

*Г.А. Кигель, А.В. Рухлов, кандидаты техн. наук,
Н.Ю. Рухлова*

(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ НА ИХ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Постановка задачи. Рост мощностей электрооборудования постепенно приводит к увеличению длительности протекания больших токов, что в значительной степени влияет на показатели надежности работы электрооборудования систем электроснабжения. Надежность работы энергосистемы в первую очередь зависит от основного электрооборудования, т.е. его технического состояния, которое напрямую связано со сроком эксплуатации [1].

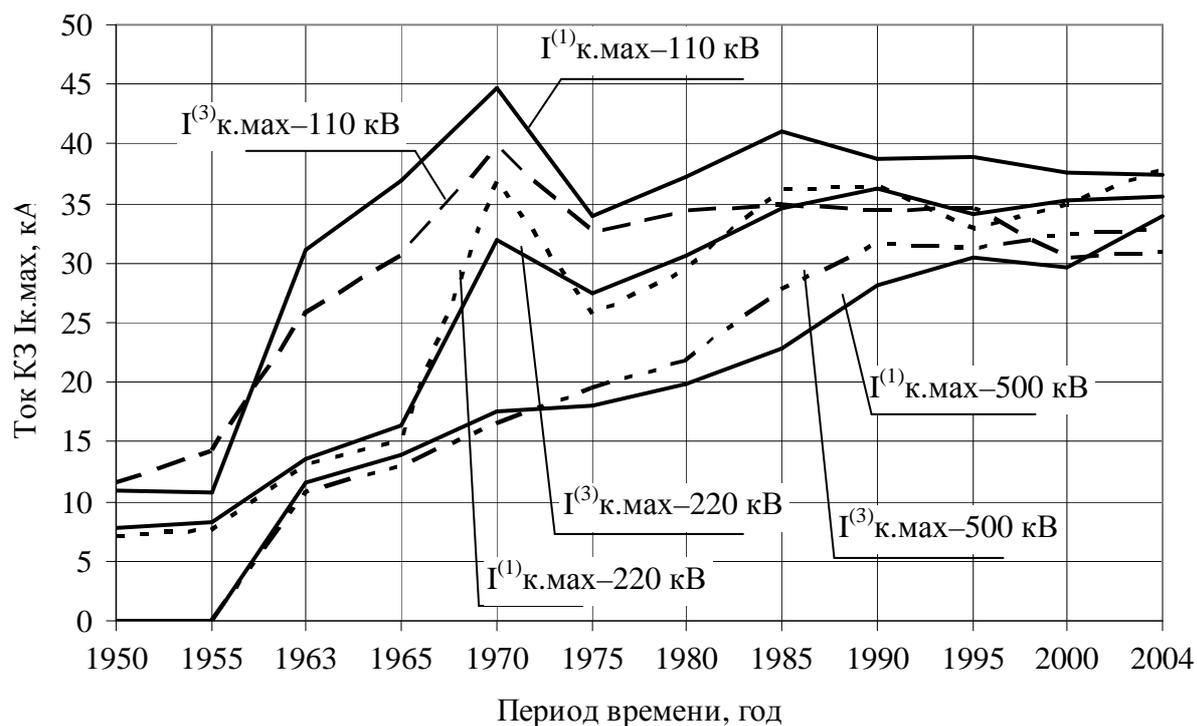
Коммутационные аппараты, относящиеся к основному электрооборудованию энергосистемы, являются наиболее сложными с точки зрения надежности объектами электрических сетей. Как показывают исследования, в значительно большей степени имеют место повреждения коммутационных аппаратов, чем других видов электрооборудования. Большое влияние на показатели надежности электрических сетей оказывают не только выключатели, но и разъединители (число последних в 2,5-4 раза больше), учитывая значительный рост их износа в процессе эксплуатации и невысокую надежность их работы.

В этой связи **цель** данной работы – оценка технического состояния разъединителей, срок службы которых больше нормированного.

