

Учредитель: Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Главный редактор
КАНТОВИЧ Л.И.

Зам. гл. редактора
ИВАНОВ С.Л.
ЛАГУНОВА Ю.А.

Редакционный совет:

КОЗОВОЙ Г.И.
(сопредседатель)
ТРУБЕЦКОЙ К.Н.
(сопредседатель)
АНТОНОВ Б.И.
ГАЛКИН В.А.
КОЗЯРУК А.Е.
КОСАРЕВ Н.П.
МЕРЗЛЯКОВ В.Г.
НЕСТЕРОВ В.И.
ЧЕРВЯКОВ С.А.

Редакционная коллегия:

АНДРЕЕВА Л.И.
ГАЛКИН В.И.
ГЛЕБОВ А.В.
ЕГОРОВ А.Н.
ЕДЫГЕНОВ Е.К.
ЖАБИН А.Б.
ЗЫРЯНОВ И.В.
КАРТАВЫЙ Н.Г.
КРАСНИКОВ Ю.Д.
КУЛАГИН В.П.
МАХОВИКОВ Б.С.
МИКИТЧЕНКО А.Я.
МЫШЛЯЕВ Б.К.
ПЕВЗНЕР Л.Д.
ПЛЮТОВ Ю.А.
ПОДЭРНИ Р.Ю.
САВЧЕНКО А.Я.
САМОЛАЗОВ А.В.
СЕМЕНОВ В.В.
СТАДНИК Н.И.
СТРАБЫКИН Н.Н.
ХАЗАНОВИЧ Г.Ш.
ХОРЕШОК А.А.
ЮНГМЕЙСТЕР Д.А.

Редакция:

БЕЛЯНИНА О.В.
ДАНИЛИНА И.С.

Телефоны редакции:

(499) 269-53-97, 269-55-10

Факс (499) 269-55-10

E-mail: gma@novtex.ru

<http://novtex.ru/gormash>

СОДЕРЖАНИЕ

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Гуляев В.Г., Китаева С.А. Повышение технического уровня насосных агрегатов для систем гидропривода механизированных крепей 2

Хорешок А.А., Цехин А.М., Кузнецов В.В., Борисов А.Ю., Крестовоздвиженский П.Д. Опыт эксплуатации рабочего инструмента исполнительных органов горных машин на шахтах Кузбасса 8

Мазин С.В., Потапов М.А. Пеногрунтовая компенсация давления в забое тоннелепроходческого щита, ее контроль и прогноз 12

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Шемякин С.А., Иванченко С.И., Чебан А.Ю., Матвеев Д.Н., Белов В.Е. Скреперы для работы по послойно-полосовым технологиям 17

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Асаенко В.В. Оценка усталостной долговечности обечайки приводного барабана ленточного конвейера 22

Горбатов П.А., Лысенко Н.М., Перинский М.В. Методы прогнозирования максимальных нагрузок в подсистемах привода исполнительных органов очистных комбайнов 28

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА. АВТОМАТИЗАЦИЯ

Дробкин Б.З., Емельянов А.П., Козярук А.Е., Свириденко А.О. Высокодинамичные энергоэффективные электроприводы горных машин 34

Мальчер М.А., Аникин А.С. Проблемы внедрения частотного регулирования в горно-добывающей отрасли 40

Павленко С.В. Повышение эффективности функционирования электротехнических систем карьерных экскаваторов 47

Кузьмин С.В., Майнагашев Р.А., Гаврилова Е.В., Немков С.В. Опыт эксплуатации средств защиты от коммутационных перенапряжений в системах электроснабжения 6 кВ горных предприятий 53

ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Захаров Ю.Н., Щерба Т.П. Исследование эффективности работы шнекового исполнительного органа очистного комбайна 55

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, и входит в систему Российского индекса научного цитирования.

С.В. Кузьмин, канд. техн. наук, **Р.А. Майнагашев**, **Е.В. Гаврилова**, СФУ, г. Красноярск, **С.В. Немков**, гл. энергетик, Рудник горно-обогатительного производства, ОАО "Магнитогорский металлургический комбинат"

E-mail: rutas2004@list.ru

Опыт эксплуатации средств защиты от коммутационных перенапряжений в системах электроснабжения 6 кВ горных предприятий

На примере систем электроснабжения 6 кВ угольных разрезов выполнен анализ эффективности средств защиты от коммутационных перенапряжений таких, как нелинейные ограничители перенапряжений и RC-гасители.

