УДК 656.1/.5

© О. В. Щербакова, аспирант
© С. А. Евтюков, д-р техн. наук, профессор
© С. Н. Доценко, зав. лабораторией
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: w.olga.v_ne@mail.ru, s.a.evt@mail.ru,
dot_se_nko@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-2-224-231

© O. V. Scherbakova, post-graduate student
© S. A. Evtyukov, Dr. Sci. Tech., Professor
© S. N. Dotsenko, laboratory head
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: w.olga.v_ne@mail.ru, s.a.evt@mail.ru,
dot_se_nko@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ АВТОПОЕЗДА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РАБОЧЕЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ТС

EXPERIMENTAL STUDY OF DIAGNOSTIC PARAMETERS OF BRAKE PROPERTIES OF ROAD TRAINS AND ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE VEHICLE BRAKING SYSTEM

Представлены результаты стендовых испытаний автопоездов и оценка эффективности работы их рабочей тормозной системы, алгоритм технического диагностирования рабочей тормозной системы автопоезда категории N3 + O4 на силовом роликовом тормозном стенде IW 7 Eurosystem и порядок оценки результатов диагностирования технического состояния тормозных систем транспортных средств по результатам стендовых испытаний.

Ключевые слова: диагностирование, автопоезд, стендовые испытания, роликовый тормозной стенд, рабочая тормозная система.

The paper presents the results of bench tests of road trains and assessment of the effectiveness of their braking system. There has been worked out a technical diagnostic algorithm of the braking system of category N3 + O4 trains on the power roller brake tester of the IW 7 Euro-system. The authors present the rule evaluation results of diagnosing the technical condition of vehicle braking systems based on the results of bench tests.

Keywords: diagnosis, road train, bench tests, roller brake tester, operation braking system.

Стендовые испытания на предмет соответствия технического состояния автомобильных транспортных средств (ТС) требованиям ГОСТ Р 51709–2001 [4] с целью определения возможности их допуска в эксплуатацию необходимо проводить ежегодно, а также по результатам выполнения каждого технического осмотра автопоезда с периодичностью 15 тыс. км пробега. В соответствии с методикой контроля технического состояния ТС, установленной ГОСТ 51709–2001, было произведено измерение диагностических параметров на автопоезде в составе тягача Scania R 114 LA 4×2 LA 340 SLA VIN № 9BSR4X20003592673 и полуприцепа Schmitz Cargobull SPR 24 VIN № WSM00000003146303 на новом силовом роликовом тормозном стенде IW 7 Eurosystem с использованием радиодат-

чиков давления RCD 20-2 для пневматических тормозных систем. По результатам проведенного диагностирования был разработан алгоритм технического диагностирования рабочей тормозной системы (РТС) автопоезда категории N3 + O4 на силовом роликовом тормозном стенде IW 7 Eurosystem:

1. Чистый тягач и полуприцеп с чистыми и сухими шинами допускается к въезду на линию технического контроля.

2. Перед проведением измерений необходимо проверить соответствие шин требованиям ГОСТ Р 51709–2001:

2.1. Проверить давление в каждой шине и довести до значения, указанного в инструкции по эксплуатации автопоезда.

2.2. Проверить, чтобы на первой измеряемой оси были шины с одинаковым рисунком протектора.

2.3. Проверить, чтобы глубина рисунка протектора соответствовала требованиям ГОСТ Р 51709–2001 для данного типа ТС.

3. Проверить по манометру рабочей тормозной системы значения давления в пневматическом приводе тормозной системы при работающем двигателе.

3.1. Довести давление в пневматическом приводе рабочей тормозной системы до значения начала диапазона параметра рабочего процесса, соответствующего исправному техническому состоянию рабочей тормозной системы ТС.

4. Испытания на силовом роликовом тормозном стенде каждой оси автопоезда:

4.1. Установить радиодатчики давления для пневматических (RCD 20-2) систем на контрольные выходы пневматического привода контуров рабочей тормозной системы, обеспечивающих давлением конкретную проверяемую ось, а также датчик P_m — на контрольный вывод питающей магистрали пневматического привода (рис. 1), а радиодатчики P_{x1} — на контрольный вывод правого колеса, P_{x2} — на контрольный вывод левого колеса [14] (рис. 2).

