

Учет остаточного ресурса ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Всё более популярным становится ремонт силового оборудования подстанций «по состоянию». Он заключается не в плановых ремонтах электрооборудования с периодичностью, прописанной в ППР, а в момент, когда его эксплуатационный ресурс достигает определенной отметки. Этот подход становится реальным благодаря увеличению наблюдаемости объектов. Он может способствовать снижению ОПЕХ — операционных расходов при реализации проектов.

При переходе на ремонт «по состоянию» возникает необходимость правильно оценивать выработанный ресурс оборудования. Неправильный расчет может вести к слишком частым ремонтам оборудования и удорожанию данной методики ремонтов или, что еще хуже, к авариям вследствие доведения устройства до критического состояния.

Все интеллектуальные устройства релейной защиты БМРЗ производства НТЦ «Механотроника» имеют встроенный функционал расчета остаточного ресурса вакуумного или элегазового выключателя. Он основан на данных производителей высоковольтных выключателей, а также на информации, собранной в момент отключения выключателя, так как устройство релейной защиты имеет полный набор данных о параметрах данного процесса.

Паспортные характеристики выключателей содержат следующие данные:

- номинальный ток, А;
- номинальный ток отключения выключателя, А;
- ресурс по механической стойкости, циклы ВО;
- ресурс по коммутационной стойкости, циклы ВО;
- ресурс по коммутационной стойкости при 100 % номинального тока отключения, циклы ВО;
- собственное время отключения выключателя, с.

Во время наладки в устройство БМРЗ вводятся паспортные данные выключателя и его текущий ресурс — для новых выключателей он составляет 100 %.

Расчет остаточного ресурса выполняется в случае действия блока на отключение выключателя. Производится расчет максимального значения тока через выключатель в процессе отключения и длительностей протекания тока и отключения, которое считается с момента выдачи команды на выключатель. При каждом отключении остаточный ресурс выключателя снижается на рассчитанную величину выработанного ресурса.

В зависимости от максимального тока в процессе выключения и режима работы используются разные формулы расчета. Если значение тока в момент отключения не превысило номинальный ток выключателя, то выработанный коммутационный ресурс рассчитывается по следующей формуле:

$$KP = MP \cdot \left(\frac{KP I_{\text{ном}}}{MP} \right)^{\frac{I_{\text{макс}}}{I_{\text{ном}}}},$$

- где
- MP — ресурс по механической стойкости выключателя, циклы ВО;
 - $KPI_{\text{ном}}$ — ресурс по коммутационной стойкости выключателя, циклы ВО;
 - $I_{\text{макс}}$ — максимальный ток во время отключения, А;
 - $I_{\text{ном}}$ — номинальный ток выключателя, А.

За один цикл включения — отключения (ВО) значение ресурса уменьшается на $100/KP$ %.

При максимальном протекающем токе, во время отключения находящемся в пределах между номинальным током выключателя и номинальным током отключения выключателя, израсходованный ресурс считается по следующей формуле:

$$KP = KP I_{0, \text{ном}} \cdot \left(\frac{KP I_{\text{ном}}}{KP I_{0, \text{ном}}} \right)^{\frac{\ln(I_{0, \text{ном}}/I_{\text{макс}})}{\ln(I_{0, \text{ном}}/I_{\text{ном}})}},$$

- где
- $KPI_{0, \text{ном}}$ — ресурс по коммутационной стойкости при 100 % номинального тока отключения, циклы ВО;
 - $KPI_{\text{ном}}$ — ресурс по коммутационной стойкости выключателя, циклы ВО;
 - $I_{0, \text{ном}}$ — номинальный ток отключения выключателя, А;
 - $I_{\text{ном}}$ — номинальный ток выключателя, А.

Как и в прошлом случае, за один цикл включения — отключения значение ресурса уменьшается на $100/KP$ %.

Если же максимальный ток в процессе отключения превысил номинальный ток отключения выключателя, расчетный остаточный коммутационный ресурс снижается до нуля, выключатель считается выработавшим свой ресурс.

Таб. 1. Зависимость снижения ресурса выключателя от тока в момент отключения

$I_{\text{макс}}, \text{А}$	КР, Количество циклов ВО при данном токе	Снижение ресурса при данном токе, %
500	50 000	0,002
1 000	50 000	0,002
1 600	18 027	0,006
5 000	1 520	0,066
10 000	338	0,296
15 000	140	0,714
20 000	75	1,333
25 000	1	100

