

Д.В. ДМИТРИЕВ, канд. техн. наук, КУЭТТ (Украина)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ В ХОДЕ ИХ ОБЫЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

На прикладі «Автоматизованої системи поточного контролю» коротко представлений досвід застосування і перспективи розвитку даної концепції діагностування механічної частини залізничного рухомого складу.

На примере «Автоматизированной системы текущего контроля» кратко представлены опыт применения и перспективы развития данной концепции диагностирования механической части железнодорожного подвижного состава.

On an example «Automated diagnostic system» are submitted experience of application and prospect of development of the given concept of diagnosing of a mechanical part of the railway rolling-stock.

Постановка проблемы

Необходимость «приблизить» столицу к крупным городам Украины вызвала к жизни проект под названием «Столичный экспресс», заключающийся во введении в эксплуатацию дневных парных скоростных пассажирских поездов. Эта новация для отечественного железнодорожного транспорта, с технической точки зрения, заключалась в повышении эксплуатационных скоростей при обеспечении безопасности движения и комфорта пассажиров. Указанная задача осложнялась тем, что в предыдущее десятилетие наблюдалось явление повышенного износа поверхностей катания (в частности гребней) у грузовых вагонов, которые, эксплуатируясь на одних и тех же линиях с пассажирскими поездами, ухудшают техническое состояние железнодорожного пути. Таким образом, потребовались средства оперативного и объективного надзора за текущим техническим состоянием, в первую очередь, ходовых частей вагонов скоростных поездов и железнодорожного пути по маршрутам их следования. Для эффективного решения названной задачи и была создана концепция АСТК [1].

Анализ публикаций и цель статьи

По мнению автора, один из основных недостатков некоторых из разрабатываемых бортовых систем контроля состоит в их узкой специализации. Примером таких систем могут служить: а) определение схода подвижного состава с рельсов [2, 3]; б) контроль безопасного прохода кривых скоростным поездом [4]; в) контроль полноставности поезда [5] и др. Внедрение таких систем может быть осуществлено в кратчайшие сроки. Но ориентация на эти

системы создаст определённые трудности согласования в будущем при неизбежном объединении подобных систем, например, с целью их интегрирования в систему автоматического управления поездом.

Другая особенность отдельных систем диагностики, аналогичных АСТК, заключается в значительном количестве однотипных датчиков, устанавливаемых на контролируемом объекте [6]. Такой подход представляется автору экстенсивным.

Настоящая статья посвящена изложению основных научных результатов полугодового опыта эксплуатации первой очереди АСТК, получившей наименование АСТК-1П, а также перспективам развития названной системы.

Известен ряд систем, достаточно близких по назначению к АСТК, но находящихся на различных стадиях предварительной проработки и ориентированных в основном на диагностику тягового, в том числе мотор-вагонного, подвижного состава [7...9]. Наиболее близкие аналоги АСТК-1П представлены в работах [10, 11].

Основные результаты применения АСТК

Бортовые регистраторы первой очереди АСТК установлены на вагонах первого и второго классов скоростного поезда Киев – Днепропетровск – Киев. Ходовые части этих вагонов однотипные, а масса брутто вагонов отличается менее чем на одну тонну, что определяет качественную и количественную близость их ходовых динамических качеств. По итогам эксплуатации обоих вагонов, контролируемых с помощью АСТК-1П, отмечено, что регистрируемые для них соответствующие величины показателей плавности хода W в целом мало отличаются. Существенное качественное отличие W ус-

тойчиво наблюдается при вертикальных колебаниях на высоких скоростях движения между обеими тележками одного и того же вагона. На рис. 1 и 2 показаны усредненные значения W , полученные по ускорениям, измеряемым на нижней раме вагонов вблизи пятников. Наблюдаемые резонансные явления для вторых по ходу движения тележек на скоростях движения 100...110 км/ч (см. рис. 2) связаны с перераспределением вертикальной нагрузки на тележки одного вагона при действии продольных ускорений, возникающих в процессе движения в режиме тяги.

