

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕНЗОМЕТРИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ КОЛЕС ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

© 2022 г. Выплавень Владимир Сергеевич*, Бехер Сергей Алексеевич
Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Новосибирск, ул.
Дуси Ковальчук 191
*-vladimir97927@gmail.com, 89232319779

Эксплуатация колесных пар грузовых вагонов ведет за собой образование дефектов на поверхности катания колеса. Наиболее распространенными дефектами являются ползуны, навары, выщербины и неравномерный прокат колеса, возникающие в следствии неисправности тормозного оборудования, резкого торможения и работы горочных комплексов. В процессе движения поезда железнодорожный путь подвергается ударному воздействию. Возникающая при этом динамическая погонная нагрузка не должна превышать допустимую (168 кН/м). Наезд дефектного колеса на рельс сопровождается возникновением высокой ударной нагрузки, в несколько раз превышающей статическую [1]. Отклонение от допустимой погонной нагрузки приводит к появлению дефектов в верхнем строении пути и в ходовой части грузовых вагонов, что влечет за собой риски возникновения аварий, повреждений инфраструктуры железнодорожного пути и сход подвижного состава с рельс.

Классическим методом обнаружения дефектов поверхности катания колеса является визуально-измерительный контроль с использованием абсолютного шаблона. Недостатками такого метода являются значительные временные затраты и неполный осмотр поверхности катания из-за того, что доступ к нижней части поверхности катания ограничен. Дефекты, возникшие в процессе эксплуатации, при длительном движении поезда, полностью или частично закатываются в поверхность катания колеса, следовательно они не будут обнаружены при визуальном осмотре. Однако существует опасность их повторного появления. Решением описанных проблем является внедрение автономной системы контроля колес подвижного состава в режиме реального времени при его эксплуатации. Существует множество как российских, так и зарубежных комплексов, предназначенных для контроля поверхности катания железнодорожных колес в движении. Комплексы используют различные подходы неразрушающего контроля: лазерный контроль, контроль с использованием оптоволокну и виброконтроль [2, 3]. Широко используемым методом контроля колес является тензометрический. Он основан на измерении вертикальных деформаций рельса под нагрузкой от колеса. По показателям деформаций определяется динамическая нагрузка колеса на рельс и наличие дефектов на поверхности катания колеса.

В работе представлен измерительный комплекс, спроектированный на базе быстродействующей тензометрической системы «Динамика-3» [4]. Система регистрирует деформации шейки рельса под нагрузкой от колеса. Результаты измерений обрабатываются специализированным программным обеспечением. Представленные алгоритмы обработки сигналов деформаций, основаны на спектральном и корреляционном анализе [5, 6]. Результаты работы алгоритмов апробировались испытаниями при многократном проходе подвижного состава по кольцевому пути. Перед началом испытаний все колёсные пары подвергались визуально-измерительному контролю, по результатам которого оценивалась работоспособность предложенных алгоритмов.

В ходе испытаний проконтролирована 261 колесная пара. Дефекты размером более 40 мм распознаны тензометрическим методом с вероятностью более 50%. Выявлена и проанализирована группа дефектов, обнаружение которых затруднено ввиду их расположения, размеров и формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bekher S.A., Kolomeets A.O.: Increasing the reliability of quality control of the wheels of freight cars in motion using digital data processing // Russian Journal of Nondestructive Testing, 2015, V. 51, P. 179-184.
2. Kundu P., Darpe A.K., Singh S.P., et al. Review on Condition Monitoring Technologies for Railway Rolling Stock // Proceedings of the European Conference of the PHM Society, 2018. Sept 24, Philadelphia, PA, 2018. V. 4.
3. Filograno M.L., Corredera P., Rodríguez-Plaza M., et al. Wheel Flat Detection in High-Speed Railway Systems Using Fiber Bragg Gratings // IEEE Sensors Journal, 2013, V. 13, iss. 12, No 6563101, P. 4808-4816.
4. Stepanova L.N., Kabanov S.I., Bekher S.A., et al. Microprocessor multi-channel strain-gauge systems for dynamic tests of structures // Autom. Remote Control, 2013, V. 74, iss. 5, P. 891-897.
5. Bogdevicius M., Zygiene R., Bureika G., et al. An analytical mathematical method for calculation of the dynamic wheel-rail impact force caused by wheel flat // Vehicle System Dynamics, 2016. V. 54, iss. 5, P. 689-705.
6. Krummenacher G., Ong C.S., Koller S., et al. Wheel Defect Detection with Machine Learning // IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems, 2018. V. 19. No 4. P. 1176-1187.