



ТЯГОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭД9Т

Опытный десятивагонный электропоезд переменного тока ЭД9Т-0001 был изготовлен ОАО «Демидовский машиностроительный завод» (ОАО «ДМЗ») в сентябре 1995 г. На составе смонтировано электрооборудование ГАО «Рижский электромашиностроительный завод» (ГАО «РЭЗ»), АО «Estel Plus» (г. Таллинн), Запорожского трансформаторного завода. Техническая документация на электропоезд разработана отделом главного конструктора ОАО «ДМЗ».

После контрольного пробега 5000 км без пассажиров в депо Горький-Московский Горьковской дороги на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа были проведены приемочные тягово-энергетические испытания. Их цель — определение основных показателей электропоезда и оценка соответствия их нормативно-техническим документам, проверка работоспособности и эффективности его электросистем в расчетном и нештатных режимах движения, испытания систем защиты тягового электрооборудования при аварийных режимах.

В середине декабря 1995 г. электропоезд был введен в эксплуатацию в депо Иркутск-Сортировочный Восточно-Сибирской дороги. Механическая и электрическая части электропоездов ЭД9Т и ЭР9Т производства ГАО «Рижский вагоностроительный завод» практически одинаковы. На новом составе нет системы ПВКТ (поосного выравнивания коэффициентов тяги).

В то же время на электропоезде ЭД9Т применены следующие новые технические решения, системы и оборудование:

длина вагонов увеличена с 19,6 до 21,5 м, за счет чего возросли полезная площадь тамбуров и ширина дверей с 980 до 1250 мм;

применены унифицированные с электропоездами постоянного тока ЭР2Т, ЭД2Т новые тяговые двигатели (ТД) 1ДТ.003.11 мощностью 220 кВт вместо РТ51М.1 мощностью 190 кВт и однополюсные электропневматические линейные контакторы (ЛК) 1КП.005.9 вместо двухполюсных ПК306;

применена новая система регулирования в режиме реостатного торможения;

использованы модернизированные электронные блоки защиты (БЗТ), реле ускорения (БРУ), торможения (БРТ), управления торможением (БУТР) и др.;

введена система автоматического замещения реостатного тормоза электропневматическим в случае неисправности первого;

применены дискретные устройства контроля скольжения колесных пар;

введена система оперативного отключения силовых цепей ТД тележки при неисправности одного из них и применена новая схема подключения реле боксования и реле разносного боксования;

применен новый блок ускоренного отключения воздушного выключателя;

предусмотрена возможность подключения прицепного вагона к секции М+П и М+Г.

Главной особенностью электропоезда ЭД9Т-0001 является использование новой системы регулирования в режиме реостатного торможения (рис. 1). В тормозном режиме якоря ТД соединены в два контура. При включении ЛК1 первый тормозной контур образуют двигатели М1, М2, датчик тока ДТ1, амперметр РА1, контактор ЛК1, контактор контроллера ТК1, резисторы R30, R32, R34, R36, R38. При включении ЛК2 второй тормозной контур образуют двигатели М3, М4, датчик тока ДТ2, амперметр

РА2, контактор ЛК2, контактор контроллера ТК1, резисторы R31, R33, R35, R37, R39.

С помощью тормозного контроллера ТК переключаются перечисленные резисторы. При этом обеспечиваются семь ступеней реостатного торможения. После перехода ТК с 5-й на 6-ю позицию, с 8-й на 9-ю позицию, с 11-й на 12-ю позицию сопротивление в контурах не изменяется. Позиции 6 и 9 — переходные, они служат для бестоковой коммутации резисторов. На позиции 12 включается электропневматическое дотормаживание. Позиции 13 — 20 в режиме торможения не используются.

В тормозном режиме ТД возбуждаются от секции 0 — 4 тяговой обмотки силового транс-

