

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ БУКСОВОГО УЗЛА ПРИ НАРУШЕНИИ ТОРЦЕВОГО КРЕПЛЕНИЯ И ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ

А.А. МИРОНОВ, директор ЗАО «НПЦ Инфотэкс», кандидат технических наук

В.Л. ОБРАЗЦОВ, главный технолог ЗАО «НПЦ Инфотэкс»

А.Э. ПАВЛЮКОВ, профессор УрГУПС, доктор технических наук

На буксовый узел приходится до 61,2% от общего количества браков по вагонному хозяйству и до 27% отцепок вагонов в период гарантийного срока после деповского или капитального ремонта. Частой причиной отказов буксовых узлов в эксплуатации является нарушение торцевого крепления (20,4-32,0%), в отдельных случаях сопровождающееся сдвигом корпуса буксы (6,4%). За последние годы на железных дорогах зафиксировано несколько случаев разрушения цилиндрических роликовых подшипников, не обнаруженных средствами теплового контроля типа ДИСК и КТСМ или обнаруженных, но своевременно не отцепленных от поездов.

В большинстве случаев разрушению передних подшипников буксовых узлов предшествовало нарушение торцевого крепления подшипников с последующим сползанием корпуса буксы до 70 мм. Средства теплового контроля, размещенные в среднем на расстоянии 25-35 км друг от друга, при этом фиксировали сравнительно низкие уровни нагрева сканируемых элементов корпусов аварийных буксовых узлов (чаще всего выше уровня распечатки, но ниже уровня сигнализации «Тревога 1»).

ЗАО «НПЦ Инфотэкс» - разработчик модернизированных комплексов теплового контроля букс КТСМ совместно с кафедрой «Вагоны» Уральского государственного университета путей сообщения выполнили экспериментальные и теоретические исследования аварийного режима буксовых узлов. Цель исследования - оценка возможности своевременного обнаружения аварийных буксовых узлов по тепловому излучению (температуре) с использованием средств теплового контроля ДИСК и КТСМ.

Для проведения испытаний был изготовлен стенд, в котором ось колесной пары вращается, как при

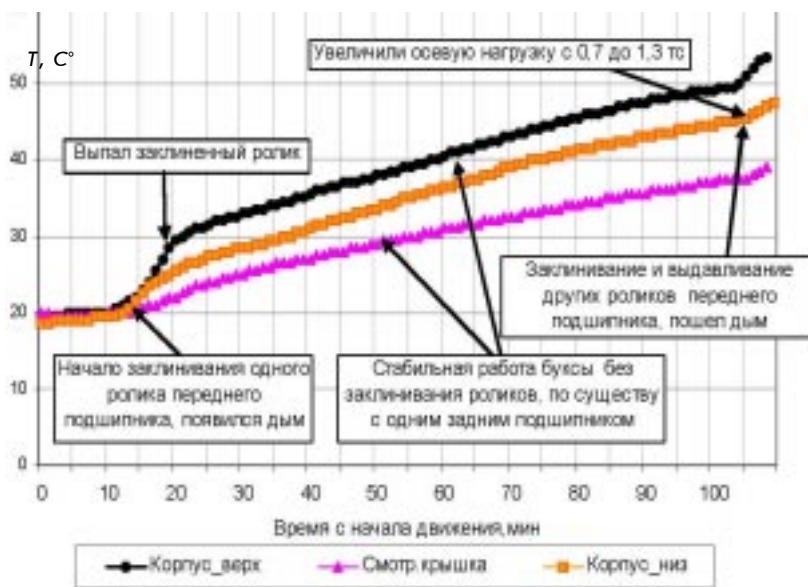
скорости движения, равной 60 км/час, а корпус буксы нагружен вертикальной и осевой силами. При стендовых испытаниях имитировалось смещение корпуса, для чего демонтировалось торцовое крепление и с помощью осевой нагрузке смещался корпус буксы. Поскольку в эксплуатации на буксу действуют знакопеременные осевые нагрузки, то в ситуации с нарушением торцевого крепления и сползания корпуса происходит смещение наружу блоков роликов подшипников за пределы внутренних колец при одном знаке осевой нагрузки, а при обратном знаке - заклинивание роликов между бортами внутренних и наружных колец переднего подшипника. Под действием комбинации радиальных и осевых нагрузок создавались условия для защемления роликов и сползания корпуса буксы. При этом

непрерывно измерялась температура наружных колец и корпуса буксы в 16 точках, а также температура торца шейки оси, смотровой и крепительной крышек.

