

Также для ускорения выполнения моделирования целесообразно уменьшить количество частей, имеющих собственную массу и моменты инерции. Так, например, боковая рама тележки 18-100 является сборочной единицей, включающей в себя собственно литую раму боковую, по две скобы, втулки и планки фрикционные, а также восемь заклёпок. Если заклёпки и втулки можно вообще исключить из расчёта, то скобы и планки фрикционные непосредственно входят в контакт с корпусами букс и планками контактными. В то же время они являются неподвижными по отношению к боковой раме, поэтому при построении модели их лучше добавить в качестве тел в боковую раму. В этом случае для каждой боковой рамы число частей уменьшается с пяти до одной, и исчезает потребность в четырех фиксированных соединениях.

Еще одной важной частью при моделировании трёхэлементной тележки является её рессорный комплект. Поскольку пружины рессорного комплекта тележки относительно короткие, при 249 мм длины наружная пружина имеет внешний диаметр 200 мм, а внутренняя – 132 мм, то они имеют значительную поперечную жесткость, которую необходимо учитывать. Нами путем аппроксимации для тележки 18-100 получена нелинейная зависимость коэффициента боковой жесткости для пары из наружной и внутренней пружин от высоты пружины в данный момент. Отметим, что при моделировании движения тележки со скоростью 18 м/с в кривой радиусом 600 м боковая сила на каждой паре пружин достигала 3,5 кН, что вызывало поперечное смещение концов пружин до 11 мм.

К особенностям моделирования динамики тележек в MSC.ADAMS следует отнести невозможность построения железнодорожного пути длиной более 1000 м. Также есть ограничение на длину рельсов, т.к. моменты сопротивления по осям для части не могут отличаться более чем на 4 порядка. В случае, когда длина одиночного рельса Р65 превышает 33 м, программа выводит предупреждение о возможной неточности расчета. Для обхода этого ограничения в части, содержащие тело «рельс», были добавлены прямоугольные призмы, которые не учитывались при расчете контактного взаимодействия колёсных пар с рельсами, но позволяли увеличить их длину до 497 м. Это, в свою очередь, дало возможность значительно сократить число контактов колесо – рельс, по сравнению с одиночными 33-метровыми рельсами. Еще одним ограничением программы MSC.ADAMS является размер файла базы данных, который не должен превышать 2 Гб. При слишком длительном расчете тележки с множеством измерителей размер файла может превысить максимально допустимый, и тогда сохранение базы данных станет невозможным, однако останется возможность сохранить графики и значения, полученные в ходе моделирования, в табличной форме.

В результате разработки в MSC.ADAMS модели полувагона на тележках 18-100 на участке пути, содержащем прямую с неровностями и кривую радиусом 600 м, получены данные о поведении тележки с номинальными чертёжными размерами для случаев груженых и порожних вагонов. Разработанная модель позволяет осуществить изменение параметров тележки и сравнить полученные результаты с её исходными характеристиками.

Таким образом, выполненная работа продемонстрировала возможности применения пакета MSC.ADAMS для виртуальных экспериментов по совершенствованию ходовых качеств тележек. При этом сокращаются затраты на изготовление физических моделей и опытных образцов, а также уменьшается время, необходимое для разработки новых тележек или модернизации существующих.

УДК 629.463.001.18

О СОСТОЯНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ В ВАГОННОМ ХОЗЯЙСТВЕ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

А. Ф. МОРСКОЙ, Н. П. УЛАЩИК
Белорусская железная дорога, г. Минск

Е. П. ГУРСКИЙ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Повышение безопасности движения поездов является на сегодняшний день важной составляющей эффективной работы и развития железнодорожного транспорта. На железных дорогах безопасность движения поездов обеспечивается путем осуществления комплекса профилактических мер,

включающих кадровую, организационную, технологическую и техническую составляющие. Реализация мероприятий по организации планово-предупредительной системы обеспечения безопасности движения поездов и ремонтных программ в хозяйствах Белорусской железной дороги позволяет удовлетворить потребности в пассажирских и грузовых перевозках и сохранить материальную базу организаций Белорусской железной дороги в состоянии, удовлетворяющем условиям безопасности движения поездов. В то же время многие вопросы, связанные с укреплением трудовой и технологической дисциплины, соблюдением правил эксплуатации, ремонта и содержания технических средств остаются до конца нерешенными.

Основными видами событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, допущенных за последние десять лет, явились случаи:

- повреждения или отказа локомотива, моторвагонного подвижного состава, вызвавшие вынужденную остановку пассажирского поезда на перегоне или промежуточной железнодорожной станции, если дальнейшее движение поезда продолжено с помощью вспомогательного локомотива;
- неисправности технических средств, в результате которых допущена задержка поезда сверх времени, установленного графиком движения, на один час и более;
- столкновения, схода железнодорожного подвижного состава при маневрах, экипировке и других передвижениях;
- отцепки вагона от грузового поезда в пути следования по технической неисправности.