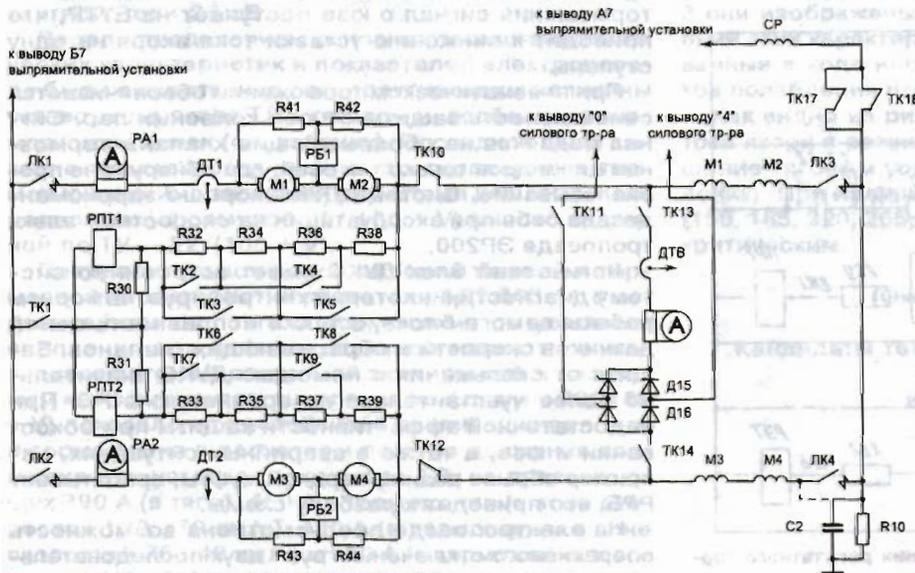


Рис. 1. Упрощенная силовая схема моторного вагона электропоезда

Уставки тока якоря в зависимости от положений КМ, ТК и скорости движения

Положение КМ	Позиция ТК	Скорость, км/ч	Уставка тока якоря, А
1	3...11	не норм.	100
2	3...11	не норм.	250
3	3	>95	250
3	3	<95	420
3	4...6	то же	450
3	7...11	то же	500

форматора через полупроводниковый мост, который позволяет регулировать ток возбуждения ТД. Диоды Д15, Д16 в плечах моста установлены так, что в моменты, когда тиристоры закрыты, ток нагрузки замыкается через них.

Контроллер машиниста (КМ) имеет четыре тормозных положения. В первом и втором положениях осуществляется реостатное торможение с пониженным усилием. В третьем положении КМ осуществляется реостатное торможение с нормальной уставкой. В четвертом положении КМ электрическое торможение моторных вагонов дополняется электропневматическим торможением прицепных и головных вагонов.

Система управления реостатным торможением СУРТ регулирует токи якорей ТД в режиме реостатного торможения при разных значениях ступеней тормозных резисторов и поддерживает ток возбуждения ТД постоянным при достижении заданного значения.

По документации ГАО «РЭЗ» уставки тока якорей ТД в зависимости от положения КМ, ТК и скорости движения представлены в таблице.

В случае, если реостатное торможение по каким-либо причинам не включилось в течение времени, определяемого реле времени РВТЗ, наступает замещение электропневматическим торможением. Это происходит следующим образом: после подачи команды на включение реостатного торможения (реле РЗТ включается от провода 2) размыкающий кон-

такт РЗТ прерывает питание РВТЗ (рис. 2). Отключаясь с выдержкой времени 3 — 3,5 с, оно включает промежуточное реле ПРТ, если к этому моменту не появился ток в тормозных контурах ТД (не включается реле РКТ1 или РКТ2, получающие питание через контакты герконовых реле РТ1 и РТ2, расположенных в цепи датчиков тока якорей).

Включившись, реле ПРТ и РВТ2 сформируют импульсы напряжения на электропневматических вентилях ВТ, определяющий величину давления воздуха в тормозных цилиндрах секции при замещающем торможении. Контакты ПРТ (2 — 2Д) и РЭТ (2Ж — 2А) взаимно блокируют наложения замещения и дотормаживания.

В схеме электропоезда предусмотрены три ступени защиты при боксовании и юзе:

дискретные устройства контроля скольжения колесных пар;

реле боксования (РБ), реагирующие на разность напряжения на коллекторах ТД;

реле разностного боксования (РРБ), отключающие режимы тяги и электрического торможения при разности напряжений на коллекторах ТД, превышающей 706 ± 50 В.

Дискретные устройства контроля скольжения колесных пар (ДУКС) установлены на всех вагонах электропоезда. Один комплект содержит четыре осевых импульсных датчика скорости, установленных на всех осях вагона, логический блок и четыре электропневматических сбрасывающих клапана, соединенных с тормозными цилиндрами.

Принцип действия основан на сравнении скоростей вращения колесных пар одного вагона. При обнаружении разности скоростей более 9 % в режимах тяги и электрического торможения и 15 % в режиме пневматического торможения логический блок выдает сигнал о скольжении колес. Подается напряжение на поездной провод 35, и в кабине машиниста загорается лампа «Боксование».

