



ЭМЗ | Электромашиностроительный
завод

Особенности конструкции дугогасящих реакторов производства ООО «Электромашиностроительный завод»

Ведущий инженер-конструктор
Д.Л. Негода
Инженер-конструктор
М.С. Агарков

© 2012 «ЭМЗ»



ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод

Общие вопросы применения дугогасящих реакторов

В связи с интенсивным развитием электроэнергетики России происходит рост протяжённости и плотности распределительных сетей, а также ужесточение требований к надёжности электроснабжения потребителей. Широко известен факт, что в электрических сетях 6-35 кВ наиболее распространённым видом повреждений (75% от общего числа нарушений в работе) являются однофазные замыкания на «землю». В силовой электроэнергетике одним из основных способов классификации линий электропередач (ЛЭП) является классификация по способу заземления нейтрали. Это достаточно важная характеристика, так как она определяет:

- ток в месте повреждения и перенапряжения на неповреждённых фазах при однофазном замыкании;
- схему построения релейной защиты от замыканий на землю;
- уровень изоляции электрооборудования;
- выбор аппаратов для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений (ограничителей перенапряжений);
- бесперебойность электроснабжения;
- допустимое сопротивление контура заземления подстанции;
- безопасность персонала и электрооборудования при однофазных замыканиях.



ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод

Нейтраль, заземлённая через дугогасящий реактор

Сеть с дугогасящими катушками называют сетью с компенсацией ёмкостного тока. Нейтрали части трансформаторов в такой системе заземляются через настроенные индуктивности – регулируемые катушки со стальным сердечником. В месте однофазного замыкания на землю одновременно проходят ток сети, ёмкостной ток и небольшой активный ток, обусловленный утечками по изоляторам, потерями на корону в воздушных линиях и диэлектрическими потерями в кабелях. При применении в воздушных линиях дугогасящие реакторы зачастую позволяют восстановиться диэлектрическим свойствам изоляции после первого однофазного замыкания на землю и, таким образом исключить дальнейшее развитие аварии.

В России режим заземления нейтрали через дугогасящий реактор применяется в основном в разветвлённых кабельных сетях с большими ёмкостными токами. Кабельная изоляция в отличие от воздушной не является самовосстанавливающейся. Поэтому, однажды возникнув, повреждение не устранится, даже несмотря на практически полную компенсацию (отсутствие) тока в месте повреждения.

В последние десятилетия сети 6-10 кВ разрослись, а мощность компенсирующих устройств на подстанциях осталась той же, соответственно значительная доля сетей среднего напряжения сейчас работает с существенной недокомпенсацией. Это ведёт к исчезновению всех положительных свойств сетей с компенсированной нейтралью и, следовательно, приводит к необходимости замены устаревшего оборудования.

При соответствующем выборе тока компенсации (мощности реактора и точности его настройки) ёмкостной ток однофазного короткого замыкания на землю может быть полностью скомпенсирован индуктивным током ДГР. Это в свою очередь позволяет полностью ликвидировать все неблагоприятные явления, связанные с однофазными КЗ на землю.



ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод

Основные проблемы, возникающие при эксплуатации дугогасящих реакторов

- 1) Ненадёжная работа датчиков крайних положений, выполненных на основе концевых выключателей и штока, прикрепленного к подвижному стержню.**

При эксплуатации дугогасящих реакторов плунжерного типа в условиях многократных циклов перемещений плунжера происходит увеличение механических зазоров и появление люфтов. Это приводит к возникновению ситуаций, при которых шток ненадёжно контактирует своей опорной площадкой с конечными выключателями, что приводит к превышению допустимого диапазона механического перемещения плунжера и, как следствие, к заклиниванию механической части ДГР. В дополнение к этому сама конструкция большинства концевых выключателей отечественного производства крайне критична к воздействию неравномерного механического нажатия.



ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод

2) Повышенный износ и заедание механического привода плунжера.

