

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ ТЯГОВЫХ ПЕРЕДАЧ НА МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВОЗАХ

Введение. Целесообразность применения гибридной передачи для маневровых тепловозов, режим работы которых близок к «городскому циклу» автомобилей, в которых гибридная передача доказала свою состоятельность и эффективность (например, Toyota-Prіus серийно выпускается с 1997 года), представляется очевидной. Более того, во всём мире предпринимаются попытки внедрить гибридную передачу в железнодорожном транспорте. Это и американо-канадский проект «Green Goat», и проекты таких компаний, как «Alstom», «GE», «Hitachi» и многие другие.

Тем не менее, все эксплуатируемые и изготавливаемые в Украине и России маневровые тепловозы имеют передачу без накопителей энергии.

Постановка задач исследования. Научная сторона проблемы заключается в решении трех задач:

- определение мощности и других параметров основных элементов силовой части: двигателя вибрационного сгорания, генератора, накопителя и тяговых двигателей;
- выбор элементной базы перечней элементов и разработка силовых схем;
- разработка алгоритмов и систем управления.

Ниже кратко сообщается о результатах рассмотрения первой задачи.

Материалы исследования.

ВНИИЖТ (Россия) в настоящее время ведет исследование в области создания маневрового тепловоза с почти идеальными характеристиками на основе высокоэкономичной газовой турбины и маховичного накопителя энергии на 700МДж, которые также нужно разработать. А пока все разрабатываемые локомотивы имеют дизель-генераторные установки (ДГУ) и тяговые двигатели на полную мощность, соответствующую максимальной мощности длительной тяги, определенной в ТТ на тепловоз, то есть, как и у магистральных локомотивов.

Для изучения типичных режимов работы маневровых тепловозов нами были обследованы результаты, полученные с помощью системы учёта расхода топлива и мощности БИС-Р. Эти системы уже установлены на большом количестве тепловозов на железных дорогах Украины.

Анализ материалов, полученных по данным эксплуатации более 500 маневровых тепловозов на двух дорогах «Укрзалізниці» и технических требований железнодорожных ведомств Украины и России, позволил определить масштаб потерь топлива, обусловленных несоответствием энергетических характеристик тягового привода классической структуры большинству реальных режимов работы маневровых тепловозов. И главное, одновременно были проанализированы на предмет эффективности реальных сегодня неидеальных гибридных систем для различных классов маневровых тепловозов.

Считаем наиболее оптимальным применить накопители энергии на основе предназначенных для таких режимов необслуживаемых АКБ со сроком службы не менее 8 лет, удовлетворяющие следующим требованиям:

- по напряжению они должны соответствовать напряжению двигателей в маневровом и горочном режимах;
- по току разряда они должны обеспечивать требуемое дополнение к току генератора в маневровом и горочном режимах;
- по току заряда они должны обеспечивать возможность отбора большей части тормозного тока;
- количество циклов заряда-разряда – не менее 200 тыс.;
- запасаемая энергия должна составлять не менее 100МДж.

Такие АКБ уже предлагаются на рынке ведущими производителями для тяжелой транспортной техники, использующей гибридный привод (так называемые HEV – Hybrid Electric Vehicle).

Эти результаты с выводами о целесообразности применения гибридных передач для вновь создаваемых и модернизируемых маневровых тепловозов, о целесообразных структурах таких тяговых приводов были доложены 15 мая 2007 года на Научно-техническом совете (НТС) «ТрансМашХолдинга» - основного производителя локомотивов в СНГ – и стали основой решения НТС.

На базе этого решения ОАО «РЖД» принято решение о создании 4-х осного тепловоза с дизелем мощностью 315 кВт и накопителем энергии.

«Укрзалізницей» и ОАО ХК «Лугансктепловоз» принято решение об оснащении гибридным модулем с накопителем создаваемого мощного 6-ти осного тепловоза с дизелем 850 кВт.

