

УДК 621.333

Попов Виталий Александрович, студент
Кислов Владимир Николаевич, студент
Научный руководитель: Паскарь Иван Николаевич, старший
преподаватель кафедры ЭГиПП
(КузГТУ, г. Кемерово)
Popov Vitaly, student
Kislov Vladimir, student
Scientific adviser: Paskar Ivan, Senior lecturer
(KuzSTU, Kemerovo)

**ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КАРЬЕРНЫХ
САМОСВАЛОВ БелАЗ****TRACTION ELECTRIC DRIVE «BelAZ» DUMP TRUCKS****Аннотация**

В данной статье проведен разбор характеристик, преимуществ и недостатков тяговых электроприводов карьерных самосвалов БелАЗ. Приведены аналоги данного привода и их недостатки. Рассмотрены различные электродвигатели и их особенности.

Annotation

In this article analysis of characteristics, advantages and shortcomings of traction electric drives of the BelAZ dump trucks is carried out. Analogs of this drive and their shortcomings are considered. Various electric motors and their features are considered.

Карьерные самосвалы – это грузовой саморазгружающийся автомобиль, используемый для перевозки различных грузов (в основном сыпучих). Карьерные самосвалы не предназначены из-за своих размеров и массы для использования на дорогах общего пользования и используются при открытой разработке полезных ископаемых.

В современных условиях повышенной конкуренции на мировом рынке похвастаться высоким спросом могут только самые надежные и эффективные карьерные самосвалы, обладающие высокой репутацией и производительностью. К производителям таких самосвалов относится ОАО «Белорусский автомобильный завод», представивший в 2006 году карьерный самосвал БЕЛАЗ-75600 грузоподъемностью 320 тонн с электромеханической трансмиссией переменного тока от Siemens. А в 2008 году, учитывая опыт внедрения данного привода на самосвалах наиболее высокой

грузоподъемности, началась разработка электропривода для самосвалов грузоподъемностью 110-130 т и менее.



Рис.1 БЕЛАЗ-75600

Электромеханическая трансмиссия пришла на замену механической и гидромеханической. В механическом приводе механическая энергия используется непосредственно от источника без преобразований и к ее главным недостаткам можно отнести ступенчатое изменение скорости. Однако немаловажным преимуществом является простота в конструкции и ремонте.

Частично недостатки механической трансмиссии устраняются путем установки на входе коробки передач гидротрансформатора, а внутри ее – фрикционных муфт, обеспечивающих переключение передач под нагрузкой. Но, несмотря на решение некоторых проблем, гидромеханический привод более дорогой, имеет более сложную конструкцию и меньший КПД, если сравнивать его с механическим.

Электромеханические трансмиссии лишены изъянов выше упомянутых типов привода. Структура и принцип работы данного вида трансмиссии показаны на рисунке 2. При использовании данной трансмиссии механическая энергия дизеля преобразуется в электрическую в генераторе, далее выпрямитель преобразует переменный ток в постоянный и заряжает конденсаторы. На инверторах ток преобразуется снова в переменный, поступая в электродвигатели М1 и М2. А электродвигатели передают вращающий момент на задние колеса. Тормозной резистор же используется для плавного замедления самосвала и полной остановки. Он дает возможность удерживать самосвал без применения механических тормозов, являясь электрической нагрузкой генератора. Чем меньше сопротивление, тем больше тормозное усилие.

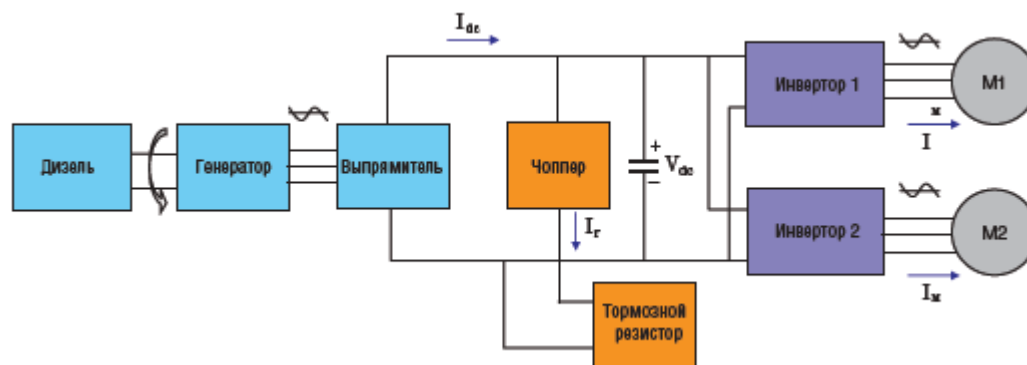


Рис.2 Структура и принцип работы электромеханического привода переменного тока

Преимущества электромеханического привода: бесступенчатое изменение скорости; дистанционная передача энергии; возможность передачи мощности до нескольких тысяч л.с.; простота и меньшая стоимость обслуживания по отношению к механическому, а тем более гидравлическому приводу; плавное трогание с места и плавное торможение вплоть до полной остановки.

К недостаткам можно отнести большие размеры, масса и стоимость относительно механических трансмиссий.

