

ВЕНТИЛЬНЫЙ ПРИВОД РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

*Дудник М.З., д.т.н.,
Чебаненко К.И., к.т.н., Васильев Л.А., к.т.н.,
Ададунов В.В., к.т.н.,
Демченко Г.В., асп.*

Электровозный транспорт широко применяется в угольной промышленности. На шахтах Украины числится 3000 электровозов, из которых 2500 находятся в работе. Подавляющее большинство электровозов оснащены двумя двигателями. Маневровые электровозы малюго сцепного веса имеют один двигатель, а спаренные магистральные электровозы – четыре двигателя. Следовательно можно считать, что в отрасли работает пять тысяч двигателей, а инвентарное число их значительно больше. На всех электровозах применяются двигатели постоянного тока последовательного возбуждения взрывобезопасного исполнения. По нормативам срок службы электродвигателя до капитального ремонта должен составлять пять, а до списания восемь лет [1]. В действительности он значительно меньше.

В конце восьмидесятых и начале девяностых годов (до начала кризиса в угольной промышленности) Луганский энергозавод ежегодно капитально ремонтировал 3,5-4 тысячи двигателей электровозов для шахт Украины. Кроме этого примерно такое же количество двигателей ремонтировали на ремонтных предприятиях каменноугольных производственных объединениях. В общем количество капитальных ремонтов электродвигателей больше, чем их числится на работающих электровозах. Очевидно, срок службы двигателя до очередного ремонта менее одного года. В среднем можно считать, что срок службы нового двигателя до капитального ремонта составляет один год, а после капитального ремонта шесть месяцев.

Наиболее частыми неисправностями двигателя являются: замыкание на корпус и витковое замыкание обмоток статора и якоря, замыкание на корпус и между собой пластин коллектора и поломки щеточного аппарата [2]. На долю якоря, коллектора и щеточного аппарата приходится 60% отказов двигателей. Низкий срок службы электродвигателей обусловлен недостатками конструкции и неправильной эксплуатацией.

Применяемые на электровозах двигатели последовательного возбуждения наряду с их хорошими тяговыми способностями обладают существенными недостатками:

а) сложность конструкции, наличие обмотки якоря, коллектора и щеточного аппарата, на изготовление и ремонт которых используются дорогие, дефицитные материалы (медь, олово, изоляция);

б) потери энергии в обмотке якоря при отсутствии принудительной вентиляции двигателя, заключенного во взрывобезопасную оболочку, приводят к перегреву как якоря, так и всего двигателя;

в) продукты износа щеток и коллектора накапливаются внутри двигателя и вызывают замыкание пластин коллектора;

г) плохое самовозбуждение двигателя при динамическом торможении.

Основными недостатками эксплуатации двигателей являются:

а) превышение массы поезда по сравнению с допустимой по нагреву двигателей с целью получения большей производительности электровозной откатки;

б) завышение уклонов рельсового пути по сравнению с допустимыми правилами безопасности;

в) обводненность горных выработок и, как следствие, попадание воды в двигатель;

г) торможение противовключением и резкое динамическое торможение, применяемое машинистами в нарушение руководства по эксплуатации электровоза;

д) попадание масла из редуктора в двигатель.

Тяговая способность электровоза обусловлена его сцепным весом и коэффициентом сцепления колес с рельсами. В этом смысле возможности аккумуляторных и контактных электровозов одинаковы. Однако мощности двигателей у них различны. Удельная мощность, представляющая собой отношение мощности двигателей к массе электровоза, у аккумуляторных электровозов примерно в два раза меньше по сравнению с контактными электровозами. Обусловлено это тем, что объемы двигателей при ограниченных габаритных размерах электровозов примерно одинаковы, а напряжение аккумуляторной батареи в два-три раза меньше напряжения контактной сети. Поэтому двигатели аккумуляторных электровозов более перегружены.

Большинство угольных пластов Донбасса взрывоопасны по газу и пыли, поэтому на шахтах Украины преобладают аккумуляторные электровозы. Наиболее распространенным является рудничный аккумуляторный магистральный электровоз АМ8Д, изготавливаемый Дружковским машзаводом. Масса электровоза составляет порядка восьми тонн и оснащен он двумя электродвигателями ДРТ-13, развивающими в часовом режиме работы мощность 13 кВт.

На основании изложенного, авторы сочли необходимым, в первую очередь, разработать и создать принципиально новый двигатель для электровоза АМ8Д. Таким двигателем является вентильный двигатель постоянного тока, в состав которого входит электромеханический преобразователь (ЭМП), силовой тиристорный коммутатор (СТК), датчик положения ротора (ДПР) и схема управления (СУ) [3, 4, 5]. Реализацию данной проблемы целесообразно провести в два этапа. На первом этапе – создать вентильный двигатель для переоборудования электровозов, находящихся в эксплуатации. В этом случае повторно используются детали и узлы, имеющиеся на электровозе, снижаются затраты на

изготовление ВД и упрощается его внедрение. Эти работы могут быть выполнены на ремонтных предприятиях. На втором этапе – создать конструкцию ВД для оснащения ими новых электровозов. Изготовление такого двигателя должно осуществляться на специализированных заводах.

