

А.А. МИРОНОВ,
директор ООО НПЦ «Инфотэкс АТ»,
канд. техн. наук
В.Л. ОБРАЗЦОВ,
главный технолог
В.С. МИТЮШЕВ, Н.Г. ПИГАЛЕВ,
ведущие инженеры
А.Э. ПАВЛЮКОВ,
профессор УрГУПС,
доктор техн. наук

ТЕПЛОВАЯ ДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

■ Многолетний опыт эксплуатации средств теплового контроля (СТК) типа КТСМ показал, что критерии оценки работоспособности буксовых узлов в пути следования должны периодически корректироваться с учетом внедрения новых типов вагонов, буксовых подшипников, марок смазок и др.

Двухрядные конические подшипники кассетного типа (далее кассетные подшипники или конические [1]) проходят опытную эксплуатацию на железных дорогах России в буксовых узлах грузовых и пассажирских вагонов.

Для адаптации технологии использования существующих СТК и разработки более эффективных алгоритмов обработки диагностической информации проведены дополнительные исследования температурных режимов работы кассетных подшипниковых узлов грузовых и пассажирских вагонов [2]. В частности, по результатам статистического анализа показаний КТСМ-01Д на участке Урдома – Вологда Северной дороги было установлено, что средний уровень нагрева букс с кассетными подшипниками (ЕПК) по сезонам в 1,6–2 раза выше, чем с цилиндрическими роликовыми (стандартными). Приведенные соотношения характеризуют средние уровни нагрева букс с коническими и цилиндрическими подшипниками грузовых вагонов, но не дают полной оценки тепловых режимов работы кассетных подшипников в буксовых узлах грузовых и пассажирских вагонов. Это показывают эмпирические распределения уровней нагрева кассетных букс. На рис. 1 показано распределение тепловых сигналов КТСМ-01Д и КТСМ-02 от букс опытного поезда маршрута Воркута – Череповец с подшипниками

кассетного типа при температуре воздуха 0...2°С. Из рисунка видно, что распределение случайной величины уровня нагрева букс имеет два «наиболее» вероятных значения. Различие между двумя кривыми распределений, полученными с помощью КТСМ-01Д и КТСМ-02, вызвано тем, что оптика КТСМ-01Д ориентирована на крышки корпусов букс (рис. 2, а), а КТСМ-02 – на более нагретую нижнюю цилиндрическую часть корпуса буксы (рис. 2, б). Таким образом, буксы с наблюдаемыми кассетными подшипниками корпорации ТД ЕПК можно разделить в эксплуатации на две условные категории: «теплые» и «холодные».

Отмеченные особенности были изучены в процессе натурных испытаний на Северной дороге с непрерывным измерением температур букс с кассетными подшипниками на грузовых вагонах при движении поезда. Испытания проводились для уточнения тепловых режимов работы буксовых узлов, определения параметров настройки СТК, а также для оценки коэффициентов приведения уровней тепловых сигналов КТСМ-02 от букс в условных единицах (квантах) в градусы Цельсия.

Особое внимание было уделено выбору места измерения температуры на корпусе буксы, достоверно отражающего уровень теплового сигнала, получаемого от КТСМ-02. При этом учитывалось, что приемник ИК-излучения КТСМ-02 сканирует при движении вагона нижнюю часть корпуса буксы по траектории дуги (рис. 3), а приемо-усилительный тракт КТСМ-02 выдает в качестве результата максимальное значение относительной температуры нагрева поверхности корпуса, попадающей в зону сканирования. Поля температур нагрева буксы показаны по результатам расчета на компьютерной модели.

