

М.М. Белый, канд. тех. наук, О.В. Дмитриев
(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

ПРИЧИНЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СРЕДСТВ КОММУТАЦИИ РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Рудничное электрооборудование работает в условиях повышенной загрязненностью, запыленности, высокой влажности при наличии взрывоопасной атмосферы. Как правило, это оборудование выпускается в рудничном или взрывозащищенном исполнении, что обеспечивает защиту от воздействия окружающей среды. и не допускает взрыва или воспламенение рудничной атмосферы. Вид электрооборудования определяется условиями залегания пластов и их газоносностью, технологией добычи угля.

Важнейшим оценивающим фактором для электрооборудования в таких условиях является возможность его длительной безотказной работы, т. е. высокой надежности. Статистика повреждаемости электрооборудования, как правило, проводится по бинарному принципу “исправен – поврежден”, “электрический пробой изоляции – исправность изоляции”, т.е. по его конечному состоянию, без детального анализа и уточнения причин повреждения или пробоя изоляции. Анализ количественных показателей эксплуатационной надежности элементов систем электроснабжения на напряжение 6 кВ для подземных горных выработок по данным работы [1] показывает, что наиболее повреждаемы комплектные распределительные устройства для управления высоковольтными двигателями и кабели в выработках с рельсовым транспортом. Для кабельных линий характерным повреждением является электрический пробой изоляции (до 60 % от всех возможных повреждений). Практика эксплуатации электрооборудования показала, что наибольшее количество повреждений приходится на электрооборудование в шахтных сетях до 1000 В.

Наиболее распространенные причины повреждений электроустановок: попадание влаги или накопление пыли на токопроводящих участках сети или в местах подключения электроустановок, деформация изоляции кабелей и другого оборудования, нагрев и обгорание контактов переключающих устройств (разъединителей, контакторов магнитных пускателей), повышенный нагрев электропроводников (в кабелях, электродвигателях) при длительных режимах или при большой частоте переключений.

Практический опыт работы с электрооборудованием в условиях подземных горных работ показывает, что значительное число повреждений происходит в момент отключения и включения (коммутации) электроприемников и линий электропередачи. Это вызывает необходимость дальнейшего проведения анализа происходящих при этом процессов. Собственно процессы коммутации возникают в моменты включения и отключения при различном мгновенном значении напряжения фазы. Амплитуда напряжения характеризует начальную амплитуду коммутационного переходного процесса, которая может достигать 6

– 15 кратных значений номинального тока. Причины больших значений коммутационных токов различные в разных видах электрооборудования и характеризуются особенностью его устройства и протекающими физическими процессами. Например, в трансформаторах в момент коммутации амплитуда напряжения прикладывается только к активному сопротивлению первичной обмотки, так как реактивное сопротивление в этот момент еще отсутствует из-за его известной инерционности и, следовательно, ток достигает значительной величины. В лампах накаливания сопротивление нити в холодном состоянии меньше рабочего сопротивления, поэтому в момент включения в цепи нити происходит бросок тока, превышающий его номинальное значение. Этот факт подтверждается также тем, что в момент включения происходит значительное количество перегораний нити накаливания.

В системах электроснабжения, при наличии значительного количества линий и электроприемников, повреждение отдельной электроустановки может привести к повреждению других или целых групп электроприемников. Например, обрыв или обгорание контактов одной фазы в распределительном пункте становится причиной отказов подключенного электрооборудования – трансформаторов, электродвигателей и т.д.

К основным причинам и последствиям повреждаемости электрооборудования при коммутации можно отнести:

- повышенный нагрев узлов соединения проводников, окисление контактов и соответственно дальнейшее возрастание переходного сопротивления вплоть до обгорания контактной области;

- большие значения токов переходного процесса приводят к значительному электромагнитному пусковому (ударному) моменту в обмотках трансформаторов, что вызывает разрушение уплотняющих элементов железа трансформаторов, повреждение или обрыв обмоток и т.д.;

- в электродвигателях при высоких значениях пусковых токов происходит бросок электромагнитного момента, а следовательно и вращающего момента на валу, что приводит к повреждениям обмотки электродвигателя, выходу из строя редуктора и т.д.;

- на контактах устройств коммутации возникает электрическая дуга, приводящая к обгоранию области контактирующих поверхностей, вплоть до нетокопроводящего состояния;

- в светильниках с лампами накаливания броски тока при коммутации способствуют быстрому износу, а следовательно, и преждевременному выходу из строя нити накаливания из-за ускорения испарения вольфрама;

- в светильниках с люминесцентными лампами для уменьшения пусковых токов применяются специальные дроссели, однако они лишь частично ограничивают их. Высокие значения коммутационных токов являются причиной выхода из строя пускорегулирующих устройств.

Важная особенность большинства устройств коммутации – наличие открытой электрической дуги. Имеются отдельные разработки, основанные на использовании тиристоров, которые обеспечивают процесс коммутации без открытой электрической дуги [1]. В таких устройствах применяются довольно

сложные электрические схемы управления, однако и здесь не исключаются большие коммутационные токи, которые протекают в закрытом объеме тиристора. Известные принципы разработки коммутационных устройств на базе тиристоров не привели к широкому использованию их в системах электроснабжения горных предприятий. Ведь известно, что тиристоры очень чувствительны к перегрузкам. Значительные коммутационные токи приводят к пробое переходной области тиристора и отказу устройства коммутации.

Рассмотренные явления при коммутации электрических цепей показывают, что при создании коммутационных аппаратов для электроснабжения необходимы новые подходы.

В настоящее время при разработке средств коммутации определились следующие пути их совершенствования:

- применение специальных дугогасительных камер: механических, газонаполненных, вакуумных и др.;
- уменьшение времени срабатывания устройства коммутации;
- применение специальных материалов для контактов и их конструкций, уменьшающих подгорание и износ контактов;
- использование специальных устройств, например тиристоров, в которых коммутация происходит в закрытом объеме;
- применение специальных оболочек для устройств коммутации, обеспечивающих взрывозащищенность;
- бездуговой разрыв трехфазной цепи под нагрузкой.

Последнее направление было использовано во ВНИИВЭ при разработке контактора на ток 250 А и напряжение 660 В, обеспечивающего бездуговое размыкание силовых цепей переменного тока до 5000 А. Однако из-за значительного усложнения механической системы контактора, он не получил применения в рудничных коммутационных аппаратах [2].

Таким образом, большинство направлений по совершенствованию средств коммутации в рудничных аппаратах сводится к ослаблению электрической дуги или к защите от нее и не решают основного – уменьшения коммутационного тока или его исключения в устройствах коммутации электрооборудования. Последнее, по нашему мнению, позволит решить многие из приведенных выше проблем, даст возможность значительно повысить надежность электрооборудования и продлить его работоспособность. Это особенно важно для условий подземных горных работ.

Список литературы

1. Надежность взрывозащищенного и рудничного электрооборудования/ А.И. Быков, Б.Н. Ванеев, В.Д. Главный и др. – М.: Недра, 1979.
2. Лейбов Р.М., Озерной М.И.. Электрификация подземных горных работ. – М.: Недра, 1972.