В настоящее время авторы реализуют первый этап поставленной задачи. Научно-исследовательские работы выполнялись кафедрами электрических машин и горнозаводского транспорта согласно договору, заключенного между ДонГТУ и Минуглепромом Украины. Разработан рабочий проект экспериментального образца ВД натурального размера. Электромеханический преобразователь собран в корпусе двигателя ДРТ-13. Использован его остов, крышки, подшипники и вал с конической шестерней. Поэтому ЭМП вентильного двигателя является взаимозаменяемым с серийным двигателем. Благодаря тому, что в рассматриваемом ЭМП отсутствуют коллектор и щеточный аппарат, длина полюсов ротора и статора увеличена в полтора раза и уменьшен в два раза воздушный зазор между полюсами ротора и статора по сравнению с двигателем ДРТ-13, на якоре которого имеются бандажи. А так же увеличено число ампервитков обмоток полюсов статора, тепло от которых отводится интенсивнее, чем от обмотки якоря. Все это позволяет развить мощность в часовом режиме работы вентильного двигателя до 20 кВт, что в полтора раза больше, чем у двигателя ДРТ-13, при одинаковом объеме и частоте вращения. Два экземпляра экспериментального образца ЭМП вентильного двигателя изготовлены Луганским энергозаводом. Экспериментальный образец силового тиристорного коммутатора, магнитоуправляемого датчика положения ротора и схемы управления изготовлен авторами.

Вентильный двигатель собран и испытан в лаборатории электрических машин. Испытания показали, что вентильный двигатель предложенной конструкции, управляемый тиристорным преобразователем, в схеме регулирования которого используются магнитоуправляемые датчики положения ротора, обеспечивает на холостом ходу отработку всех режимов работы привода электровоза: пуск, регулирование скорости, изменение направления движения и электрическое торможение. Работоспособность двигателя подтверждена межведомственной комиссией, состоящей из представителей Минуглепрома Украины и ДонГТУ (протокол испытания 11.04.96 г. утвержден заместителем Министра угольной промышленности Украины В.А.Сидоренко). Из-за прекращения Минуглепромом оплаты со второго квартала 1995 г. выполненных научно-исследовательских работ не представилась возможность создать нагрузочное устройство для испытания двигателя под нагрузкой и исполнители ограничились измерением в статике крутящего момента в зависимости от угла поворота ротора.

Силовой тиристорный коммутатор каждого двигателя электровоза komponуется во взрывобезопасных оболочках в двух блоках: блок силовых тиристоров СТК и блок конденсаторов с дросселем. Располагаются они в отсеках электровоза взамен блоков диодов БД-2 и резисторов БРВ-1. При этом не ис-

ключается возможность использования корпусов блоков БД-2 и БРВ-1. Тепло, выделяемое силовыми тиристорами передается на раму электровоза, обладающую большой теплоемкостью, и рассеивается в окружающей среде, аналогично тиристорным каскадам электровоза АРП-14.

Взамен крупногабаритного контроллера КРВ-2 в кабине электровоза располагается компактный командо-контроллер, в корпусе которого размещены элементы схемы управления СУ. На верхней крышке командо-контроллера имеются рукоятки управления аналогично КРВ-2. Освободившееся место от контроллера КРВ-2 можно оборудовать сидением для стажера. К контроллеру КРВ-2 подходит четыре кабеля КГН 1*35 и двенадцать кабелей КГН 1*16, а к командо-контроллеру один кабель КГН 10*1,5.

В сравнительной таблице стоимостных показателей приведены цены основных комплектующих узлов существующего и вентильного приводов.

Стоимость комплектующих изделий двух вариантов привода электровоза по состоянию на декабрь 1996 г.

№ п/п	Наименование изделий	Привод ДРТ-13			Привод ВД		
		количество, шт.	цена, грн.	сумма, грн.	количество, шт.	цена, грн.	сумма, грн.
1.	Электродвигатель (электро-механический преобразователь)	2	5100	10200	2	3000	6000
2.	Контроллер КРВ-2	1	1590	1590	-	-	-
3.	Блок диодов БД-2	2	2455	4910	-	-	-
4.	Блок резисторов БРВ-1	2	358	716	-	-	-
5.	Блок СТК	-	-	-	2	3000	6000
6.	Блок конденсаторов	-	-	-	2	500	1000
7.	Командо-контроллер	-	-	-	1	400	400
	Итого			17416			13400

Из таблицы видно, что затраты на приобретение комплектующих изделий для электровоза АМ8Д в случае вентильного двигателя на четыре тысячи гривен меньше по сравнению с приводом ДРТ-13.

Кроме того, увеличение мощности вентильного двигателя по сравнению с ДРТ-13 обеспечит большую производительность электровоза АМ8Д, уменьшение числа работающих электровозов, экономию фонда оплаты труда.

Список литературы

1. Справочник по электрическим машинам. Т.2 / Под ред. И.П. Копылова, В.К.Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. 686 с.

2. Гусаров А.А., Чебаненко К.И., Заец В.И. О причинах выхода из строя двигателей постоянного тока для шахтных электровозов // Уголь Украины. 1992. №5 С. 56-57.

3. Дудник М.З., Чебаненко К.И., Васильев Л.А., Демченко Г.В. Вентильный двигатель для рудничного электровоза / Сборник трудов горно-электромеханического факультета. Донецкий государственный технический университет, 1996. С. 119-122.

4. Дудник М.З., Васильев Л.А., Чебаненко К.И., Мнускин Ю.В. Управляемый тиристорный коммутатор для вентильного двигателя в приводе рудничного электровоза / Электромеханика и электроэнергетика. Сборник научных трудов энергетического факультета. Донецкий государственный технический университет, 1996. С. 52-55.

5. Дудник М.З., Васильев Л.А., Мнускин Ю.В. Тиристорный преобразователь для вентильного двигателя в системе электропривода рудничного электровоза / Электромеханика и электроэнергетика. Сборник научных трудов энергетического факультета. Донецкий государственный технический университет, 1996. С. 48-51.