Место измерения выбиралось по результатам расчетов и на основе предварительных испытаний путем многоточечных измерений температуры нижней части



РИС. 1

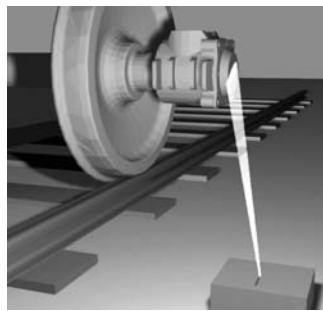


РИС. 2, а

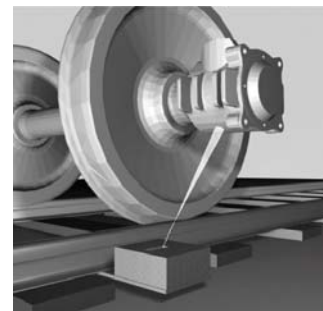


РИС. 2, б

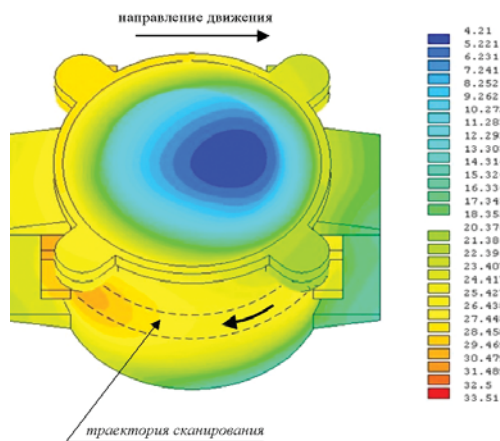


РИС. 3

корпуса накладными датчиками (термометрами Dallas Semiconductor) со встроенной памятью на основе устройства iButton DS 1921. Такие испытания проводились на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ на станции Щербинка 30.05.2006 г. Данные измерений с помощью термодатчиков сопоставлялись с показаниями КТСМ-02, пересчитанными в градусы Цельсия по таблице калибровки. Таким образом, была определена фактическая зона контроля КТСМ-02, т. е. зона, относительная температура которой фиксируется как показание КТСМ-02. Поэтому термодатчики при испытаниях на Северной дороге устанавливались на буксах именно в эту зону. На рис. 4 показано место установки датчика на корпусе буксы (выделено красным цветом).

Всего в испытаниях на Северной дороге было установлено 29 датчиков (9, 16, 19, 20-й вагоны) – по одному датчику на буксу. Результаты измерений температур нагрева буксовых узлов накладными датчиками представлены на рис. 5 в виде временных графиков и в таблице. Как следует из представленных графиков, 13 букс из 29 в момент прохождения поста контроля (температура воздуха 0...2°C) имели абсолютный нагрев от +3 до +10°C (нижние графики), а остальные буксы – от +20 до +38°C (верхние графики).

В таблице приведены абсолютные температуры буксовых узлов трех вагонов, измеренные термодатчика-



РИС. 4

ми, и уровни тепловых сигналов КТСМ-02 от букс этих вагонов поезда, зафиксированные в информационной базе данных «Автоматизированной системы контроля подвижного состава» (АСК ПС), а также абсолютные температуры буксовых узлов поезда, определенные расчетным путем по показаниям КТСМ-02 с учетом температуры воздуха (температуры букс 20-го вагона не отличались от температуры наружного воздуха и не представляли интереса для анализа).

Сопоставление результатов измерений контактными термодатчиками и бесконтактным способом с помощью КТСМ-02 показывает, что среднеквадратическая ошибка измерений (среднеквадратическое отклонение разности фактических температур корпусов букс в зоне сканирования, рассчитанных по тепловым сигналам КТСМ-02) не превышает 1,0°C, а максимально вероятная ошибка – 2,5°C. Это означает, что современные средства теплового контроля на перегонах с достаточной для эксплуатации точностью отражают относительный нагрев букс проходящих поездов при соблюдении технологии калибровки их приемо-усилительных трактов. Как подтверждает статистика (см. рис. 1), буксы с кассетными подшипниками условно делятся на две группы и по температуре их нагрева.