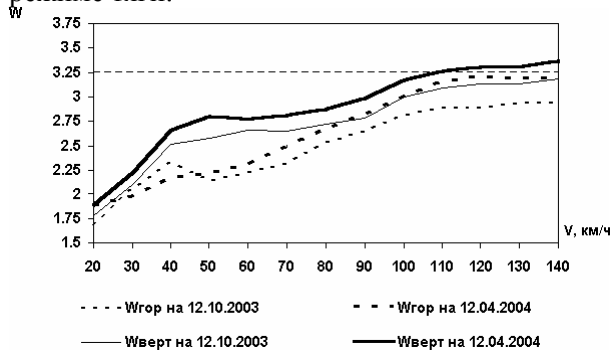


Рис. 1. Усредненные значения показателей плавности хода для переднего пятника

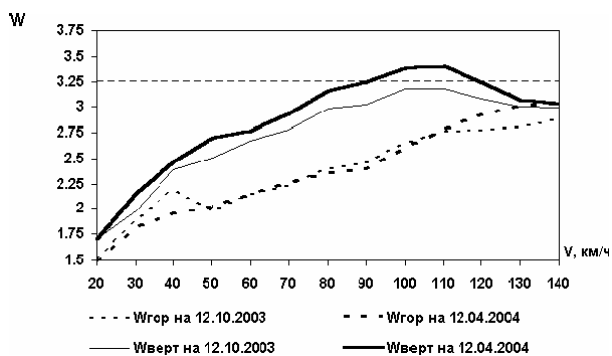


Рис. 2. Усредненные значения показателей плавности хода для заднего пятника

Нужно отметить, что в течение первых шести месяцев эксплуатации значения показателей плавности хода для горизонтального (поперечного) $W_{гор}$ и вертикального $W_{верт}$ направлений эволюционировали различным образом. Показатели $W_{гор}$ в первые три месяца изменялись незначительно, а основной их рост происходил в последующее время. Показатели $W_{верт}$, напротив, достигли нынешнего уровня за первые месяцы эксплуатации вагонов, и в дальнейшем их рост практически прекратился.

Наряду с отмеченным постепенным повышением уровней показателей плавности хода, вызванным износом элементов ходовых частей и естественным ухудшением технического состояния железнодорожного пути по маршруту следования скоростного поезда, в моменты раз-

вития некоторых неисправностей ходовых частей отмечается более существенное и быстрое изменение регистрируемых текущих значений W . Эти изменения используются в АСТК как один из признаков дефектов ходовых частей для целей диагностики. Всего за отчетный период зафиксированы четыре случая подобного изменения значений W , связанные со следующими неисправностями ходовых частей у контролируемых АСТК-1П вагонов: а) тонкий гребень и увеличенный зазор в узлах крепления гасителя колебаний – для вагона первого класса; б) остроконечный накат гребня и разрушение деталей буксового подшипника – для вагона второго класса.

В качестве примера на рис. 3 и 4 показано изменение значений $W_{гор}$ над тележкой вагона первого класса при повышенном износе гребня на одном из колёс внешней колёсной пары этой тележки.

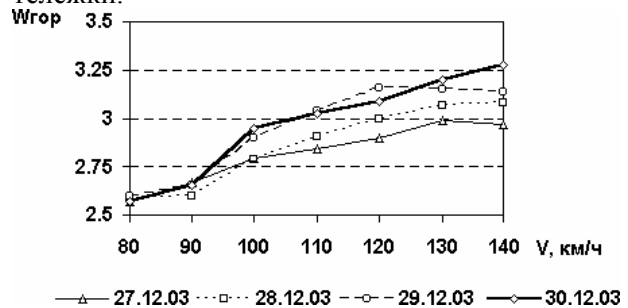


Рис. 3. Значения показателей $W_{гор}$ при диагностировании тонкого гребня (период развития неисправности)

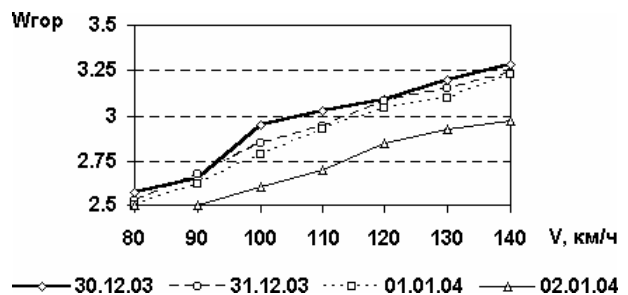


Рис. 4. Значения показателей $W_{гор}$ при диагностировании тонкого гребня (период приработки)

В рассматриваемом случае средства АСТК начали регистрировать рост значений $W_{гор}$ за двое суток, начиная с 28.12.2003, до замены колёсной пары 30.12.2003, что позволяет сделать вывод о возможности диагностирования подобной неисправности на ранних стадиях её развития. При этом обращает на себя внимание особенность, состоящая в том, что после замены дефектной колёсной пары на новую, некоторое время протекал период приработки, при котором сохранялся повышенный уровень значений W (см. рис. 4.). Указанный период при-

работки отмечен и при диагностировании остальных неисправностей, сопровождавшихся заменой дефектного элемента новым. Во всех случаях период приработки был равен или несколько короче периода развития неисправности. Указанное явление автор именуется «эффектом клубка» (по аналогии с клубком пряжи, который «сколько наматывается, – столько и разматывается»).