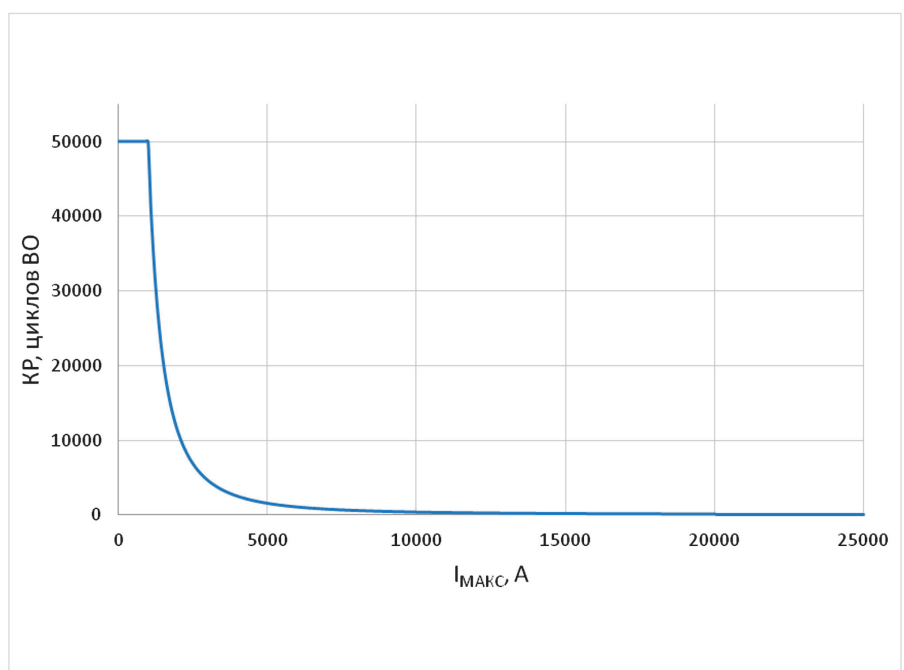


Рис. 1. Зависимость снижения ресурса выключателя от тока в момент отключения

Для примера приведем зависимость коммутационного ресурса от максимального тока в момент отключения для выключателя ВВМ-СЭЩ-3-10-20-1000 (таб. 1, рис. 1). Его паспортные данные:

- номинальный ток — 1 000 А,
- номинальный ток отключения выключателя — 20 кА,
- ресурс по механической стойкости — не менее 50 000 циклов ВО,
- ресурс по коммутационной стойкости при 100 % номинального тока отключения — 75 циклов ВО.

В руководствах по эксплуатации на выключатели различных производителей зависимость коммутационного ресурса от максимального тока отключения ($I_{\text{макс}}$, А) приведена обычно в логарифмическом виде (рис. 2).

Текущий ресурс выключателя передается по каналам АСУ (рис. 3), отображается на дисплее блока или доступен к просмотру в программном комплексе «Конфигуратор-МТ» — едином ПО для устройств НТЦ «Механотроника» с графическим редактором гибкой логики. «Конфигуратор-МТ» (ПМК — программный модуль конфигурации) позволяет работать с файлом настроек блока, как при подключении к БМРЗ, так и без подключения. Это дает возможность выполнить настройку всех необходимых функций блока на рабочем месте, в комфортных условиях. На объекте установки блока остается лишь поместить настроенный ПМК в блок БМРЗ с помощью программы «Конфигуратор-МТ».

Связь с компьютером может быть выполнена по интерфейсам USB, RS-485 или Ethernet. Порт USB, расположенный на лицевой панели блока, позволяет выполнять его настройку и считывание аварийной информации без подачи оперативного питания, поскольку питание по USB-кабелю является достаточным для работы в режиме настройки.

Начиная с версии «Конфигуратор-МТ» 1.10.37.0 в него включен модуль сервисной связи Link-MT, позволяющий задать и хранить настройки подключения к устройствам для дальнейшего подключения к ним, причем возможно подключиться к нескольким устройствам одновременно. Если в сеть объединено много устройств, то проще хранить настройки подключения для каждого устройства в одном приложении. При формировании проекта сервисной связи параметры подключения могут храниться как в виде отдельных блоков с заданными им названиями, так и в виде мнемосхемы. Причем проект мнемосхемы не обязательно создавать с нуля, поддерживается тот же самый формат что и в WebScada-MT. То есть можно взять уже готовый проект, созданный для системы АСУТП. Если готового проекта нет, то его легко создать благодаря встроенному редактору мнемосхем обладающему обширным функционалом и большой библиотекой готовых элементов.