Причина неоднородности тепловых процессов в буксах с коническими подшипниками может быть отнесе-

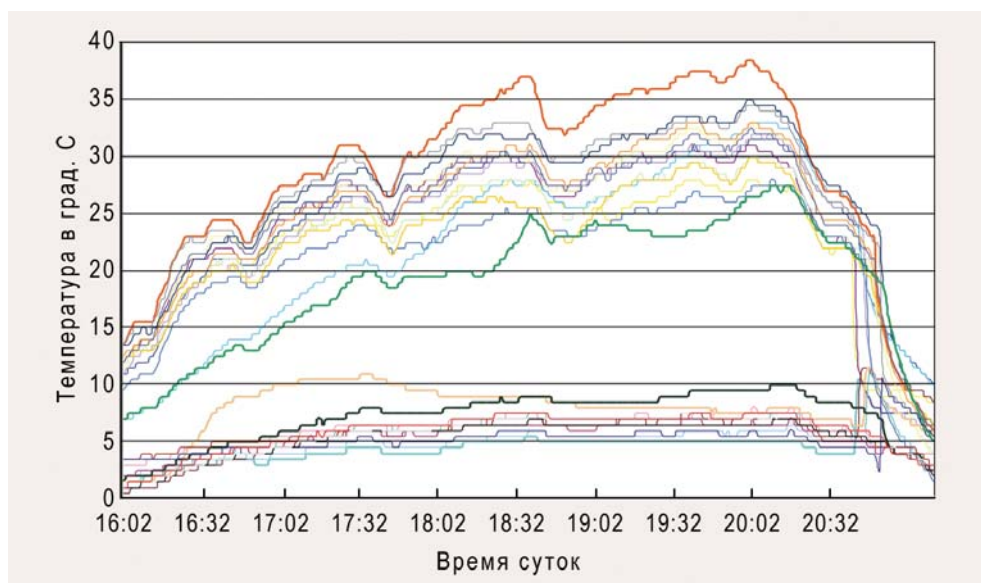


РИС. 5

№ вагона	Сторона по ходу движения	№ оси	Уровни сигналов КТСМ-02, кванты	Температуры буксовых узлов, °С	
				по показаниям КТСМ-02	измеренные термодатчиками
9	Левая	1	7	6,3	6,7
		2	29	27,0	27,5
		3	6	5,7	5,0
		4	28	26,2	29,5
	Правая	1	7	6,7	7,0
		2	35	31,8	32,0
		3	33	30,2	31,0
		4	33	30,2	32,5
16	Левая	1	30	27,8	29,0
		2	31	28,6	31,5
		3	7	6,7	6,0
		4	8	7,8	7,5
	Правая	1	32	29,4	31,5
		2	9	8,8	8,0
		3	31	28,6	27,5
		4	8	7,8	7,5
19	Левая	1	30	27,8	29,0
		2	33	30,2	32,0
		3	41	36,3	36,0
		4	33	30,2	31,0
	Правая	1	34	31,0	33,0
		2	34	31,0	33,5
		3	29	27,0	27,0
		4	10	9,8	10,0
Среднее значение			24,1	22,2	23,0
Стандартное отклонение			12,1	10,8	11,6

на к свойствам смазок разных марок и производителей и к проблемам приработки подшипников. Возможны и другие причины, связанные с технологией производства подшипников, разными типами применяемых материалов и др.

Авторы проанализировали также динамику приработки конических подшипников кассетного типа производства корпорации ТД ЕПК и компании SKF по характеру изменения распределений уровней тепловых сигналов КТСМ от букс в зависимости от пробега вагонов, эксплуатирующихся в опытных маршрутах на Северной дороге. Распределение амплитуд тепловых сигналов КТСМ-01Д от букс груженых вагонов с подшипниками кассетного типа ТД ЕПК на направлении Воркута – Череповец (рейсы № 1, 5, 7 и 78) показано на рис. 6. Анализ изменения формы распределения уровней нагрева букс кассетных подшипников ТД ЕПК и SKF показывает, что у подшипников SKF (рис. 7) последовательно с увеличением порядкового номера рейса (от первого рейса к седьмому) кривая распределения меняет существенно свою форму, т. е. значительно повышается вероятность появления буксовых узлов с более низкими уровнями нагрева. При сравнении рейсов с порядковыми номерами 1, 5, 7 и 78 состава с подшипниками ТД ЕПК видно, что распределение уровней нагрева букс к 78-му рейсу характеризуется увеличением вероятности