4.2. В меню программы Eurosystem указать, какому датчику соответствует какое колесо диагностируемой оси.

Примечание: в окне давления, фиксируемого датчиками до проведения измерений, должны фиксироваться значения давлений, соответствующих параметрам рабочих процессов, в соответствии с порядком работы пневматического привода тормозной системы.

4.3. Перейти в окно измерений и произвести измерения в соответствии с порядком проверки эффективности действия рабочей тормозной системы.

4.4. Массив данных из файлов «Измерения по скорости» и «Измерения по эффективности пневматического привода рабочей тормозной системы» преобразовать в табличную форму посредством программы Excel.

4.5. В программе Excel по полученному массиву данных построить графики.

4.6. Массивы данных, содержащих информацию о сопутствующих неанализируемых помехах, подлежат исключению.

Примечание: помехи, не подлежащие анализу, изображены на графике в виде высокочастотной модуляции с высокой амплитудой.

Рис. 1. Установка датчика давления P_m на выход из компрессора тягача Scania R 114 LA 4×2 LA 340 SLA

Рис. 2. Датчик давления Rx2

4.7. Графики полученных параметров рабочих процессов подлежат сравнению с эталонными графиками диагностических параметров (рис. 3–6) для данного автопоезда в составе тягача и полуприцепа.

4.8. Если параметры рабочих процессов, зафиксированные в контрольных точках, соответствуют значениям диапазонов нормального функционирования, следует считать контур и рабочие механизмы исследуемой оси исправными.

Если параметры рабочих процессов отвечают диапазону диагностических параметров, соответствующих техническому состоянию, при котором тормозные механизмы подлежат регулировке (на графиках изображены желтым цветом), то необходимо произвести регулировочные работы (в некоторых случаях при невозможности регулировок — замену тормозных колодок на исправные или новые).

Если параметры рабочих процессов соответствуют диапазону диагностических параметров, указывающих на необходимость проведения ремонтных работ, то использование автопоезда по назначению необходимо немедленно прекратить и выполнить ремонт.

Данные проведения диагностирования на роликовом тормозном стенде должны храниться в базе данных, а рекомендации по результатам диагностирования и протоколы диагностирования ТС — в инженерно-технических службах автохозяйств. Рекомендации о необходимости регулировочных работ или ремонта тормозного привода и (или) тормозных механизмов требуют неукоснительного и немедленного технического воздействия на автопоезд для обеспечения БДД.

Рис. 3. Измерение тормозных сил колес передней оси тягача в зависимости от времени при торможении исправной РТС

Рис. 4. Измерение усилия на педаль тормоза на колеса передней оси тягача в зависимости от времени при торможении исправной РТС

Рис. 5. Измерение давления в тормозном контуре колес передней оси тягача в зависимости от времени при торможении исправной РТС

Рис. 6. Измерение давления в тормозных камерах колес передней оси тягача в зависимости от времени при торможении исправной РТС

Далее рассмотрим два случая:

1. ТС работоспособно и может быть продиагностировано на силовом роликовом стенде по предложенному алгоритму технического диагностирования РТС автопоезда категории N3+O4 на силовом роликовом тормозном стенде IW 7 Eurosystem.

2. ТС неисправно, неработоспособно в результате повреждений, полученных при ДТП, и эксперт выполняет анализ, используя сведения из базы данных о предшествующем диагностировании и анализе технических документов о выполненных технических воздействиях (регулировочных, ремонте, замене запасных частей) тормозной системы, составных частей автопоезда. Если рекомендации не выполнялись, то берутся результаты предыдущего диагностирования с учетом прогноза регрессии технического состояния тормозной системы.

В первом случае предлагается оценивать результат диагностирования ТС по разработанному правилу.