Количество событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, а также отказов технических средств по вагонным депо Белорусской железной дороги за последние 5 лет приведено в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Количество событий, связанных с нарушением правил безопасности движения за 2013–2017 гг.

	2013	2014	2015	2016	2017	Всего
ВЧД	2	11	3	4	6	26
«В» других дорог	11	14	13	13	14	65
Всего по БЧ	13	25	16	17	20	91

Таблица 2 – Количество событий, связанных с отказами технических средств за 2013–2017 гг.

2013	2014	2015	2016	2017	Всего
378	363	371	299	280	1691

За последние 5 лет по вине вагонных депо Белорусской железной дороги сорван график 903 поездов. По вине других железнодорожных администраций допущено 1455 задержек поездов (таблица 3).

Таблица 3 – Количество событий, связанных с задержками поездов за 2013–2017 гг.

	2013	2014	2015	2016	2017
ВЧД	282	139	167	158	157
«В» других дорог	502	393	173	220	167
Всего по БЧ	785	775	633	752	856

Основными недостатками, выявленными в вагонных депо при проверках и проведении разборов случаев задержек поездов, явились:

- несвоевременная переработка технологических процессов и внесение в них изменений и дополнений;
- несвоевременное ознакомление работников ПТО, связанных с обеспечением безопасности движения поездов, с приказами и телеграммами, поступающими из Управления и отделений Белорусской железной дороги;
- несвоевременное пополнение стеллажного хозяйства неснижаемым запасом запасных частей и материалов.

При проверке работы цехов эксплуатации вагонных депо выявлялось несвоевременное внедрение в действие разработанных новых технологических процессов и дополнений к ним.

Стеллажное хозяйство вагонных депо не всегда укомплектовано в соответствии с перечнем неснижаемого запаса, ряд деталей, предназначенных для установки на вагон, имеют истекший срок.

В период с 2013 по 2017 гг. на Белорусской железной дороге по причине повышенного нагрева буксовых узлов отцеплено в текущий отцепочный ремонт 3861 вагонов. Из них в 507 случаях ремонт колесных пар производился на предприятиях вагонного хозяйства Белорусской железной дороги. В процессе расследования причин повышенного нагрева подтвержденными оказались 3004 случаев отцепок (выявлены отклонения от технологии ремонта), из которых 169 отнесены за вагонами депо Белорусской железной дороги.

Причинами повышенного нагрева буксовых узлов, отремонтированных в вагонных депо Белорусской железной дороги, явились:

- задиры, раковины, надиры типа «елочка» на деталях буксового узла – 53 случая;
- обводнение смазки – 64 случая;
- ослабление торцевого крепления – 9 случаев;
- неисправность сепаратора подшипника – 3 случая;
- избыток или недостаток смазки – 22 случая;
- излом, трещина упорного кольца – 7 случаев;
- металлические включения в смазке – 3 случая;
- радиальный зазор парных подшипников не в пределах нормы – 1 случай;
- геометрические параметры роликов не в пределах нормы – 7 случаев.

Исходя из анализа, причинами некачественного ремонта буксовых узлов явились:

- неудовлетворительный визуальный и неразрушающий контроль подшипников, некачественная подготовка и ремонт деталей буксового узла, лабиринтных и внутренних колец подшипников;
- причины возникновения обводнения смазки, а именно некачественный ремонт крепительных и смотровых крышек, применение резиновых уплотнений бывших в употреблении;
- ослабление торцевого крепления, возникающее из-за неудовлетворительной затяжки болтов М20*60 или гайки М110 и некачественного контроля состояния деталей торцевого крепления;
- некачественный ремонт и комплектация подшипников.

Для повышения качества ремонта колесных пар необходимо:

- 1) усилить контроль со стороны работников ИТР (мастера, приемщики) за соблюдением технологии ремонта колесных пар;
- 2) установить персональную ответственность исполнителей на каждом этапе выполнения операций технологического процесса путем ежедневного ведения журнала свободной формы с росписью работников за выполненные работы;
- 3) уделить особое внимание качеству подготовки деталей к монтажу буксового узла (ремонт, степень зачистки, применяемые материалы);
- 4) обеспечить качество очистки (обмывки) деталей до ремонта и после;
- 5) исключить формальность при проведении технических занятий.

В 2017 на Белорусской железной дороге по вагонному хозяйству допущены 402 задержки поездов (48 %) из-за срабатывания датчика контроля целостности тормозной магистрали, в 23 случаях из-за некачественного технического обслуживания и ремонта, 15 случаев по причине некачественного технического обслуживания и ремонта вагонов на других железнодорожных администрациях, 89 (11 %) задержек из-за неотпуска тормоза в вагоне.

