

УВЕЛИЧЕНИЕ МЕЖРЕМОНТНОГО ПРОБЕГА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕСНЫХ ПАР ЗА СЧЕТ ИХ ДИНАМИЧЕСКОЙ БАЛАНСИРОВКИ

К.Ф. БОРЯК, О.В. АФТАНЮК

Одесская гос. акад. техн. регулирования и качества. 65020, г. Одесса, ул. Кузнечная, 15. E-mail: ndi_pssem@mail.ru

Предложен новый оригинальный способ корректировки дисбаланса железнодорожных колесных пар, отличающийся от известных традиционных способов своей универсальностью и возможностью его применения в условиях существующей технологии освидетельствования колесных пар на предприятиях Украины. Практическая ценность нового способа заключается в увеличении межремонтного пробега (технического ресурса) железнодорожных колесных пар, а также в экономии материальных затрат, связанных с приобретением специализированного дорогостоящего технологического оборудования, необходимого для осуществления процедуры корректировки дисбаланса колесных пар. Библиогр. 5, рис. 4.

Ключевые слова: дисбаланс, неуравновешенность колесной пары, корректирующие грузы, балансировочные станки, технический ресурс, межремонтный пробег

По результатам многочисленных исследований [1] установлено, что техническое состояние формы профиля рабочих поверхностей железнодорожных колес и самих рельсов оказывают значительное влияние на развитие критической скорости по автоколебаниям («виляния») тележки транспортного средства в движении. На рис. 1 показаны совмещенные графики горизонтальных поперечных перемещений колесных пар во времени для двух случаев технического состояния формы профиля колес скоростного вагона: профиль нового колеса (по ГОСТ 9036) в начальном состоянии (рис. 1, а) и в изношенном (рис. 1, б).

Исходные графики получены путем компьютерного моделирования движения скоростного экипажа [2]. Из рис. 1, а видно, что для новых колес автоколебания затухают значительно (почти в два раза) быстрее, чем для изношенного профиля колес (рис. 1, б). Эти примеры подтверждают высокую чувствительность величины критической скорости к форме профиля (техническому состоянию поверхности катания колес). Величина критической (пороговой) скорости является определяющим параметром при выяснении условий устойчивости движения рельсовых экипажей. В режиме автоколебаний резко ухудшаются показатели качества хода экипажа, отбирается мощность локомотива для поддержания этих паразитных колебаний, усиливается воздействие на путь и появляется реальная угроза безопасности движения. Для каждой единицы подвижного состава, локомотива или вагона, имеется своя величина критической скорости движения. В результате, например, для грузовых вагонов с заявленной в технической документации конструкци-

онной скоростью 120 км/ч, в эксплуатации по мере износа колес приходится ограничивать скорость грузовых поездов до 70...80 км/ч ввиду повышенной опасности схода с рельсов вагонов.

Главным показателем устойчивости рельсового экипажа от схода с рельсов является отношение горизонтальной силы взаимодействия колеса и рельса Y к вертикальной нагрузке Q (рис. 2).

Для предотвращения возможности вкатывания гребня колеса на головку рельса отношение Y/Q не должно превышать 0,8 [3]. Наличие превышающего дисбаланса колесной пары может нарушить это соотношение. Интересен тот факт, что действующими на сегодня правилами ремонта [4] регламентируется

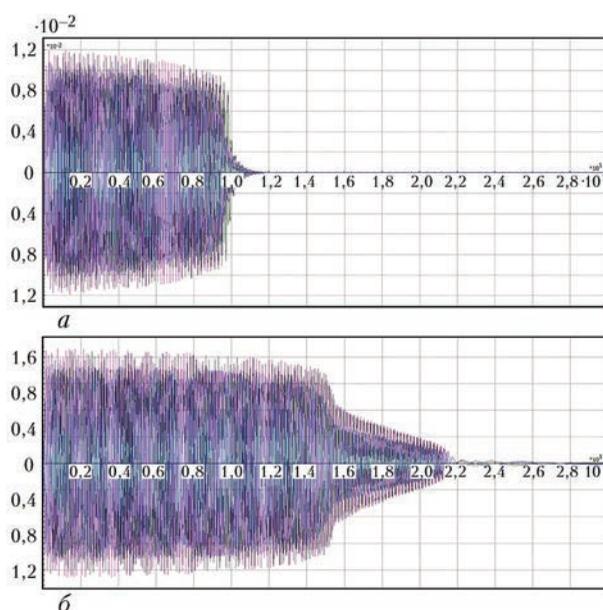


Рис. 1. Результаты компьютерного моделирования движения скоростного вагона: а – профиль нового колеса в начальном состоянии; б – в изношенном