Показано, что для обеспечения надежной защиты высоковольтных электродвигателей от коммутационных перенапряжений необходимо использовать трехфазные RC-гасители типа RC-6,6-0,25/50-УХЛ1.

Ключевые слова: угольные разрезы, железорудные карьеры, эксплуатация, система электроснабжения, электродвигатель, коммутационные перенапряжения, средства защиты.

S.V. Kuzmin, R.A. Mainagashiev, E.V. Gavrilova, S.V. Nemkov

The Experience of Operating the Protection Means against the Commutation Overvoltage in the Systems of Supplying Mining Companies with 6 kV Electric Power

Using the systems of supplying mining companies with 6 kV electric power, there was analyzed the efficiency of the protection means against the commutation overvoltage, such as non-linear overvoltage limiters and RC circuits.

It is shown that to provide reliable protection of high-voltage electric motors against the commutation overvoltage, it is necessary to use the three-phase RC circuits of the type RC-6,6-0,25/50-YXL1.

Keywords: mining companies, operation, power supply system, electric motor, commutation overvoltage, protection means.

С широким внедрением вакуумных выключателей в системах электроснабжения 6...10 кВ горных предприятий обострилась проблема, связанная с эффективным ограничением коммутационных перенапряжений.

Угольные разрезы и железорудные карьеры наиболее остро ощутили данную проблему. Например, на угольных разрезах "Бородинский", "Березовский", "Переясловский", расположенных в Красноярском крае, с внедрением вакуумных выключателей аварийность высоковольтных электродвигателей возросла в 2,8 раза, а электрический пробой разделок кабелей происходит чаще в 3,2 раза, что негативно отразилось на объемах выпускаемой продукции.

Высокая аварийность высоковольтных электродвигателей и кабельных линий связана не только с коммутационными перенапряжениями, но и с тяжелыми условиями эксплуатации электродвигателей и кабельных линий: высокой влажностью и запыленностью, резкими перепадами температуры окружающей среды, частыми пусками электродвигателей и постоянной вибрацией. Указанные факторы негативно

влияют на диэлектрическую прочность изоляции статорных обмоток электродвигателей и разделок кабелей.

Анализ аварийности за 2002–2009 гг. показывает, что наиболее повреждаемым элементом является разделка кабеля, предназначенная для подключения кабеля к статорной обмотке электродвигателя. На долю кабельных разделок приходится около 63 % аварийных отключений электродвигателей. На электродвигатели мощностью до 400 кВт приходится 52 % аварийных отключений, связанных с электрическим пробоем изоляции статора, а у электродвигателей мощностью от 400 до 800 кВт аварийные отключения наблюдались в 35 случаях из 100. Наименее поврежденными оказались электродвигатели мощностью свыше 800 кВт, так как на их долю приходится 18 % аварийных отключений. Подобная закономерность связана с тем, что с увеличением мощности электродвигателей уменьшается индуктивность обмоток, а следовательно, снижается и кратность коммутационных перенапряжений на зажимах электродвигателей [1].

Измерения коммутационных перенапряжений, выполненные на реальных объектах, показали, что при коммутации электродвигателей вакуумными выключателями кратность коммутационных перенапряжений на зажимах асинхронных электродвигателей мощностью 250...1250 кВт изменяется от 6,5 до 5,5. Для синхронных электродвигателей аналогичной мощности кратность коммутационных перенапряжений находится в диапазоне 7,4...4,7. Очевидно, что подобный уровень коммутационных перенапряжений может вызывать пробой ослабленной изоляции статорных обмоток электродвигателей.

В период с 2002 по 2005 г. для защиты электродвигателей от коммутационных перенапряжений на угольных разрезах и железорудных карьерах использовались нелинейные ограничители перенапряжений ОПН-К/TEL-6, выпускаемые ОАО "Таврида-электрик" (г. Москва) и ОПН-6/6,5-10(1) УХЛ2, выпускаемые ОАО "Феникс-88" (г. Новосибирск).

Нелинейные ограничители перенапряжений были установлены в ячейках с вакуумными выключателями, а длина кабельных линий, связывающих электродвигатель с ячейкой выключателя, не превышала 10 м.

Опыт эксплуатации нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН) в системах электроснабжения 6 кВ горных предприятий показал, что использование ОПН для защиты высоковольтных электродвигателей не привело к снижению аварийности электродвигателей. Кроме этого, наблюдалось частое термическое разрушение ОПН в режиме однофазного замыкания на землю. Например, из 23 трехфазных комплектов ОПН, установленных для защиты электродвигателей на разрезе "Бородинский", через 2,5 месяца работоспособными остались только 4 комплекта.