Проверки, проводимые специалистами причастных служб Управления Белорусской железной дороги, выявляют систематические нарушения технологии ремонта автотормозного оборудования:

- операции по подготовке наружной поверхности труб тормозной магистрали перед монтажом безрезьбовых соединений (изготовление наружных фасок и шлифовка поверхности) выполняются вместо специализированных оправок вручную;
- на рабочих позициях не в полном объеме представлены выписки из технологического процесса по монтажу безрезьбовых соединений тормозной магистрали и подводящего воздухопровода;
- при ремонте магистральных и главных частей воздухораспределителя грузового типа производится обезличивание деталей и узлов, т.е. не обеспечивается при сборке приборов установка в них деталей, которые стояли до разборки;
- на рабочем месте по ремонту рабочих камер воздухораспределителей грузового типа не организован контроль размера посадочного места под фильтр;
- нарушаются требования Руководства по ремонту клапанов воздухораспределителей.

Вышеуказанные неисправности напрямую приводят к самопроизвольному срабатыванию автотормозов в пути следования грузового поезда. Данное положение дел связано с недостаточным ко-

личеством запасных частей, которые необходимо устанавливать при ремонте, и является следствием упущения в работе со стороны работников вагонного депо, которые вовремя не учли при закупке требуемое количество запасных деталей с учетом объемов ремонта.

Такая ситуация не может гарантировать безотказную работу автотормозного оборудования в межремонтный период и безопасность движения в целом. В результате указанных нарушений со стороны исполнителей и отсутствия контроля со стороны руководящего состава приводят к задержкам грузовых и пассажирских поездов, отправок вагонов в составах грузовых поездов на сошедшие ПТО с выключенными тормозами.

Таким образом, для повышения безопасности движения поездов в вагонном хозяйстве необходимо продолжить работы по следующим направлениям:

- обеспечению безопасности движения поездов и охраны труда работников;
- повышению ответственности и требовательности командно-инструкторского состава вагонных депо за соблюдением безопасности движения поездов и проведению качественного ремонта вагонов;
- оснащению вагонных депо современными диагностическими системами контроля узлов и деталей железнодорожного подвижного состава;
- снижению количества возврата технически неисправных вагонов с других железнодорожных администраций;
- недопущению приема на Белорусскую железную дорогу и следования в поездах технически неисправных вагонов.

УДК 539.3.629.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОГЛОЩАЮЩЕГО АППАРАТА ПМКП-110

*А. Анд. ОЛЬШЕВСКИЙ, А. Ал. ОЛЬШЕВСКИЙ, С. В. ИНШАКОВА, А. А. СКРОБОВА
Брянский государственный технический университет, Российская Федерация*

Моделирование маневровых соударений является одним из важнейших этапов оценки эффективности поглощающих аппаратов, прочности элементов кузова и крепления груза. При компьютерном моделировании соударений используются расчетные схемы с разной степенью детализации (двухмассовые, многомассовые, модели МКЭ), однако важнейшим ее элементом остается модель амортизирующих устройств – поглощающих аппаратов. Конструкция одного из наиболее распространенных современных аппаратов ПМКП-110 приведена на рисунке 1, а.

Математическая модель такого аппарата, построенная из рассмотрения фрикционной системы аппарата как набора абсолютно жестких тел общеизвестна. Недостатком ее является существенная зависимость силы от знака скорости, что делает ее разрывной (рисунок 1, б). При наличии значительных масс (как в двухмассовой модели вагона) скачки сил естественным путем гасятся за счет сил инерции большой массы, однако в паре с конечно-элементными моделями вагонов решение динамической задачи приводит к возникновению автоколебаний.

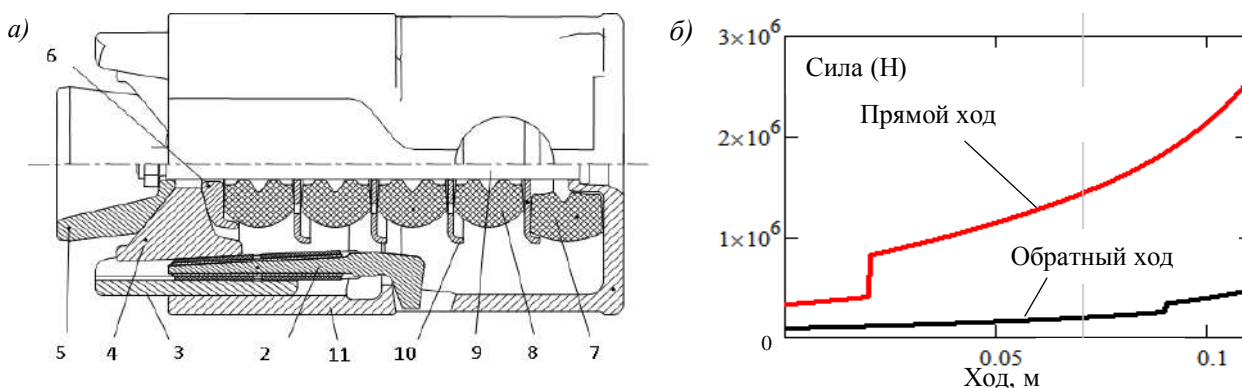


Рисунок 1 – Поглощающий аппарат ПМКП-110 и его силовая характеристика