Порядок оценки результатов диагностирования технического состояния тормозных систем ТС по результатам стендовых испытаний

Границы диапазонов диагностических параметров необходимо устанавливать в соответствии с технической документацией на конкретную модель ТС. По сводным графикам рабочих процессов, которые для различного технического состояния пневматического привода РТС ТС в режиме реального времени характеризуют их соответствие диагностическим параметрам конкретного диапазона на проверяемом участке, были разработаны диапазоны различных состояний РТС (графическое изображение рассматриваемых диапазонов представлено на рис. 7):

1. Рабочий диапазон (зеленая зона) — номинальный рабочий диапазон, характеризующийся исправной тормозной системой. Производить какие-либо работы не требуется, тормозная система в исправном состоянии и соответствует всем требованиям нормативно-технической документации. Давление должно находиться в интервале от 0,60 до 0,81 МПа (для большинства автомобилей с пневматическим приводом тормозной системы).

2. Диапазон ремонтных и регулировочных работ (желтая зона) — регулировочная, до-

Рис. 7. Манометр давления воздуха в РТС ТС

пустимая для движения в диапазоне давления 0,42–0,55 МПа указывает водителю, что работоспособна запасная тормозная система, обеспечивающая 50 % эффективности работы РТС, диапазон диагностических параметров 0,55–0,60 характеризует соответствие значений параметров технического состояния, при которых необходимы проведение ремонтных и регулировочных работ;

3. Диапазон отказов (красная зона) — необходим ремонт, эксплуатация ТС недопустима, тормозная система неработоспособна, т.е. находится в состоянии, при котором хотя бы один параметр, характеризующий способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической документации — неисправное состояние РТС. Диапазоны давления от 0 до 0,42 МПа и от 0,81 до 1,25 МПа.

Данная методика позволяет:

- дать общую характеристику технического состояния пневматического привода РТС;
- локализовать участок, на котором система негерметична;
- дать рекомендацию о необходимости проведения технического воздействия на систему — регулировки или ремонта конкретного участка магистрали или тормозного механизма.

Манометр давления воздуха в РТС ТС расположен между компрессором и тормозным краном. Является средством контроля технического состояния РТС для водителя.

Предлагаемая методика позволяет с высокой степенью достоверности локализовать неисправность приводов пневматических систем

и характеризовать степень развития дефектов пневматического привода тормозной системы конкретного транспортного средства.

По полученным диагностическим параметрам в результате проведенного исследования выполним оценку технического состояния РТС ТС на предмет соответствия эффективности его торможения на стенде нормативам, установленным ГОСТ Р 51709–2001, а также определим вид взаимодействия звеньев данного ТС.

Рассчитаем параметры движения автопоезда при торможении [5, 15]:

- продольные реакции при торможении:

$$R_{xi_T} = G_T \cdot \varphi_x; \quad (1)$$

$$R_{xi_{\text{пн}}} = G_{\text{пн}}^0 \cdot \varphi_x, \quad (2)$$

где φ_x — коэффициент продольного сцепления шин с опорной поверхностью; G_T — вес тягача в снаряженном состоянии; $G_{\text{пн}}^0$ — вес порожнего полуприцепа;

$$R_{xi_T} = 8167 \cdot 0,75 \cdot 9,81 = 60,09 \text{ кН};$$

$$R_{xi_{\text{пн}}} = 5316 \cdot 0,939 \cdot 9,81 = 48,97 \text{ кН};$$

- условия движения без скольжения:

$$P_{\varphi_T} = R_{z_T} \cdot \varphi_x \geq \sqrt{R_{xi_T}^2 + R_{yi_T}^2}; \quad (3)$$

$$P_{\varphi_{\text{пн}}} = R_{z_{\text{пн}}} \cdot \varphi_x \geq \sqrt{R_{xi_{\text{пн}}}^2 + R_{yi_{\text{пн}}}^2}; \quad (4)$$