На рис. 1 (см. 3-ю стр. обложки) показано характерное термическое разрушение ОПН в режиме ОЗЗ.

Учитывая низкую эффективность ОПН, с 2006 г. на горных предприятиях для защиты электродвигателей от коммутационных перенапряжений используются трехфазные RC-гасители типа RC-6,6-0,25/50-УХЛ1. В настоящее время на разрезе "Бородинский" и "Березовский 1" эксплуатируются 32 трехфазных RC-гасителя. Трехфазные RC-гасители располагались в непосредственной близости от электродвигателей. Максимальное удаление RC-гасителей от объекта защиты не превышало 10 м.

Опыт использования RC-гасителей показал, что у 32 электродвигателей, которые эксплуатируются совместно с RC-гасителями, за период 2006–2009 гг. не наблюдалось электрических пробоев изоляции статорных обмоток. Это указывает на высокую эффективность RC-гасителей. Выходов из строя RC-гасителей в режиме ОЗЗ зафиксировано не было.

Действие устройства основано на ограничении амплитуды перенапряжений за счет уменьшения волнового сопротивления защищаемого объекта с помощью емкости и устранения многократных повторных зажиганий дуги в выключателе с помощью активного сопротивления [2].

Трехфазный RC-гаситель состоит из трех однофазных RC-гасителей, соединенных в звезду с изолированной нейтральной точкой, помещенных в пыле- и гонепроницаемый, искробезопасный корпус со степенью защиты IP-54. Внешний вид RC-гасителя типа RC-6,6-0,25/50-УХЛ1 показан на рис. 2 (см. 3-ю стр. обложки).

Использование схемы соединения "звезда с изолированной нейтральной точкой" позволяет исключить влияние емкости RC-гасителя на величину и характер тока ОЗЗ.

Основные технические характеристики трехфазных RC-гасителей типа RC-6,6-0,25/50-УХЛ1 приведены ниже.

Номинальное напряжение, кВ	6,6
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	11
Уровень ограничения коммутационных перенапряжений	$(1,5...1,7) U_N$
Масса, кг	25
Срок службы, лет, не менее	25

Уровень ограничения коммутационных перенапряжений величиной $1,7U_N$ соответствует электродвигателям, мощность которых менее 400 кВт, а уровень $1,5U_N$ – электродвигателям мощностью более 800 кВт.

Трехфазные RC-гасители допускается эксплуатировать при следующих условиях:

в районах с умеренным и холодным климатом, в закрытых помещениях и на открытом воздухе, при температуре окружающей среды от -45 до $+55$ °С;

среднегодовом значении относительной влажности воздуха не выше 80 % при температуре $+15$ °С;

на открытых горных работах и в помещениях с повышенной запыленностью таких, как пылеугольные отделения ТЭЦ, ГРЭС, дробильные отделения обогательных фабрик и цементных заводов и т.д.;

высоте над уровнем моря до 1400 м; допустимых вибрациях с ускорением до 3g в диапазоне частот 0,5...15 кГц.

Трехфазные RC-гасители кроме ограничения коммутационных перенапряжений производят частотную компенсацию реактивной мощности, так как в их конструкции содержится конденсатор емкостью 0,25 мкФ, поэтому один RC-гаситель типа RC-6,6-0,25/50-УХЛ1 компенсирует реактивную мощность около 3 кВАр.

Таким образом, использование трехфазных RC-гасителей позволяет обеспечить надежную защиту высоковольтных электродвигателей от коммутационных перенапряжений и произвести частичную компенсацию реактивной мощности.

Список литературы

- Кузьмин С.В., Ножин А.И. Анализ коммутационных перенапряжений в сетях 6...10 кВ угольных разрезов / Ограничение перенапряжений и режимы заземления нейтрали сетей 6...35 кВ: Тр. II Всероссийской науч.-техн. конф. Новосибирск, 2002.
- Гончаров А.Ф., Кузьмин С.В., Павлов В.В., Кузьмин Р.С., Меньшиков В.А. RC-ограничители и RC-гасители – устройства глубокого ограничения коммутационных перенапряжений в сетях 6...10 кВ // Горное оборудование и электромеханика. 2005. № 3. С. 38–40.