Изложение основного материала. По результатам исследований [2] установлено, что основными причинами отказов разъединителей являются:

- низкое качество фарфоровых опорных изоляторов;
- недостаточная надежность контактов;
- несовершенная конструкция и низкое качество изготовления деталей и узлов кинематической передачи;
- несовершенная конструкция и низкое качество переключающих устройств электромагнитных блокировок;
- отсутствие постоянного подогрева шкафов управления и, как следствие, конденсация в них влаги;
- недостатки монтажа, эксплуатации и ремонтов. Все типы отечественных разъединителей комплектуются опорными фарфоровыми изоляторами низкого качества.

Ввиду того, что основное развитие электроэнергетики пришлось на 50–60-е годы прошлого столетия, основной фонд электрооборудования является изношенным, а постепенно растущие единичные мощности генерирующих агрегатов, электростанций, подстанций и энергосистем, развивающиеся сети среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжений приводят к росту уровня токов короткого замыкания (КЗ), что отображено на рисунке.



Уровень изменения токов КЗ энергосистемы

Нагрузочная способность, динамическая и термическая стойкость установленных разъединителей не позволяют в ряде случаев без применения специальных мер по ограничению токов пропускать требуемую мощность. Существуют некоторые способы ограничения токов КЗ [3]:

- схемные решения на стадии проектирования;
- стационарное и автоматическое деление существующей сети при эксплуатации;
- применение токоограничивающих устройств различного типа;
- использование для ограничения токов КЗ на землю токоограничивающих реакторов и резисторов, включаемых в нейтрали трансформаторов и автотрансформаторов связи, а также частичное разземление их нейтралей.

У всех этих мероприятий свои достоинства и недостатки, связанные как с дополнительными капитальными затратами, так и с нарушениями естественного потокораспределения активной мощности. Однако применение этих методов является необходимой мерой при возможности сохранения работоспособности работающих разъединителей. В противном случае возникает необходимость замены до 50% существующего коммутационного оборудования. В сетях различного напряжения уровень токов КЗ в той или иной степени непрерывно возрастает, поэтому возникает проблема несоответствия номинальных параметров разъединителя существующим или ожидаемым уровням токов КЗ.

Возможность сохранения работоспособных разъединителей в работе может быть достигнута также при использовании одного из следующих способов:

- установка новых разъединителей с требуемыми техническими характеристиками;
- использование предельных параметров установленных разъединителей;

- повышение параметров разъединителей путем модернизации отдельных узлов конструкции.

Установка новых разъединителей считается наиболее простым способом, но требует значительного увеличения капиталовложений и обычно используется только при положительном технико-экономическом обосновании. Второй способ решается индивидуально применительно к конкретным типам коммутационных аппаратов в зависимости от условий их эксплуатации и тесно связан с третьим способом, когда при определении предельных параметров вскрываются наиболее слабые места в конструкции и определяется возможность их модернизации [4].

Основными элементами конструкции разъединителя, ограничивающими увеличение номинального тока и устойчивости к сквозным токам КЗ, являются: контактная система, гибкие связи и колонки опорных изоляторов. В процессе отключения цепи разъединителями между контактами коммутирующего аппарата возникает дуговой разряд, приводящий к оплавлению и испарению металла контактов. Степень износа контактов за одну операцию зависит от величины тока дуги, длительности ее горения, от материала контактов и конструктивных особенностей аппарата. Общий износ контактов обычно находится в прямой зависимости от числа операций, выполняемых аппаратом. Опытные данные учитывают полный износ под влиянием дуги, а не только объем, унесенный за счет испарения. При этом часть металла при воздействии дуги расходуется за счет выброса его в виде жидкости (разбрызгивания) [5].

Разъединитель теоретически устойчив при токах КЗ не выше его паспортных значений, так как свыше этих токов, хотя температура нагрева элементов конструкции и не превышает допустимой, происходит отброс контактов, выброс расплавленного металла и сваривание контактов. При токах КЗ в 1,5 раза превышающих паспортные значения, происходит полное разрушение контактной системы и недопустимый нагрев гибких связей. При этом температура нагрева разъединителя не превышает допустимой.