- боковой увод возникает в основном под действием поперечной силы, вызывающей боковое смещение колеса:

$$R_{yi_T} = \sqrt{(R_{z_T} \cdot \varphi_x)^2 - R_{xi_T}^2}; \quad (5)$$

$$R_{yi_{\text{пн}}} = \sqrt{(R_{z_{\text{пн}}} \cdot \varphi_x)^2 - R_{xi_{\text{пн}}}^2}; \quad (6)$$

$$R_{yi_T} = \sqrt{61,28^2 - 60,09^2} = 12,02 \text{ кН};$$

$$R_{yi_{\text{пн}}} = \sqrt{24,78^2 - 48,97^2} = \sqrt{-1784,012} \text{ кН};$$

$$P_{\varphi_T} = 61,28 \geq \sqrt{60,09^2 + 12,02^2} = 61,28 \text{ кН};$$

$$P_{\varphi_{\text{пн}}} = 24,78 \geq \sqrt{48,97^2 + (\sqrt{-1784,012})^2} = 24,78 \text{ кН};$$

- удельная тормозная сила γ_T [4]:

$$\gamma_T = \frac{\sum P_{Ti_T}}{G_T}, \quad (7)$$

где $\sum P_{Ti_T}$ и $\sum P_{Ti_{\text{пн}}}$ — сумма тормозных сил на колесах осей тягача и полуприцепа, кН.

$$\gamma_T = \frac{61,28}{8,167 \cdot 9,81} = 0,765 \text{ т};$$

$$\gamma_{\text{пн}} = \frac{24,78}{5,316 \cdot 9,81} = 0,476 \text{ т}.$$

Относительная разность F (в %) тормозных сил колес осей автопоезда рассчитана для каждой оси АТС по результатам проверки тормозных сил на колесах по формуле [4]:

$$F = \left| \frac{P_{T\text{пн}i_T} - P_{T\text{ли}i_T}}{P_{T\text{max}}} \right| 100,$$

где $P_{T\text{max}}$ — наибольшая из тормозных сил.

Рассчитаем разность тормозных сил колес осей автопоезда:

- для передней оси тягача:

$$F = \left| \frac{18,76 - 19,77}{19,77} \right| 100 = 5,1 \%;$$

- для задней оси тягача:

$$F = \left| \frac{11,63 - 11,12}{11,63} \right| 100 = 4,4 \%;$$

- для осей полуприцепа:

$$F = \left| \frac{4,1 - 4,16}{4,16} \right| 100 = 1,5 \%.$$

В соответствии с п. 4.1.3 ГОСТ Р 51709–2001 при проверках на стендах допускается относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) для осей АТС с барабанными колесными тормозными механизмами не более 25 %.

По результатам расчета оценочных параметров по условиям торможения автопоезда выявлено следующее:

- разность тормозных сил колес осей, значения удельной тормозной силы рассматриваемого автопоезда находятся в пределах, допускаемых нормативно-технической документацией, и соответствуют условиям безопасности, что указывает на исправную РТС автопоезда, участвовавшего в эксперименте;

- условия движения без скольжения выполняются;

- взаимодействие звеньев автопоезда осуществляется по условию $\gamma_{\text{пн}} \leq \gamma_T$, при торможении полуприцеп накатывается на тягач.

Таким образом, техническое состояние РТС ТС обеспечивает эффективное торможение автопоезда и отвечает требованиям устойчивости и управляемости ТС. Приведенные выше расчеты подтверждают выполнение условий безопасного движения рассматриваемого АТС и, как следствие, обеспечение должного уровня безопасности дорожного движения.

Новый метод диагностирования позволит повысить качество и быстроту ремонтных работ и

технического обслуживания. На автохозяйствах и станциях государственного технического контроля ТС внедрение представленного метода позволит повысить качество контроля технического состояния ТС, что, в свою очередь, увеличит активную безопасность транспортных средств в условиях их эксплуатации.

Для изготовителя нового силового роликового тормозного стенда IW 7 Eurosystem линии технического контроля автор рекомендует усовершенствовать конструкцию силового стенда. Так, например, в ходе эксперимента возникали проблемы с тем, что достаточно быстро кончался заряд пневморadiодатчиков, что значительно увеличило длительность выполнения исследований по автопоездам.