Процесс испытаний со сползанием корпуса буксы характеризовался временным заклиниванием роликов, последующим локальным нагревом их торцов при заклинивании, выпадением роликов из сепаратора переднего подшипника и переходом буксового узла в режим «квазинормальной» работы (рис 1). Анализ результатов эксперимента показал, что заклинивание роликов в данной аварийной ситуации приводит к местному разогреву роликов в контакте с кольцами до момента, пока ролик не выпадает из обоймы. Местный разогрев приводит к частичному возгоранию смазки вокруг зоны контакта, появлению интенсивного дыма, нагрев корпуса буксы незначительно увеличивается, еще менее значительно реагирует на заклинивание смотровая крышка.

Важно отметить, что за все время опыта, температура смотровой

Рис. 1. Динамика нагрев элементов буксового узла с заклиниванием и выпадением роликов переднего подшипника при отсутствии торцевого крепления и смещении корпуса буксы на 50 мм



крышки, на которую ориентируется инфракрасная оптика ДИСК и КТСМ-01 (01Д), не превысила значения «Тревога 0» для настроек систем теплового контроля на 120 °С. Необходимо учитывать, что испытания проводились без обдува воздухом (при обдуве температура крышки была бы еще ниже). На торцах выпавших роликов имелись многочисленные повреждения контактных зон - надкрышки типа «елочка». Данные повреждения свидетельствуют о том, что разогрев имел локальный характер, об этом говорит и хрупкий (холодный) характер излома полиамидного сепаратора. В условиях эксплуатации этот процесс может протекать еще быстрее из-за участия в нем деталей (фрагментов) торцового крепления и выпавших из сепаратора роликов.

В ситуации, представленной экспериментальным графиком нагрева деталей буксового узла при движении со смещенным корпусом, нагружен практически один задний подшипник. Если поезд движется по прямому участку пути с остановками, то буксовый узел с одним задним подшипником может работать продолжительное время без перегрева, испытывая действие в основном вертикальной нагрузки. Но в кривых и на стрелочных переводах под действием значительных осевых

Расчетные темпы аварийного нагрева корпуса буксы в верхней части при заклинивании роликов с одним и двумя подшипниками			
Условия работы буксового узла	Аварийный темп нагрева (град/мин)		
	с 1 заклиненным роликом заднего подшипника	с 7 заклиненными роликами заднего подшипника	с 3 заклиненными роликами заднего подшипника
С одним задним подшипником (передний разрушен в результате смещения корпуса буксы)	4,2	18	38
С двумя подшипниками	1,5	5,5	17,5

сил задний подшипник начинает интенсивно нагреваться, происходит заклинивание его роликов, которое приводит к последующему разрушению всего подшипника. Этот необратимый процесс и приводит при безостановочном движении поезда к горячему излому шейки оси.

Поскольку при стендовых испытаниях ввиду ограниченных тяговых возможностей двигателя было невозможно исследовать дальнейшее развитие ситуации при заклинивании подшипника, процесс смоделировали заклиниванием одного, трех и семи роликов на специально разработанной компьютерной модели с использованием метода конечных элементов и программы ANSYS (рис.2).

Результаты моделирования аварийных режимов работы подшипников при смещении корпуса сравнива-

лись с данными, полученными на моделях, при заклинивании одного, трех и семи роликов заднего подшипника при работе буксы с двумя подшипниками без смещения корпуса. Полученные значения темпов нагрева деталей буксового узла в аварийной ситуации (таблица) говорят о том, что темп нагрева элементов буксы при заклинивании в ситуации одного работающего заднего подшипника значительно выше, чем при двух работающих подшипниках в аналогичных условиях заклинивания.

Это указывает на то, что интенсивный разогрев буксы с одним подшипником может начаться и закончиться через 15-20 мин. изломом шейки оси (без учета тепловых процессов связанных с проворотом внутреннего кольца), то есть в интервале движения поезда между соседними постами контроля.

Выполненные исследования показали, что полностью исключить случаи несвоевременного обнаружения аварийного разрушения подшипников при нарушении торцового крепления и сползании корпуса буксы средствами теплового контроля нельзя. Для этого необходимо использовать дополнительные методы контроля. Например, лазерные – для обнаружения сползания корпуса буксы, виброакустические (или акустико-эмиссионные) для обнаружения импульсов, возникающих при разрушении торцового крепления и выпадении роликов из гнезд сепаратора, и др.

Особое внимание изготовителей и ремонтников должно уделяться соблюдению технологии и методам контроля качества монтажа подшипников, так как нарушение торцового крепления является в эксплуатации основной причиной сползания букс и аварийного разрушения подшипников при сравнительно низких температурах нагрева корпусов букс, не отличающихся на первой стадии разрушения от рабочих режимов нагрева.

Рис. 2. Тепловое поле элементов буксового узла через 10 мин. после заклинивания роликов заднего подшипника