При воздействии на разъединитель сквозных токов КЗ электродинамической стойкости наблюдаются упругие деформации изоляторов, как в продольном, так и в поперечном направлениях и их кручении в сторону отключения разъединителя. При токах КЗ в 2,5 раза и более превышающих паспортные значения, происходит отклонение верхних головок колонки изоляторов как в поперечном, так и в продольном направлении, а при токах КЗ в 4,5 раза и более превышающих паспортные значения, происходит выдергивание ножа в продольном направлении до полного разрыва цепи разъединителя, оплавление и выгорание металла ламелей ножа, а также разрушение нижних изоляторов.

При модернизации отдельных узлов конструкции разъединителя можно добиться повышения электродинамической и электротермической стойкости к токам КЗ. Например, при увеличении сечения гибких связей снижается уровень превышения температуры на этих элементах при токах КЗ. При замене колонок изоляторов с низшим на более высокое напряжение уменьшается отклонение изоляторов, вследствие чего снижается вероятность выдергивания ножей разъединителя при токах КЗ. Нагрузочную способность контактной системы разъе-

динителя можно увеличить путем замены существующих пар ламелей с меньшего на большее количество с необходимым сечением, что определяется эмпирическим путем в связи с неравномерностью распределения нагрузки на каждой из пар ламелей.

Ухудшение технических параметров разъединителей может привести к распространению аварий в аварийных режимах на более крупные участки системы электроснабжения, что намного затрудняет процесс ее локализации и увеличивает уровень затрат на восстановительный ремонт.

Выводы:

1. Уровень отключаемых токов КЗ, который имеет тенденцию постоянного роста, оказывает большое влияние на техническое состояние разъединителей, эксплуатируемых на протяжении 20-40 лет, вызывая тем самым определенные сложности в согласовании работы существующего коммутационного оборудования уровням токов КЗ.

2. В связи с требованиями обеспечения надежной работы энергосистемы, эксплуатация изношенного коммутационного оборудования влечет за собой необходимость осуществления постоянного контроля за его техническим состоянием, что требует перехода от существующей системы ремонтов к системе ремонта и обследования оборудования по его состоянию.

3. Наиболее важную роль в процессе износа контактов коммутационного оборудования играет дуговой разряд, возникающий в процессе отключения цепи при рабочих режимах и при воздействии токов КЗ, приводящий к оплавлению и испарению металла контактов, что оказывает существенное влияние уровень отключающей способности коммутационного аппарата.

4. Модернизация отдельных узлов конструкции позволяет повысить технические параметры разъединителей на 20-40%, что обеспечит поддержание необходимого уровня надежности работы энергосистемы с использованием существующего коммутационного оборудования.

Список литературы

1. Эксплуатація електроустановок: Навч. посібник / Г.Г. Півняк, А.В. Журахівський, Г.А. Кігель та ін.; За ред. акад. НАН України Г.Г. Півняка. – Д.: Національний гірничий університет, 2005. – 445 с.
2. Савваитов Д.С., Тимашова Л.В. Техническое состояние основного оборудования подстанций и ВЛ и мероприятия по повышению надежности // Новини енергетики. – 2005. – № 3. – С. 41-46.
3. О проблеме координации уровней токов короткого замыкания в энергосистемах / К.М. Антипов, А.А. Востросаблин, В.В. Жуков и др. // Электрические станции. – 2005. – № 4. – С. 19-31.
4. Повышение нагрузочной способности и стойкости токам короткого замыкания разъединителя РЛНДЗ-220/1000 / Р.В. Базыкин, В.А. Кухтиков, Т.И. Чуприкова и др. // Электрические станции. – 1980. – № 3. – С. 57-61.
5. Буткевич Г.В. Дуговые процессы при коммутации электрических цепей. – М.: Высш. шк., 1967. – 152 с.