Реакция схемы управления электропоезда в режимах тяги и электрического торможения при срабатывании ДУКС и РБ одинакова. В режиме тяги поступает запрет на переключение позиций силового контроллера, который снимается только после прекращения боксования. В режиме электрического торможения сигнал о юзе поступает на БУТР, что приводит к снижению уставки тока якоря на одну ступень.

При пневматическом торможении обеспечивается селективность защиты от юза колесных пар. Сигнал подается на сбрасывающие клапаны тормозных цилиндров только тех осей, где обнаружено проскальзывание. Система ДУКС хорошо зарекомендовала себя при эксплуатации на скоростном электропоезде ЭР200.

Логический блок ДУКС имеет встроенную систему диагностики, которая контролирует алгоритм работы самого блока, а также исправность цепей датчиков скорости и сбрасывающих клапанов. Защита от скольжения с помощью ДУКС значительно более чувствительна по сравнению с РБ. При недостаточной эффективности защиты при боксовании и юзе, а также в аварийных ситуациях, например обрыве резино-кордной муфты, срабатывает РРБ, что приводит к разбору схемы.

На электропоезде предусмотрена возможность оперативного отключения групп двух последовательно соединенных ТД. Для этого контакты РУМ в по-

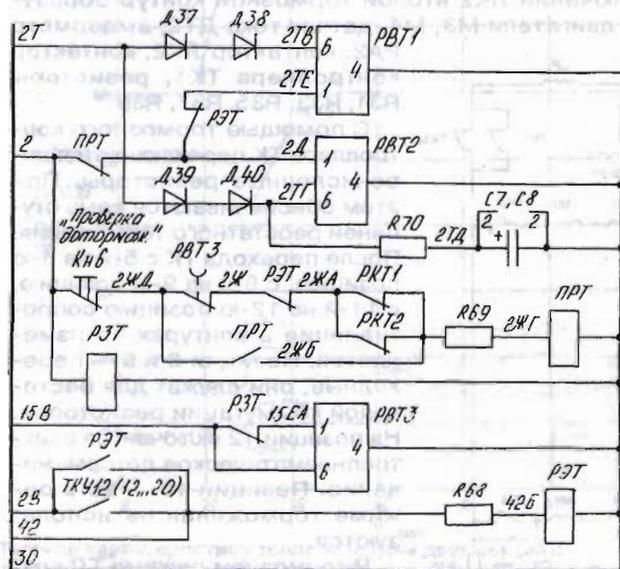


Рис. 2. Принципиальная схема замещения реостатного торможения электропневматическим

ложениях 1 и 3 разъединяют цепи катушек вентиляторов ЛК1, ЛК3 и ЛК2, ЛК4. Для сохранения работоспособности схемы управления в каждую цепь ТД включены датчики тока якорей. С этой же целью изменена схема подключения реле РБ и РРБ, которые включены индивидуально в каждую группу ТД (см. рис. 1). При отключенной группе ТД моторный вагон в режиме реостатного торможения не работает.

Также реализована возможность включения в секцию М+П дополнительного прицепного вагона. Питание цепей переменного напряжения для его отопления подается через штепсельные разъемы на лобовой части среднего прицепного вагона трехвагонной секции после включения на нем контактора КРС.

Чтобы не перегружать асинхронный расщепитель фаз, предусмотрено отключение цепей управления главным компрессором дополнительного прицепного вагона. На нем не включается реле ПРК, так как провод 281 не получает питания при соединении штепсельных разъемов основного и дополнительного прицепных вагонов.

В связи с применением новых ТД и новой системы регулирования в режиме реостатного торможения значительно изменились пусковые и тормозные диаграммы поезда. Увеличилось количество ступеней ослабления поля, изменилось значение минимального коэффициента возбуждения.

Испытания проводились в условиях Экспериментального кольца ВНИИЖТ на шестивагонном сцепе электропоезда при составности Г + 3М + 2П с включенным в его состав вагоном-лабораторией ВНИИЖТ.

При тягово-энергетических испытаниях и обработке их результатов использовали измерительно-вычислительный комплекс на базе ЭВМ. Он позволяет автоматически фиксировать электрические процессы в силовых цепях и сигналы в цепях управления, а также производить математическую и статистическую обработку результатов измерений с помощью специально разработанного программного обеспечения. Все тягово-энергетические характеристики электропоезда были приведены к номинальному напряжению контактной сети 25 кВ.

Перед определением основных тягово-энергетических характеристик и показателей электропоезда были существенно откорректированы величины уставок тока якоря ТД в тяговом и, особенно, в тормозном режимах (см. таблицу). Последнее было вызвано тем, что ограничение по сцеплению в тормозном режиме тяговыми расчетами ГАО «РЭЗ» определялось формулой $25/(100 + V)$ вместо заданной по ТУ — $22/(100 + V)$.

