



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, прикреплённого 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.**

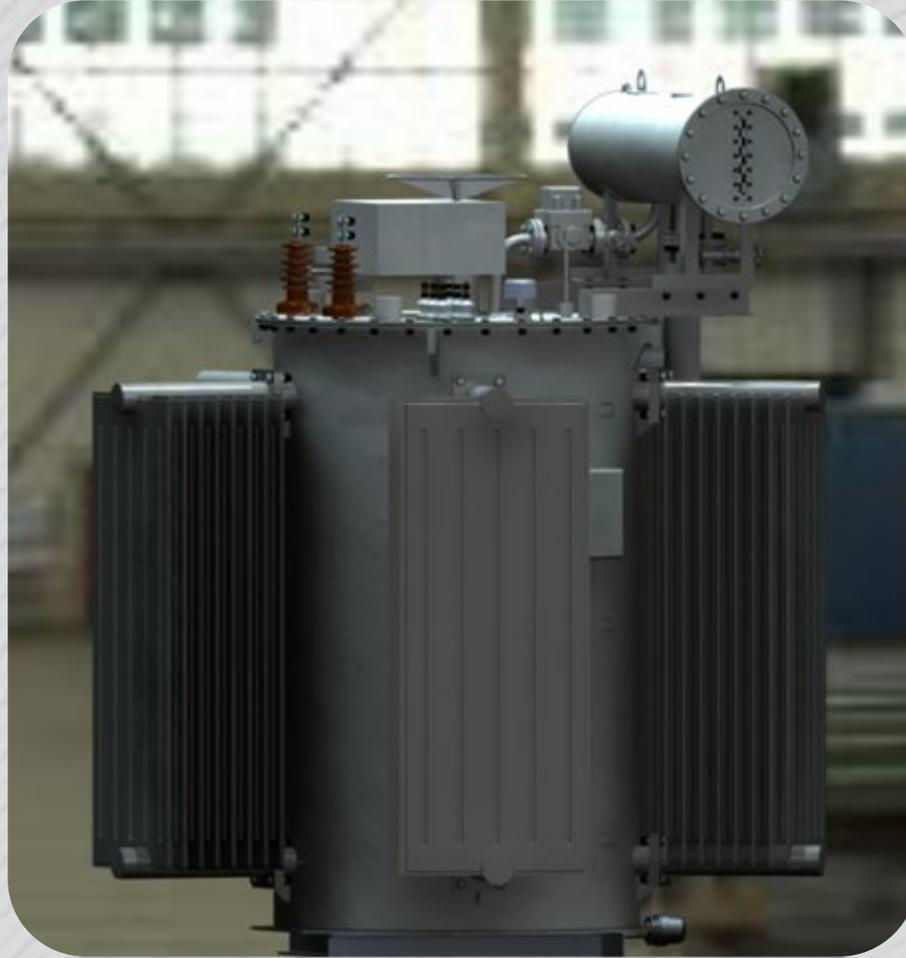
Применяемые рядом производителей трубчатые маслоохладители имеют низкую надёжность при длительной эксплуатации в условиях резкого перепада температур и давлений. Нарушение целостности сварных соединений приводит к появлению утечек масла с вероятностью возникновению аварийных режимов (перегрева) и отключения 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](http://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](http://www.e-m-z.ru)