитель сработает и предотвратит неполадки в сети, несмотря на фиксацию рычага во включённом положении.

Проектирование селективной установки – задача сложная и трудоёмкая. Подходить к её выполнению нужно ответственно: любая ошибка чревата авариями, которые могут повлечь за собой тяжёлые последствия для персонала и оборудования. Именно поэтому селективность должна обеспечиваться на разных уровнях. Современное оборудование позволяет добиться полной координации работы электрических аппаратов.