

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ И ТЕРМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГОРЯЧИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК

К. М. КОЛЯСОВ, В. Ф. ЛАПШИН

Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, Российская Федерация

А. В. НАМЯТОВ

ООО «Уральское конструкторское бюро вагоностроения», г. Нижний Тагил, Российская Федерация

Для большинства конструкций подвижного состава необщего пользования характерно тепловое воздействие транспортируемого груза на узлы и элементы вагонов. В работе рассматриваются вопросы сохранности и термической безопасности [1] вагона-термоса, используемого на металлургических предприятиях как технологическая камера [2]. Вагон-термос применяется для внутривозовских технологических перевозок заготовок (блосов, слябов) металлургического производства и состоит из платформы, на которую укладываются заготовки температурой свыше 500 °С, и колпака с термоизоляционными элементами из промышленного фетра. Процесс проектирования таких вагонов требует рассмотрения ряда аспектов, вызванных тепловыми процессами за время обработки металлургических заготовок: обеспечение требований сохранности узлов и деталей (тормозной цилиндр, буксовый узел, воздухораспределитель и др.) в условиях высоких температур; обеспечение безопасных условий труда (исключение ожогов при обслуживании вагонов).

Общая методика исследований построена на использовании метода конечных элементов в теплотехнике, методах теплопередачи, трехмерном твердотельном моделировании и теплотехнических измерениях в реальных условиях. Для упрощения математического описания в работе применен традиционный для задач теплотехники способ: взаимодействие твердого тела с газом сводится к рассмотрению процесса теплопроводности, а их взаимодействие учитывается через граничные условия [3]. Такой подход позволил исключить из рассмотрения уравнения гидродинамики обтекания твердого тела газом. Для исследования температурных полей в конструкции вагона-термоса разработана конечно-элементная модель механической системы «платформа – заготовка – колпак» [4], учитывающая условия взаимодействия между элементами конструкции колпака, рамы и слябов. В качестве основного показателя термической безопасности принята температура поверхностей вагона-термоса.

На первом этапе проведены измерения температуры поверхностей вагона с регистрацией пирометром «Термоскоп-100». Наиболее нагруженными с точки зрения температурного воздействия на вагон являются элементы рамы, в частности, пол платформы, на который укладывается теплоизоляция из шамотного кирпича толщиной 150 мм. Температура нижней поверхности пола достигает порогового значения 130 °С. Особое внимание заслуживает нагрев деталей тележки, оборудованных полимерными упругими элементами, – фрикционного клина, упругого скользяна, вставки адаптера буксового узла. Эти элементы обладают гораздо меньшей термостойкостью, чем металлические детали, а рабочая температура основных марок полиуретанов имеет ограничение до 100–120 °С. В таблице 1 приведены значения температур, измеренные на поверхностях элементов вагона через 24 ч после установки слябов, при температуре окружающего воздуха +6 °С.

Таблица 1 – Значения температур поверхностей элементов вагона

Узел	Деталь	Температура, °С	
		нормируемое значение [5]	результаты измерений
Тормозное оборудование	Шток тормозного цилиндра	55	26
	Воздухораспределитель	55	23
	Соединительные рукава, тормозные магистрали, воздушные резервуары	70	27
Тележка	Клин фрикционный	90	20
	Скользун	90	34
	Накладка между буксой и боковой рамой	80	27
	Буксовый узел с роликовыми подшипниками	80	27
Кузов	Пол вагона	130	133
	Элементы рамы (хребтовая и поперечные балки)	130	64

На втором этапе выполнен конечно-элементный анализ распределения температур по ограждающим поверхностям вагона-термоса. Установлено, что наиболее опасной из доступных для прикосновения является зона контакта опорных балок колпака вагона с кронштейнами платформы, где температуры достигают 55 °С. Несколько большие температуры (60–65 °С) имеют элементы хребтовой и поперечных балок рамы. Эти элементы конструкции находятся в области возможного контакта обслуживающего персонала с разогретыми поверхностями. Более того, при эксплуатации возможны деформация элементов вагона и разрушение теплоизоляционных слоев, которые могут способствовать появлению локальных зон с более высокими температурами. Как показывает практика, полностью исключить контакт обслуживающего персонала с нагретыми элементами вагона нельзя, и это требует разработки дополнительных требований по термической безопасности при техническом обслуживании рассматриваемого типа подвижного состава.

Таким образом, в ходе выполненных исследований установлены значения температур на поверхностях элементов вагона-термоса при противодождевой обработке металлургических заготовок. Полученные данные свидетельствуют о соответствии рассматриваемого подвижного состава требованиям сохранности узлов и деталей вагонов в условиях высоких температур и возможности эксплуатации таких вагонов для обеспечения технологических операций. С точки зрения термической безопасности, требуется разработка дополнительных мер к технологическим процессам эксплуатации вагона-термоса.

Список литературы

1 О безопасности железнодорожного подвижного состава (ТР ТС-001–2011) : технический регламент ТС / Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710, введен в действие с 02 августа 2014 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902293438>. Дата обращения 21.03.2016 г.

2 Даниленко, Д. В. Особенности технологии проектирования специализированных грузовых вагонов / Д. В. Даниленко, А. В. Намятов, В. Ф. Лапшин // Инновационный транспорт. – 2013. – № 2. – С. 24–29.

3 Павлюков А.Э. Тепловые процессы в вагонах при конвективном разогреве грузов. / А. Э. Павлюков, А. В. Занкович. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 62 с. – ISBN 978-3-659-61033-2.

4 Намятов А. В. Модель термонагруженности вагона термоса для транспортировки горячих металлургических заготовок / А. В. Намятов, А. Г. Охотников, В. Ф. Лапшин // Транспорт Урала. – 2014. – № 2. – С. 33–38. – ISSN 1815-9400.

5 Межгосударственный стандарт. ГОСТ 22235–2010. Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ. – М. : Изд-во «Стандартинформ», 2011. – 18 с.

УДК 629.421.4

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА «РЕСУРС НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА»

Е. Н. КОНОВАЛОВ, А. В. ПУТЯТО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При разработке новых конструкций вагонов, а также при выполнении работ по оценке остаточного ресурса грузовых вагонов после длительной эксплуатации появляется необходимость оценки имеющегося ресурса их несущих конструкций. Процедура оценки ресурса базируется на расчетно-экспериментальной методике, описанной в [1]. Целью работы является разработка компьютерной программы, позволяющей автоматизировать расчет ресурса контрольных зон несущей конструкции вагона на основе экспериментальных данных, полученных при его испытаниях.

Компьютерная программа разработана в среде Visual Basic for Applications в EXCEL. Она позволяет программно получить значения повреждаемостей для различных режимов эксплуатации, а также остаточного ресурса контрольной зоны несущей конструкции вагона.

Программа предусматривает использование результатов экспериментальных исследований несущей конструкции при трех режимах эксплуатации: колебания вагона при движении по участку пути (режим «сброс с клиньев»); режим соударения вагонов и режим загрузки и разгрузки вагона. При режиме «сброс с клиньев» вагон накатывается на клинья, расположенные под колесами, и далее «сбрасывается» с них, в результате чего выполняется регистрация динамических напряжений в контрольных областях несущей конструкции (посредством тензометрирования), а также определяется коэффициент вертикальной динамики. При режиме соударения вагонов выполняется ударное