

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, Пронина Михаила Васильевича на диссертацию Камышьяна Альберта Михайловича на тему «Структура и алгоритмы управления бесконтактным тяговым электроприводом карьерных автосамосвалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертации

Электромеханические трансмиссии большегрузных самосвалов БелАз ранее строились с синхронными генераторами, выпрямителями и двигателями постоянного тока. Надежность таких трансмиссий низкая, обслуживание трудоемкое. В последние десятилетия двигатели постоянного тока заменяются асинхронными машинами, используются транзисторные инверторы. Однако синхронные генераторы с возбуждением от третьей гармоники магнитного поля остались те же.

В диссертации предложен следующий этап модернизации трансмиссий – замена синхронных генераторов и диодных выпрямителей более эффективными устройствами. В частности, предложены генераторы переменного тока в комплекте с активными выпрямителями (АВ), позволяющими оптимизировать режим работы генераторов, улучшить форму токов фаз, уменьшить потери энергии в машинах.

По проектам ПАО «Силовые машины» выполнены поставки электромеханических трансмиссий более чем для 700 самосвалов БелАз, и эти поставки продолжаются. Оптимизация большого количества трансмиссий по стоимости, по КПД и другим параметрам позволит получить значительный экономический эффект. В связи с указанным тема диссертации актуальна.

Научная новизна и результаты работы

В диссертации предложено в электромеханических трансмиссиях самосвалов БелАз использовать активные выпрямители (АВ) для оптимизации работы генераторов переменного тока и, следовательно, установок в целом. АВ позволяют обеспечить работу генераторов с заданным сдвигом по фазе токов относительно напряжений. Возбуждение генераторов может осуществляться частично или полностью АВ. Форма токов фаз может быть приближена к синусоиде.

Предложено также генераторы выполнять на постоянных магнитах в комплекте с АВ. Для снижения потерь энергии в трансмиссиях это рациональное решение. Однако его реализация должна осуществляться с учетом стоимости машин.

В диссертации представлены алгоритм и схемы управления генераторами и АВ в составе электромеханических трансмиссий самосвалов.

Основные научные результаты диссертационной работы отражены в 7 публикациях, в том числе в 5 статьях в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus, Web of Science, из них 1 статья – в издании из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, получены 2 патента РФ № 2653945 и № 2692288.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и технических решений основана на корректном применении теории и методов расчета электротехнических систем, методов математического моделирования и доказана полученными экспериментальными данными.

Теоретическое и прикладное значение диссертационной работы

Результаты исследований, представленные в диссертации, могут быть использованы в учебном процессе при реализации основных образовательных программ, а также при проектировании электромеханических трансмиссий карьерных самосвалов, что подтверждено полученным актом и справкой.

Соответствие диссертации и автореферата

Автореферат достаточно точно соответствует диссертации.

По диссертации есть следующие вопросы и замечания

1. В разделе 2.2.3 описана модель привода с асинхронным двигателем. Для пояснения алгоритма управления инвертором на рис.2.19 приведена схема управления другим устройством – выпрямителем.

2. В диссертации указан коэффициент мощности диодного выпрямителя 0,6-0,85 (стр.48), а также 0,7-0,8 (стр.69). По опыту создания подобных систем в ПАО “Силовые машины” коэффициент мощности диодного выпрямителя 0,94-0,98 при углах коммутации до 40°. В диссертации на рис.2.25 представлена кривая тока фазы выпрямителя с углом коммутации около 40°, что соответствует углу сдвига тока относительно напряжения 20°, и коэффициенту мощности 0,94.

3. При расчете мощностей диодного выпрямителя по формулам 2.2 и 2.3 (стр.47) как учитывается число фаз, какое напряжение используется в формулах (фазное или линейное), как учитывается количество обмоток генератора?

4. Расчет мощностей по формулам 2.2 и 2.3 выполняется с использованием напряжений и токов. Является ли замена соотношения мощностей в формуле 2.5 соотношением токов эквивалентной?

5. На стр.48 в формуле 2.6 мощность генератора (на входе диодного выпрямителя) 800 кВт, а на выходе выпрямителя 638,4 кВт. Потери в диодах не учитываются. Куда в выпрямителе тратится разница мощностей?

6. Правильна ли рекомендация на стр.82 диссертации, что в системе управления АВ задание на выпрямленное напряжение должно быть на 15-20 % больше среднеквадратичного значения фазного напряжения?

7. В тексте диссертации допущен ряд погрешностей. Например, на стр.5 Siemens обозначен как современный Российский ученый. На стр.37 ПАО “Силовые машины” обозначено как ООО. В списке литературы в ссылках [57] и [58] указаны одинаковые названия одной и той же книги. Допущены нарушения в обозначениях переменных шрифтами латинским, русским, греческим.

8. На стр.52 модель синхронного генератора существенно упрощена. Основание – экономия затрат машинного времени на расчеты. При этом используются программы MatLab-Simulink, в которых затраты времени увеличиваются на порядки по сравнению с программами расчета систем по связанным подсистемам. Другое основание упрощения – большое количество данных для полных моделей. Но производители машин необходимые данные обычно предоставляют. Необходимо также учесть, что в фазах выпрямителей токи содержат значительные высшие гармоники, которым соответствуют потери энергии в демпферах машин и в стали. Пренебрежение этими особенностями приводит к снижению точности исследований.

9. В автореферате на рис.4 представлены диаграммы электромагнитного момента и скорости вращения тягового двигателя самосвала, а также коэффициента мощности синхронного генератора, работающего на диодный выпрямитель. От начала процесса до момента времени 3,5 с скорость вращения двигателя и мощность трансмиссии равны нулю. Почему на этом интервале времени изменяется коэффициент мощности генератора и устанавливается на уровне 0,8?

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Камышьяна Альберта Михайловича является законченной научно-технической работой на соискание ученой степени кандидата технических наук, в которой автор решил научно-техническую и практически значимую задачу повышения энергоэффективности электромеханических трансмиссий карьерных автосамосвалов.

Диссертация «Структура и алгоритмы управления бесконтактным тяговым электроприводом карьерных автосамосвалов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротех-

нические комплексы и системы, соответствует требованиям пунктов 2.1-2.6 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – Камышьян Альберт Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент, начальник сектора регулируемого
общепромышленного электропривода в отделе проектирования электропривода
и комплектных устройств

АО «Силовые машины», д.т.н.



Пронин Михаил Васильевич

АО «Силовые машины», 195009

г. Санкт-Петербург, ул. Ватутина, д. 3

сайт: <http://www.power-m.ru>

e-mail: pronin_mv@power-m.ru

тел.: 8(812) 326-73-75, +7 (921) 305-67-83