Как числовой пример в табл. 1 сведены фактические данные при обнаружении 11.02.2004 увеличенного зазора в узлах крепления гидравлического гасителя колебаний у тележки котловой стороны (во время рейса по маршруту Киев – Днепропетровск вагоны скоростного

поезда движутся котловой стороной вперёд). Анализируя приведенные данные, можно отметить малую статистическую изменчивость значений показателей плавности хода в течение суток для вертикального направления, особенно у исправной в данном случае некотловой тележки – отдельные значения $W_{\text{верт}}$ для которой совпадают до сотых долей, что объясняется большой длительностью регистрации ускорений. Сопоставляя данные в табл. 1 о текущих значениях показателей плавности хода для горизонтального (поперечного) направления, можно видеть, что для неисправной тележки 11.02.2004 был зарегистрирован их повышенный уровень.

Таблица 1

Данные для рейса Киев – Днепропетровск за 10 (числитель) и 11 февраля (знаменатель) 2004 г.

Диапазон скоростей движения, км/ч	Показатели плавности хода вагона, зарегистрированные вблизи пятника				Длительность измерения ускорений, с
	котловой стороны		некотловой стороны		
	в поперечном направлении	в вертикальном направлении	в поперечном направлении	в вертикальном направлении	
86...95	2,68 / 2,75	2,93 / 2,93	2,46 / 2,50	3,19 / 3,19	1451 / 1352
96...105	2,83 / 2,96	3,17 / 3,13	2,58 / 2,64	3,38 / 3,38	5517 / 5220
106...115	2,91 / 3,09	3,22 / 3,26	2,63 / 2,72	3,34 / 3,41	2626 / 2363
116...125	3,02 / 3,16	3,30 / 3,30	2,77 / 2,87	3,21 / 3,24	2055 / 2363
126...135	3,02 / 3,17	3,32 / 3,30	2,81 / 2,94	3,12 / 3,11	1231 / 1077
136...145	3,00 / 3,22	3,28 / 3,29	2,89 / 3,06	3,01 / 3,01	637 / 670

Выводы и перспективы

Средства «Автоматизированной системы текущего контроля» с помощью анализа показателей плавности хода позволяют, в том числе на ранних стадиях развития неисправностей ходовых частей пассажирских вагонов, диагностировать следующие дефекты: тонкий гребень, остроконечный накат гребня, разрушение деталей буксовых подшипников и увеличенные зазоры в узлах крепления гидравлических гасителей колебаний.

Теоретические расчёты показывают, что с помощью АСТК имеется возможность выявления широкого круга дефектов ходовых частей, связанных с изменением динамических качеств вагонов. Вопрос о практической возможности диагностирования конкретных неисправностей ходовых частей будет решаться по мере накопления опыта эксплуатации рассматриваемой системы.

Вместе с тем, поскольку в условиях обычной эксплуатации скоростного поезда случаи дефектов ходовых частей оказались редкими, то для ускорения экспериментального подтверждения выявляемости конкретных неис-

правностей с помощью АСТК целесообразно провести натурные испытания вагонов с искусственно созданными соответствующими дефектами.

Имеющийся опыт эксплуатации АСТК-1П позволяет заключить, что открылась принципиально новая для железнодорожного транспорта возможность наблюдения в условиях обычной эксплуатации за процессом изменения во времени ходовых динамических качеств вагона под влиянием развития конкретной неисправности его ходовых частей. Эти данные важны для понимания причин и закономерностей развития неисправностей с целью прогнозирования и предотвращения последних.

Кроме основного предназначения, текущие данные АСТК об уровнях ускорений кузова могут использоваться для следующих перспективных систем пассажирских вагонов: а) активного гашения колебаний, в том числе продольных; б) наклона кузова на кривом в плане участке пути с целью увеличения скорости движения. Названные системы в последние годы активно внедряются на сети железных дорог стран ЕС и можно прогнозировать появление

подобных разработок в недалёком будущем на Украине.