Различают тяговые электромеханические трансмиссии постоянного и переменного тока. Тяговые электроприводы постоянного тока стали серьезным подспорьем для производства самосвалов вместимостью до 220-250 тонн, но несмотря на это создание тяговых электроприводов постоянного тока для самосвалов большей грузоподъемности нецелесообразно из-за ряда недостатков:

- размеры приводов создают проблемы с распределением массы;
- снижается надежность коллектора при высоких значениях тока;
- увеличение мощности становится невыгодным из-за непропорционального увеличения цены.

В электроприводе могут использоваться как двигатели постоянного, так и переменного тока, каждый имеет свои особенности относительно других и поэтому каждый имеет преимущества в той или иной области.

К двигателям постоянного тока относятся вентильные и индукторные электродвигатели.

Индукторные электродвигатели относятся к безредукторным коллекторным электродвигателям низкого напряжения. Они имеют простую конструкцию и очень высокую надежность, однако очень трудно добиться от этого типа двигателей необходимых тяговых характеристик.

Вентильный двигатель является лучшим из приведенных двигателей по тяговым и динамическим характеристикам, однако наличие недешевых постоянных магнитов в конструкции является сильным недостатком. Также к недостаткам можно отнести сильную чувствительность к температурному

режиму. Из-за данных серьезных минусов вентильный электродвигатель нельзя назвать однозначно лучшим. Вентильные и индукторные электродвигатели применяются в авиационной технике, автомобилестроении, биомедицинской аппаратуре, бытовой технике и т.д.

В итоге электропривод постоянного тока достойно занял свое место в производстве карьерных самосвалов вместимостью до 250 тонн, но не имел перспектив в дальнейшем увеличении мощности, поэтому в начале 1990-х годов большинство производителей карьерных самосвалов обратили внимание на электродвигатели переменного тока и приступили к практической разработке. Электродвигатели переменного тока не уступали и даже превосходили электродвигатели постоянного тока по тяговым характеристикам, а также имели намного больше перспектив в части оптимизации управления, статистических и динамических свойств.

В данной отрасли электроприводы переменного тока имеют явные преимущества, в них могут использоваться синхронные и асинхронные электродвигатели, рассмотрим их преимущества и недостатки.

В синхронном электродвигателе ротор вращается с частотой, равной частоте тока в обмотке статора (синхронно). Это происходит благодаря тому, что магнитное поле ротора создается не индуктивным полем статора, а подведенным к ротору источником постоянного тока, который подается на обмотку возбуждения. Особенность синхронного электродвигателя в том, что при различных нагрузках обороты постоянные, а к недостаткам можно отнести более высокую стоимость производства относительно асинхронных двигателей.

Асинхронный электродвигатель, так же как и синхронный состоит из статора и ротора, между которыми находится воздушный зазор. Отличие в том, что в ротор не подается постоянный ток и магнитное поле ротора возбуждается от индуктивного поля статора. Обороты асинхронного двигателя под нагрузкой всегда отстают на величину скольжения от магнитного поля статора. Асинхронные электродвигатели чаще всего применяются, так как имеют низкую стоимость и высокую надежность, связанную с отсутствием щеток и коллектора. Также отличаются низкой стоимостью обслуживания.

Несмотря на некоторые недостатки, благодаря, в том числе разработке компании Siemens электромеханических трансмиссий переменного тока, в 2013 году был разработан и произведен БЕЛАЗ-75710, первый в мире самосвал, грузоподъемность которого составила 450 тонн, а общая масса около 810 тонн. При мощности 4600 л.с. максимальная скорость самосвала достигает 64 км/ч.



Рис.3 - БЕЛАЗ-75710

Электродвигатели переменного тока, в силу отсутствия коллекторного узла, выделяются среди остальных в плане экономии на расходных материалах и техническом обслуживании. Также срок службы шин увеличивается за счет отдельного управления крутящим моментом.

Привод имеет современную систему диагностики, которая существенно упрощает процесс ремонта и обслуживания, хотя в связи с отсутствием силовых контакторов и других компонентов, техническое обслуживание как таковое не требуется, за исключением, возможно, периодической чистки.

Также система электропривода отличается современной системой охлаждения. Так, помимо механически связанного с дизельным двигателем вентилятора, имеются также вентиляторы с электрическим приводом, что позволяет наиболее эффективно осуществлять охлаждение всех элементов электропривода при любых режимах работы.

Карьерные самосвалы от «Белорусского автомобильного завода» с электромеханической трансмиссией являются лучшим решением для открытой горной добычи. Они обеспечивают высокую производительность при низких технических расходах, а также очень высокую устойчивость к суровым условиям.

Список литературы

1. Журнал «Горная промышленность» №1 2013 г., с. 19. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/transport/3568-novye-razrabotki-oao-belaz-karernye->

samosvaly-s-elektromekhanicheskoy-transmissiej-peremennogo-toka-gruzopodemnostyu-90360-tonn

2. Журнал «Горная промышленность» №6 2002 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/1631-tyagovyj-elektricheskiy-privod-karernykh-samosvalov-nastoyashchee-i-budushchee>

3. Карьерные самосвалы БЕЛАЗ с электроприводом переменного тока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belaz.by/press/news/2014/kar_ernie_samosvali_belaz_s_el/

4. Кожемяка Н. М., Киреев А. В., Лебедев А. В., Кононов Г. Н., Гребенников Н. В. «Электромеханическая трансмиссия». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/252/2529306.html>