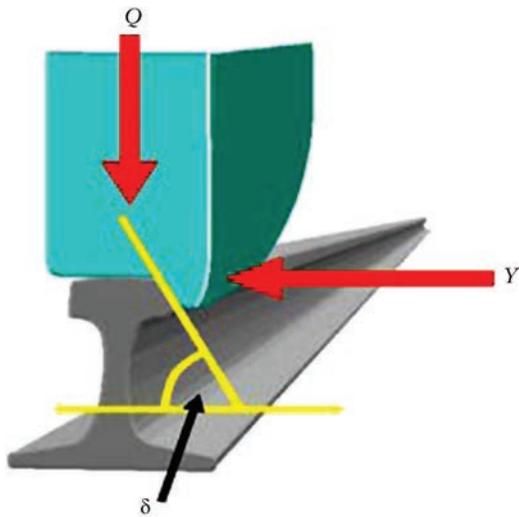


Рис. 2. Принципиальная схема взаимодействия колеса с рельсом $Y/Q = (\tan\delta - \mu)/(1 + \mu \tan\delta)$

проводить эту операцию только для тех транспортных средств, конструкционная скорость которых превышает 120 км/ч. Считается, что при меньших скоростях величина остаточного дисбаланса не оказывает существенного влияния на конструкционную прочность узлов пассажирского вагона. Это вопрос спорный, поскольку научные исследования свидетельствуют о том, что с ростом величины остаточного дисбаланса частота собственных колебаний колесной пары начинает приближаться к рабочей частоте вращения, вследствие чего наблюдается резкое увеличение амплитуды автоколебаний («виляния»). Конечно, к возникновению явления резонанса и к полному механическому разрушению поверхности профиля колес и рельс на скоростях до 120 км/ч это не приведет, но стать причиной ускоренного их износа вполне вероятно.

Сегодня скорости пассажирских перевозок уже достигли 160 км/ч, а значит, проблема контроля величины остаточного дисбаланса колесных пар становится актуальной. Снизить до нормируемых значений остаточный дисбаланс колесной пары можно только путем их динамической балансировки. Существуют две различные методики проведения балансировки колесных пар, одна – относительно центра катания обода (бандажей), другая – относительно центра вращения оси. На самом деле, проблема не в выборе способа балансировки, а в способе коррекции дисбаланса. Большинство производителей балансировочных станков для колесных пар предлагают способ коррекции дисбаланса – удаление избыточной массы металла в «тяжелом месте» с внутренней поверхности обода колеса механически при помощи фрезерного, либо токарного станка. Однако данный способ имеет существенные недостатки.

Первый недостаток – низкая ремонтпригодность колесной пары для повторной коррекции дисбаланса, которая после неравномерного из-

носа ободов колес в период эксплуатации будет, практически, невозможна. Вследствие механической обработки мы уменьшаем с обратной стороны толщину обода в одном определенном месте и тем самым снижаем эксплуатационный пробег всего колеса из-за нормируемых допусков по толщине обода.

Второй недостаток – снижение прочности колеса в месте сопряжения обода с диском, так как именно в этом месте фрезерованием вносим изменения в структуру кристаллической решетки материала обода, которая сформировалась после литья металла.

Третий – возникновение неравномерности температурного нагрева обода и диска колеса в процессе торможения колодками из-за уменьшения толщины обода в месте фрезерования. Следствием этого является разница в величине радиальных напряжений, возникающих по кругу оси вращения, с внутренней стороны сопряжения обода и диска колеса.

В данной работе предложен к рассмотрению вариант коррекции дисбаланса прямо противо-



Рис. 3. Пример закрепления корректирующего груза на оси колесной пары

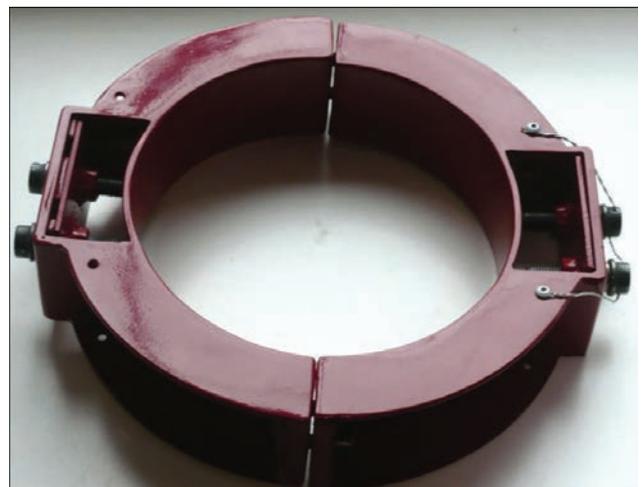


Рис. 4. Корректирующий груз

положный первому – добавление недостающей массы металла в «легком месте» путем установки корректирующих грузов на проточенной цилиндрической части оси вблизи шейки колеса (рис. 3).