Уже разработано несколько стандартов, предполагающих ремонт первичного оборудования на основе мониторинга его состояния, и видна тенденция дальнейшего развития данного направления для различных видов оборудования. Это обосновано возросшими возможностями цифровых устройств

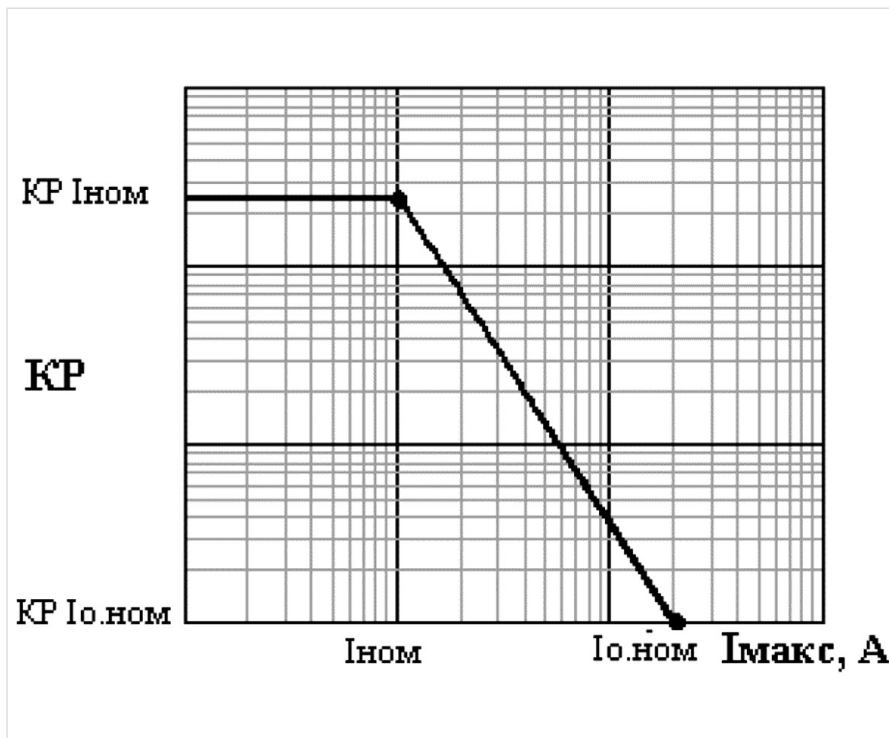


Рис. 2. Выдержка из руководства по эксплуатации: коммутационный ресурс

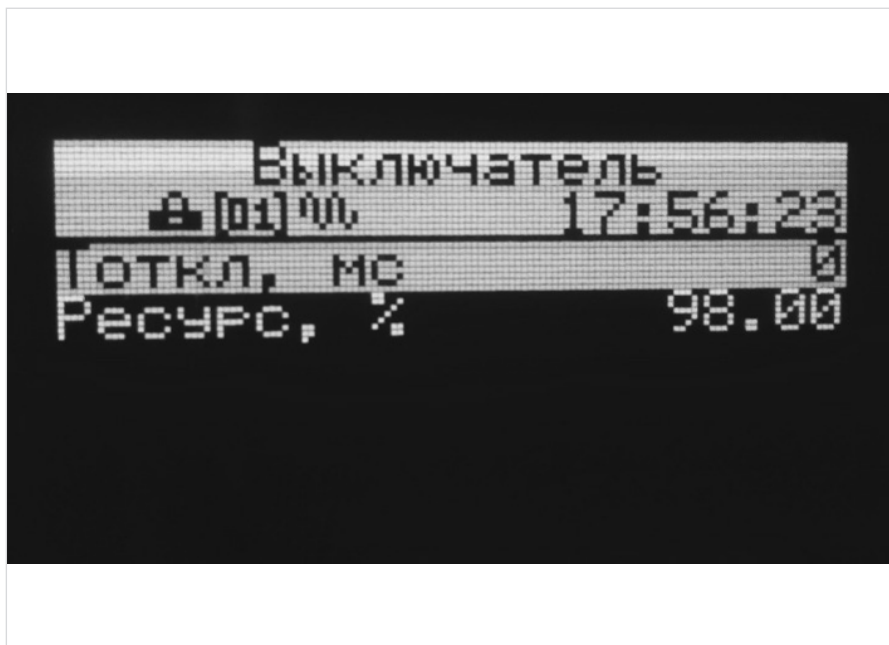


Рис. 3. Отображение оставшегося ресурса выключателя с экрана устройств БМРЗ

на энергетических объектах, трендом к обшей цифровизации, которая подразумевает повышение наблюдаемости на объекте.

Использование встроенной в интеллектуальные устройства релейной защиты БМРЗ функции мониторинга остаточного ресурса выключателя ведет к снижению эксплуатационных ресурсов без дополнительных вложений, так как не требуется установка отдельного устройства.

Параметрирование данного функционала легко осуществить прямо с дисплея устройства или через программный комплекс «Конфигуратор-МТ». Точность данного

метода расчета остаточного ресурса выключателя позволяет использовать его данные для ремонта «по состоянию». Данные о ресурсе передаются по любому каналу в АСУ, что способствует экономии средств за счет удаленного мониторинга оборудования.



ООО «НТЦ «Механотроника»
Санкт-Петербург
8-800-250-63-60
www.mtrele.ru