Предварительное сопоставление тяговой и тормозной характеристик двигателя 1ДТ.003.11 с ограничением сил тяги и торможения по условиям сцепления при зафиксированной массе тары моторного вагона с расчетной экипировкой и расчетным коэффициентом сцепления по формуле $22/(100 + V)$ показало, что устойчивая реализация сил тяги и торможения в расчетном режиме движения возможна при уставках тока якоря ТД, не превышающих 390 А (в тяге), 400 А в торможении (в зоне скоростей 120...70 км/ч), 430 А (в торможении в зоне скоростей 70...40 км/ч) и 500 А (в торможении в зоне скоростей 40...15 км/ч).

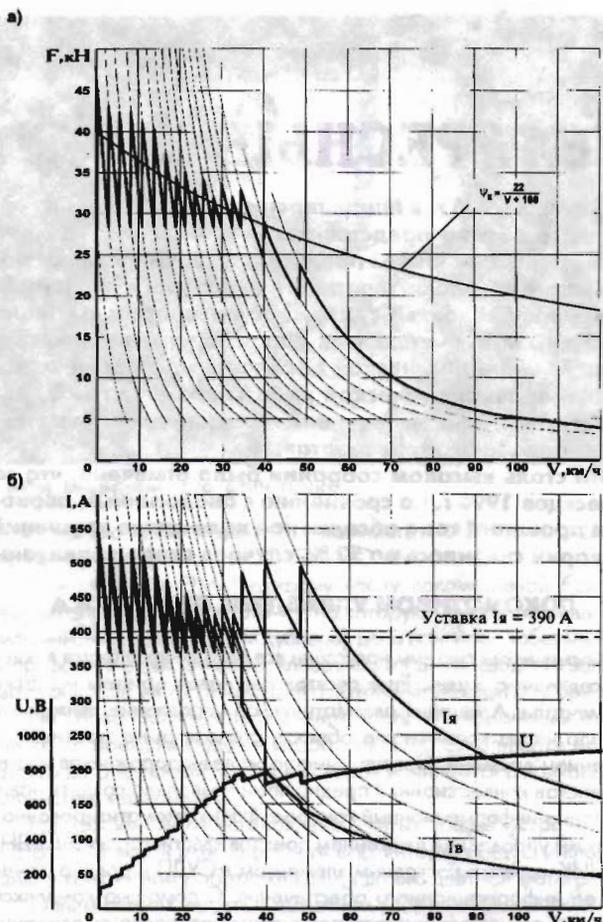


Рис. 3. Электромеханические характеристики $F(V)$ (а) и $I(V)$ (б), приведенные к ободу колеса, и пусковая диаграмма в положении 7 переключателя уставок тока якоря ТД:

F — сила тяги ТД; I_a — ток якоря ТД; I_b — ток возбуждения ТД; U — напряжение на ТД

На основе указанных характеристик и с помощью электромеханических характеристик ТД завода-изготовителя построили электромеханические характеристики ТД, приведенные к ободу колеса. На рис. 3 они изображены тонкими линиями. При построении этих характеристик использовали зафиксированные в ходе испытаний величины коэффициентов ослабления поля ТД — 0,6, 0,39 и 0,29.

Как видно из рис. 3, при максимальной уставке тока якоря в режиме пуска зафиксировано превышение тяговым усилием ТД ограничения по сцеплению. При наличии семи уставок реле ускорения (150, 185, 220, 265, 300, 345 и 390 А) это не является критическим.

(Окончание следует)

Кандидаты технических наук **Б.И. ХОМЯКОВ,**
Ю.А. БАСОВ,
инженеры **А.Ю. БЕЛОКРЫЛИН,**
О.Н. НАЗАРОВ,
Д.М. САМАРЕЦ,
ВНИИЖТ

Л.А. КАШНИКОВ,
АО «Демидовский
машиностроительный завод»

МАССОВЫЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ



ЛОКОМОТИВ

ISSN 0869-8147

В НОМЕРЕ:

Транспорт,
экономика,
диалоги

Всё ли учитывают,
анализируя
крушения?

Цветная схема
тепловоза 2ТЭ10В

Устранение
неисправностей
электровоза ЧС2

Модернизированный
пассажирский
тепловоз ТЭ10

Испытания
электropоезда
ЭД9Т

Новые разработки
по безопасности
движения



8 '97