Корректирующий груз представляет собой набор металлических пластин [5] различной толщины и веса, которые жестко закреплены на специальном металлическом хомуте (рис. 4).

При таком варианте коррекции дисбаланса удастся сохранить целостность литой структуры кристаллической решетки материала (металла) обода колеса и избежать указанных выше недостатков.

Преимущества предлагаемого нами варианта коррекции дисбаланса колесных пар:

- возможность многократно в ходе эксплуатации изменять не только общий вес пластин, но и положение корректирующего груза на оси при повторной коррекции дисбаланса колесной пары;

- съемный хомут может быть многократно и повторно использован на случай смены колес;

- не нарушается целостность материала ободов колес, а следовательно, и их механическая прочность после коррекции дисбаланса остается без изменений;

- экономия материальных затрат на приобретение необходимого для коррекции дисбаланса дорогостоящего фрезерного станка, а в дальнейшем, и на его техническое обслуживание;

- возможность одновременно проводить две технологические операции (балансировку и коррекцию) на одном и том же балансировочном станке, причем без каких-либо количественных ограничений процесса;

- значительно сокращаются общие энергозатраты, трудозатраты и время на проведение всех технологических операций за счет исключения их из технологического процесса;

- исключение лишнего технологического перемещения колесной пары от балансировочного

станка к фрезерному станку и обратно (для контрольного пуска);

- нет необходимости проведения испытаний на прочность бандажей колес после их фрезерования;

- экономия потребления электроэнергии (до 8 кВт/ч) при работе фрезерного станка;

- отпадает необходимость содержать в штате дополнительно вторую рабочую единицу – слесаря-фрезеровщика.

Выводы

Динамическая балансировка колесных пар позволит:

- увеличить межремонтный пробег колесных пар за счет снижения скорости деградиационных процессов износа поверхности профиля колес;

- повысить общий уровень безопасности скоростного движения за счет улучшения динамики движения вагона по рельсовому пути и лучшей управляемости вагонов;

- снизить энергозатраты (экономия топлива или электроэнергии) на тяге пассажирского состава за счет снижения сопротивления движению по рельсам.

1. *Автоколебания и устойчивость движения рельсовых экипажей* / Ю.В. Демин, Л.А. Длугач, М.Л. Коротенко, О.М. Маркова. — Киев: Наук. думка, 1984. — 160 с.
2. *Демин Ю.В., Черняк А.Ю., Демин Р.Ю.* Математическое моделирование и динамика подвижного состава железных дорог // *Залізничний транспорт України*. — 2007. — № 4. — С. 3–8.
3. *Черняк А.Ю.* Компьютерная модель для оперативного определения вероятных причин схода с рельсов грузовых вагонов. Ч. 1. // *Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля*. — 2010. — № 5(147). — С. 40–46.
4. *Інструкція з огляду, обстеження, ремонту та формування вагонних колісних пар: №ЦЛ-ЦВ-0062.* Затв. наказом Укрзалізниці від 01.04.2005 р. № 067-Ц. — Київ, 2005. — 103 с.
5. *Декларац.* пат. UA № 57612. Балансувальний вантаж / К.Ф. Боряк, В.А. Калашник, И.И. Петков, В.И. Силкин. — Киев: УКРПАТЕНТ, 2011. — Бюл. № 5.

A new original method is proposed for correction of unbalance of railway wheel pairs, differing from the known traditional methods by its flexibility and applicability under the conditions of currently available technology of wheel pair examination in enterprises of SART of Ukraine. Practical value of the new method consists in extension of interrepair run (operating life) of railway wheel pairs, as well as saving material costs, associated with purchasing specialized expensive technological equipment, required to perform the procedure of wheel pair unbalance correction.

Keywords: imbalance, unbalance of wheel pair, offset weights, balancing machines, operating life, interrepair run

*Поступила в редакцию
04.02.2016*