В ближайших планах по расширению функциональных возможностей АСТК находится оснащение бортовых регистраторов обоих вагонов, контролируемых АСТК-1П рядом дополнительных датчиков. Для этого изготовлены опытные образцы датчиков давления сжатого воздуха и датчиков для измерения температуры, которые успешно прошли лабораторные, а также статические натурные испытания. Датчиками давления будут оборудованы тормозные цилиндры и тормозные магистрали, а термодатчиками – все корпуса букс. На этом же этапе будет решён вопрос о целесообразности установки (в дополнение к имеющимся на нижних рамах вагонов) акселерометров на рамах тележек и/или корпусах букс.

На следующем этапе развития АСТК планируется организация оперативного поста на локомотиве (как вариант и в штабном вагоне) поезда, охваченного системой. После этого откроется возможность передавать машинисту или соответствующему автомату следующую экстренную информацию от бортовых регистраторов, установленных на вагонах: о сходе тележки с рельсов; о целостности (разрыве) поезда; о перегреве букс; о неотпуске тормозов и др. Для осуществления передачи информации по радиоканалу между вагонами и локомотивом выбрано соответствующее оборудование. В настоящее время завершены лабораторные и подготавливаются натурные испытания модуля приёмника сигналов системы глобального позиционирования, которым намечено оснастить оперативный пост АСТК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дёмин Р.Ю., Дёмин Ю.В., Дмитриев Д.В. Компьютерная система контроля состояния ходовых частей пассажирских вагонов // *Залізничний транспорт України*. – 2003. – №5. – С.4-6.
2. Устройство идентификации схода с рельсов вагона подвижного состава. Пат. 2199456 Россия, МПК⁷ В 60 Т 7/12. НИИ измерит. систем,

- Капля Э. И. №2000110036/28, Заявл. 20.04.2000; Оpubл. 27.02.2003. Рус.
3. Method and apparatus for detecting railroad car derailment: Заявка 1104734 ЕПВ, МПК⁷ В 61 К 13/00, В 61 F 9/00. Tokyu car corp., Sato K. № 98936719.8; Заявл. 10.08.1998; Оpubл. 06.06.2001. Англ.
 4. Train speed safety system: Заявка 2356707 Великобритания, МПК⁷ G 05 D 13/00, В 61 L 3/00. DaimlerChrysler AG, Edwards T. №9924607.6; Заявл. 18.10.1999; Оpubл. 30.05.2001; НПК GIN. Англ.
 5. Verfahren und Einrichtung zum Überwachen der Vollständigkeit eines Zuges: Заявка 19930252 Германия, МПК⁷ В 61 L 15/00. Daimler-Chrysler AG, Kalberlah H., Himmelstein G., Ott N., Eckert G. №19930252.9; Заявл. 25.06.1999; Оpubл. 11.01.2001. Нем.
 6. Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen: Заявка 10020521 Германия, МПК⁷ G 01 M 17/10. Deutsche Bahn AG, Sunder R., Kolbasseff A., Kieninger K., Ackermann T., Saglitz M. № 10020512.6; Заявл. 19.04.2000, Оpubл. 31.10.2001. Нем.
 7. Tediagnostica di una vettura ferroviaria in servizio, tramite rete GSM. Simeoni L. *Ing. ferrov.* 2000. 55, № dic., с. 795-804, 850. Ит.
 8. Einrichtung zur Konvertierung von Kommunikationsprotokollen zwischen einem Fahrzeugbus und einem Zugbus in einem Zugkommunikationssystem: Заявка 19929608 Германия, МПК⁷ H 04 L 12/403. Deutsche Bahn AG, Gralla D., Witte S., Heinz S. №19929608.1; Заявл. 28.06.1999; Оpubл. 11.01.2001. Нем.
 9. Guo Qu-yi, Zhao Yan-hua, Zou Jie, Lu Xiang-yang. Tiedao xuebao=J. China Railway Soc. 2002. 24, № 1, с. 48-51. Кит.
 10. Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen und zur Diagnose von Komponenten von Schienenfahrzeugen: Заявка №10062602 Германия, МПК⁷ G 01 M 17/08. Deutsche Bahn AG, Saglitz M., Guo Y. №10062602.5; Заявл. 12.12.2000; Оpubл. 13.06.2002. Нем.
 11. Бондаренко П.Н., Мурсаев А.Х., Ромен Ю.С., Сафьянников Н.М. Информационная технология непрерывного контроля железнодорожного транспорта в процессе эксплуатации // *Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім.В.Даля. Технічні науки*. – Луганськ. – 2003. – № 9 (67). – С. 209-212.