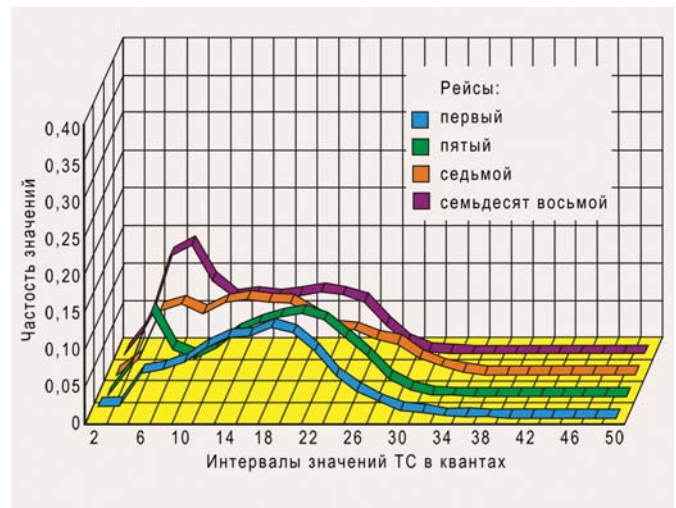


РИС. 6

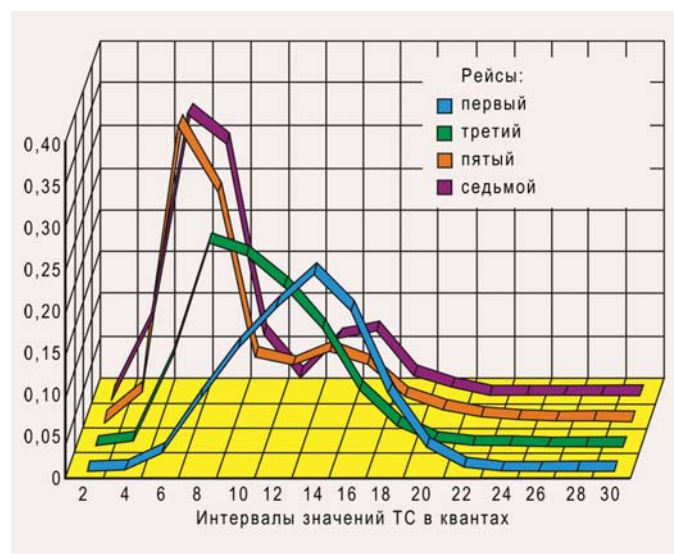


РИС. 7

появления букс с меньшими уровнями нагрева, но не столь явно, как у подшипников SKF. Кроме того, в распределениях уровней нагрева подшипников ЕПК по всем рейсам сохраняется тенденция примерно равновероятного появления букс с высоким и низким уровнями нагрева.

Отмеченные особенности рабочего нагрева буксовых узлов грузовых вагонов с коническими подшипниками кассетного типа были учтены авторами при обновлении программного обеспечения автоматизированных рабочих мест линейных пунктов контроля (АРМ ЛПК) КТСМ и АСК ПС версий 2.0.4.3 и 2.0.5.0, а также использованы ОАО «РЖД» в нормативных документах по установлению порогов тревожной сигнализации КТСМ при контроле буксовых узлов с разнотипными подшипниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТУ ВНИИПП.048-2-1, Часть 2 «Подшипники качения для железнодорожного подвижного состава. Подшипники конические двухрядные кассетного типа».
2. Миронов А. А., Павлюков А. Э., Образцов В. Л., Пигалев Н. Г. Температурные режимы работы букс // Вагоны и вагонное хозяйство.—2006, № 3(7), с. 8–13.