Из данных эксплуатации и расчетных данных следует, что целесообразная на настоящее время и дающая значительный экономический эффект гибридная тяговая система должна включать:

- тяговые двигатели на те же моменты и максимальные обороты, что и у используемых в настоящее время;
- дизель с мощностью в 2÷3 раза меньшей, чем используемые в настоящее время (вполне достаточно мощности 315÷400 кВт);

- генератор соответствующей мощности;
- статические преобразователи на IGBT;
- микропроцессорные системы управления дизелем, генератором, статическими преобразователями;
- буферный накопитель энергии на основе специализированной необслуживаемой аккумуляторной батареи на 150÷200 МДж.

Маневровый тепловоз с такой гибридной передачей позволил бы «закрыть» 100% маневровой и 70÷80% горочной работы с экономией не менее 40% дизельного топлива. А экономия топлива при стоянках «маневровиков», составляющих в ряде случаев 50÷70% их рабочего времени, составляет не менее 90%. Максимальные усилия тяги такого тепловоза при скоростях до 15 км/час те же, что у существующих тепловозов, те же, что указаны в Технических требованиях «Укрзалізниці» и ОАО «РЖД». Отличаются их характеристики только в одном пункте – их длительная тяга в 2,5÷3 раза меньше, чем у существующих тепловозов. Таким образом, предлагаемые маневровые тепловозы способны выполнять все виды работ, исключая продолжительную вывозную работу с тяжёлыми составами.

Иными словами, если маневровый тепловоз предназначен для работы по своему назначению, то достаточно гибридной тяговой системы с указанными параметрами.

Именно такой тепловоз решено создавать в России.

Если маневровый тепловоз должен быть способен работать и как магистральный, его силовая часть должна быть классической. Но, учитывая, что ему, безусловно, придется выполнять и «свою» маневровую и горочную работу, а также простаивать в режиме холостого хода, он должен иметь гибридный модуль с накопителем на 200 МДж и необходимую дополнительную аппаратуру, регуляторы. Такое решение принято в Украине.

Режимы работы основных силовых элементов в указанных двух вариантах гибридных передач различны. Определяющими является расход топлива «большого» и «малого» дизеля при соответствующих нагрузках, к.п.д. заряда и разряда накопителей и другие факторы.

Эффективность применения гибридов настолько высока, что оказывается целесообразная и соответствующая модификация существующих тепловозов при выполнении предусмотренных регламентом эксплуатации обязательных капитальных ремонтах КР-2. При этом необходимое удорожание, связанное с применением специализированных АКБ и других элементов гибридной передачи, окупается за 1-2 года.

В части силовой схемотехники можно отметить, что современные передачи переменного-переменного тока с тяговыми асинхронными двигателями создают максимум предпосылок для подключения гибридных модулей с накопителями.

Алгоритмы управления, естественно, отличаются. Но они реализованы в рамках существующей схемотехники и не требуют ее усложнения.

Если планы железнодорожных ведомств реализуются, появится возможность на следующей конференции сообщить о реальных решениях по гибридной тяге и полученных результатах испытаний.

Выводы. Перспективность применения гибридных передач с накопителями энергии в маневровых тепловозах, их экономическая эффективность и реальность на современном техническом уровне абсолютно очевидны. Наиболее эффективным является применение в качестве накопителя энергии специализированных необслуживаемых аккумуляторных батарей (АКБ) в сочетании с использованием дизель-генераторной установки меньшей мощности.

Литература.

1. Молчанов А.И., Поварков И. Л., Мугинштейн Л. А., Попов К. М. Автоматизированная система учета, контроля и анализа расхода топлива маневровыми тепловозами. Вестник ВНИИЖТ. - №4, 2004г.
2. Тепловоз маневровый мощностью 800л.с. Технические требования, 2002г, Киев. Приложение 1: «Исходные требования на разработку комплекса электрооборудования для электропередачи переменного-постоянного тока маневрового тепловоза мощностью 800-1200л.с. (588-883кВт)».