Используемые в отечественных конструкциях ДГР исполнительные механизмы в виде винта и гайки с трапецеидальной резьбой не обеспечивают должного уровня надёжности. Преобразование вращательного движения винта в поступательное движение гаек с использованием трения скольжения сопряжено с повышенным износом.

Это усугубляется использованием материалов не предназначенных для машиностроения, но удовлетворяющих требованиям работы в условии высоких электромагнитных нагрузок (например немагнитная сталь 12Х18Н10Т).

Сопутствующим недостатком указанного является загрязнение трансформаторного масла продуктами износа в узле винт-гайка. Это увеличивает эксплуатационные затраты, связанные с необходимостью поддержания параметров трансформаторного масла на должном уровне.



ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод

3) Недостаточно высокая надёжность маслоохладителей.

Применяемые рядом производителей трубчатые маслоохладители имеют низкую надёжность при длительной эксплуатации в условиях резкого перепада температур и давлений. Нарушение целостности сварных соединений приводит к появлению утечек масла с вероятностью возникновения аварийных режимов (перегрева) и отключения ДГР.



ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод

Применение новых конструктивных решений – основа конкурентного преимущества ДГР производства ООО «Электромашиностроительный завод»





ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод

Механическая часть – залог надёжности и долговечности

1) Применение качественно нового типа механической передачи

Мы устанавливаем механическую часть производства Bosch Rexroth (Германия). Данное оборудование производится уже более 10 лет и наиболее частое применение находит в высокоточном роботизированном машиностроении. Применение модулей Bosch Rexroth позволяет обеспечить высокую точность и долговечность за счёт применения качественно нового для ДГР типа механической передачи – Шарико-Винтовой Пары (ШВП), в основе которой лежит трение качения, а не трение скольжения.

2) Объединение всех механических элементов в единую систему

Стандартное модульное исполнение приводного вала (винт), гайки, направляющих и датчиков конечных положений обеспечивает высокую точность работы, установки зазора и безотказность системы сигнализации.

3) Установка интегрированных датчиков конечных положений

Датчики конечных положений устанавливаются непосредственно в корпус линейного модуля, что обеспечивает их гарантированное срабатывание.

4) Дублирование системы сигнализации крайних положений

Применяемые электромеханические приводы комплектуются поворотными механическими датчиками крайних положений. Таким образом, защитная сигнализации предельных положений плунжера обеспечивается двумя взаимонезависимыми системами: интегрированными в линейный модуль концевыми выключателями и многооборотными датчиками в приводе. Надёжность такой системы вместе с системой управления ДРГ значительно повышается.

5) Использование современных материалов и конструкции профилей

Применяемые профили направляющих позволяют обеспечить максимальную механическую жёсткость и прочность при минимальных габаритах и массе.

6) Активная часть с одним подвижным стержнем позволяет значительно снизить электромагнитные усилия на механический узел винт-гайка.

При протекании по основной обмотке ДГР тока компенсации в магнитопроводе, в частности и в подвижных стержнях, возникают электромагнитные усилия, стремящиеся уменьшить зазор между плунжерами. Если подвижных стержня два, то на приводной винт и гайки действуют встречные силы притяжения. Это приводит к неравномерному износу резьбы винта и, как следствие, уменьшению точности установки зазора. В нашей конструкции с одним подвижным стержнем мы используем механическую часть с одной гайкой (с преднатягом), что позволяет полностью избежать заклинивание из-за нарушения позиционирования гаек, вследствие возникновения люфтов.

Линейный модуль с Шарико-Винтовой Парой (ШВП) и интегрированными датчиками крайних положений



ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод



www.e-m-z.ru

*Материалы взяты из каталога «Compact Modules with ball screw drive and toothed belt drive», №R310EN 2602 (2007.02) Rexroth Bosch Group



ЭМЗ

Электромашиностроительный
завод

Спасибо за внимание

www.e-m-z.ru