

Результаты исследования с применением математической модели представлены в [1]. Установлено, что возможный потенциал экономии дизельного топлива при реализации рекуперативного торможения для пригородного движения составляет не менее 20 %. По нашей оценке, это эквивалентно экономическому эффекту около 200 млн р./год в расчете на один дизель-поезд. Другими словами, стоимость дополнительного оборудования при приемлемом сроке окупаемости от 5 до 7 лет ориентировочно может достигать 1 000 млн р., или 120 тыс. у. е. Указанная стоимость вполне достаточна для изготовления сложного технического устройства, которым является рекуператор.

Рекуперация энергии при торможении на автономном тяговом подвижном составе требует накопителя энергии, обладающего высокими КПД, мощностью и удельной энергоемкостью. В настоящее время на транспортных средствах применяют пневмогидравлические, кинетические (маховик) и электрические накопители энергии. Выполненные нами исследования показали, что для дизель-поезда ДР1А полнее можно использовать кинетический накопитель энергии.

Для получения высокой удельной энергоемкости применяют супермаховики, которые изготавливают из высокопрочных материалов, что позволяет существенно увеличить частоту вращения маховика и, как следствие, запастись большой энергией в единице массы. В таблице 1 приведена характеристика супермаховика, предлагаемого нами для системы рекуперации кинетической энергии дизель-поезда ДР1А. Данный супермаховик предполагается изготовить из углеродного волокна, так как это волокно является наиболее выгодным по показателю удельной прочности и стоимости [2]. На один дизель-поезд потребуется установить три рекуператора: по одному на моторных вагонах и один на прицепном.

Таблица 1 – Характеристики супермаховика

Энергоемкость, МДж	Масса, кг	Момент инерции, кг/м ²	Частота вращения, об/мин		Радиус, м	Толщина, м
			максимальная	минимальная		
16,7	42,2	0,844	60000	20000	0,2	0,18

Из таблицы 1 видно, что частота вращения маховика имеет высокое значение и изменяется в широких пределах. Эти обстоятельства порождают целый ряд технических проблем. Для обеспечения высокого КПД маховика при таких частотах вращения необходимо использовать вакуумную камеру и магнитные подшипники. Передаточное число трансмиссии между колесной парой и маховиком должно бесступенчато изменяться от 60 до 540. Для этого можно применить электрическую передачу или механический вариатор. Мы решили остановить свой выбор на механическом вариаторе, так как при распределенных по поезду рекуператорах относительно небольшой мощности этот вариант имеет меньшую стоимость.

Наиболее близкой разработкой для наших целей является супервариатор [3] с десяти-двенадцатикратным диапазоном варьирования. В основе данного вариатора планетарный редуктор с коническими сателлитами. По мнению разработчиков вариатора, передаваемый крутящий момент может соответствовать мощности силовой установки до одного мегаватта, что вполне достаточно для нужд железнодорожного транспорта.

Все вышеупомянутое указывает на то, что применение рекуперации на автономном железнодорожном подвижном составе возможно, но этот вопрос требует более детальной проработки на уровне конкретных конструкторских решений. Эта проработка позволит окончательно определить экономическую целесообразность модернизации существующего автономного мотор-вагонного подвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Повышение эффективности использования светлых нефтепродуктов на Белорусской железной дороге / В. Я. Негрей [и др.] // Энергоэффективность. – 2012. – № 8 (178). – С. 28–31.
- 2 Международная реклама [Электронный ресурс] / Волокна углеродные. – Режим доступа: <http://www.ru.all.biz/buy/goods/?group=1092226>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус.
- 3 Московский государственный индустриальный университет [Электронный ресурс] / Супервариатор – основа для перспективных бесступенчатых трансмиссий. – 2002. – Режим доступа: http://www.msiu.ru/detalim/Nauch_rab/Stat/, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. рус.

УДК 629.4.023.2

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА НА ТЕЛЕЖКАХ ТИПА У25 В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ "УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ"

А. А. СТЕЦКО, А. Ю. ЧЕРНЯК

Государственный экономико-технологический университет транспорта, г. Киев, Украина

Значительная часть перевозимых грузов может быть доставлена железнодорожным транспортом при условии решения ряда технических проблем. При перевозке грузов железнодорожным транспортом из стран

Западной Европы в страны СНГ и наоборот на пограничных станциях используются терминалы для перегрузки грузов с подвижного состава с колес одной ширины в подвижной состав колес другой ширины. Перевозки грузов в бесперегрузочном сочетании с точки зрения безопасности и экологии имеют большие преимущества.

Проблему перехода подвижного состава с одной ширины колес на другую можно решать разными способами, но самыми приемлемым относительно грузовых перевозок является замена тележек и замена в тележках колесных пар.

В докладе предлагается использовать тележки Y25 на линиях колес 1520 мм, предварительно заменив колесные пары. Но учитывая, что динамико-прочностные качества серийной западноевропейской тележки Y25 неполностью удовлетворяют отечественным нормативным требованиям, считается, что для грузовых вагонов типа "Восток-Запад" целесообразно разработать новую конструкцию тележки или же усовершенствовать существующую.

Использование данной тележки на территории стран СНГ в системе интермодальных и интероперабельных перевозок является достаточно перспективным.

Для исследования динамических качеств создана компьютерная модель вагона на тележках Y25. Она образована из 35 абсолютно твердых тел и имеет 102 степени свободы. Объект «Вагон» имеет одно тело (кузов) и две включенные подсистемы «Тележка». Подсистема «Тележка» образована телом «Рама», двумя подсистемами «Колесная пара с буксами», двумя телами «Скользун», четырьмя телами «Стакан опорный» и четырьмя телами «Толкатель». Связь между элементами подсистемы «Тележка» представлена восемью билинейными пружинами буксового подвешивания, четырьмя пружинами скользуна, восемью держателями. В докладе рассмотрено моделирование элементов, которых не имеют серийные тележки колес 1520 мм, а именно: упругие скользуны (начали использовать на перспективных тележках), сферическая связь пятник-подпятник и так называемая связь Ленора.

В этом исследовании критическая скорость порожнего грузового вагона на тележках Y25 было равна 17,0 м/с (61,2 км/ч). Амплитуда колебаний зависит от скорости вагона, есть два предельных цикла. Первый цикл находится в пределах между 17,0 и 30,0 м/с и второй цикл – после 49,0 м/с.

Разработанная компьютерная модель позволила исследовать вынужденные пространственные колебания грузового вагона, варьировать основные геометрические и инерционные параметры, параметры пружинного подвешивания, а также параметры, характеризующие износ элементов ходовой части на базе полной параметризации модели.

УДК 629.4.077-597.3

БЕССТУПЕНЧАТОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ НАЖАТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ

И. Ю. ТАРАСЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Основой развития сети транспортных услуг является увеличение скорости оборота транспортных средств, что достигается в первую очередь увеличением их скорости движения.

Как показали исследования, пассажирские поезда с традиционными колодочными тормозами обладают недостаточной тормозной эффективностью. Так, всего в 7–20 % экстренных торможений тормозная эффективность соответствует нормам единого наименьшего тормозного нажатия [1, 2]. В связи с этим необходимо обеспечить подвижной состав железнодорожного транспорта более эффективными тормозными системами.

Поставленная задача может быть решена путем применения тормозных систем с устройствами регулирования тормозных нажатий в зависимости от скорости движения и загрузки вагона. Известные тормозные системы скоростного регулирования тормозных нажатий имеют ряд недостатков, главными из которых являются: ограничение области их применения подвижным составом, имеющим двухпроводную магистраль; зависимость от источника электрического тока; неполное использование запаса по сцеплению в связи со ступенчатым регулированием тормозной силы.

На пассажирских вагонах, оборудованных чугунными тормозными колодками, предлагается использовать пневматическую систему бесступенчатого скоростного регулирования тормозных нажатий новой конструкции. Особенностью этой системы является то, что регулирование тормозной силы происходит бесступенчато в зависимости от скорости движения транспортного средства и производится пневмомеханическим осевым скоростным регулятором. Принципиальная схема предлагаемой тормозной системы представлена на рисунке 1.

Спроектированная тормозная система работает по принципу максимального использования запаса по сцеплению колеса с рельсом, что стало возможным за счет кулачкового механизма, где профиль кулачка