Также вышеприведенные расчеты показывают, что техническое состояние тормозных свойств влияет на активную безопасность ТС и на безопасность дорожного движения в целом и должно в обязательном порядке исследоваться при проведении автотехнических экспертиз по дорожно-транспортным происшествиям (ДТП), в том числе при определении скорости движения ТС при торможении до столкновения с другими участниками ДТП, что в настоящее время не осуществляется. Вместо этого расчет скорости движения ТС производится по нормативным значениям, одобренным Научно-методическим советом ФБУ РФИЭС по САТЭ 24.02.1995, которые не соответствуют действительности и не учитывают технического состояния тормозной системы ТС, что является существенным недостатком в производстве автотехнических экспертиз.

Библиографический список

1. Евтюков С. А., Васильев Я. В. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий / под общ. ред. С. А. Евтюкова. СПб.: Издательство ДНК, 2004. 288 с.
2. Евтюков С. А., Васильев Я. В. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: справочник. СПб.: Издательство ДНК, 2006. 536 с.
3. Евтюков С. А., Васильев Я. В. ДТП: Расследование, реконструкция и экспертиза. СПб.: Издательство ДНК, 2008. 390 с.
4. ГОСТ Р 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. М.: Изд-во стандартов, 2001. 27 с.
5. Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
6. Судебная автотехническая экспертиза: пособие для экспертов-автотехников, следователей и судей. Ч. II. Теоретические основы и методика экспериментального исследования при производстве автотехнической экспертизы / под ред. В. А. Иларионова. М.: ВНИИСЭ, 1980. 492 с.
7. Пучкин В. А. и др. Оценка дорожной ситуации, предшествовавшей ДТП // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сб. докл. восьмой междунар. конф. СПб., 2008. С. 359–363.
8. Федеральный закон «О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 01.07.2011 № 170.
9. Мирошников Л. В., Болдин А. П., Пал В. И. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Надежность и эффективность в технике. Справочник: В 10 т. Ред. совет: В. С. Авдеевский (председатель) и др. Т. 1. Методология. Организация. Терминология / под ред. А. И. Рембезы. М.: Машиностроение, 1989. 224 с.
10. Румянцев С. И., Синельников А. Ф., Штоль Ю. Л. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник для ПТУ. М.: Машиностроение, 1989. 272 с.
11. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Минавтотранс РСФСР. М.: Транспорт, 1988. 78 с.
12. Боровских Ю. И., Буралев Ю. В., Морозов К. А., Никифоров В. М., Фешенко А. И. Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник. М.: Высшая школа: Издательский центр «Академия», 1997. 528 с.
13. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств» от 11.04.2001 № 290.
14. Оригинальная инструкция по эксплуатации диагностических линий IW / MBT EUROSISTEM. РД 153-34.0-03.205-2001: утв. Министерством энергетики Рос. Федерации 13.04.2001: введ. в действие с 01.11.2001. М.: ЭНАС, 2001. 98 с.
15. Селифонов В. В., Хусаинов А. Ш., Ломакин В. В. Теория автомобиля: учеб. пособие. М.: МГТУ «МАМИ», 2007. 102 с.
16. Щербакова О. В. Обоснование математической модели процесса соударения с целью разработки методики повышения оценки точности определения скорости движения автопоезда в начале опрокидывания на криволинейных траекториях // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 2 (55). С. 252–259.

17. Щербакова О. В. Анализ заключений авто-технических экспертиз по дорожно-транспортным происшествиям // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 2 (49). С. 160–163.

References

1. Evtyukov S. A., Vasil'ev Ya. V. *Rassledovanie i ehkspertiza dorozhno-transportnykh proissheshtviy* [Investigation and examination of road and transport accidents]. Ed. by Evtyukov S. A. St. Petersburg, DNK Publ., 2004, 288 p.
2. Evtyukov S. A., Vasil'ev Ya. V. *Ehkspertiza dorozhno-transportnykh proissheshtviy. Spravochnik* [Examination of the road accidents. Reference book]. St. Petersburg, DNK Publ., 2006, 536 p.
3. Evtyukov S. A., Vasil'ev Ya. V. *DDP: Rassledovanie, rekonstruktsiya, ehkspertiza* [Accidents: Investigation, reconstruction, examination]. St. Petersburg, DNK Publ., 2008, 390 p.
4. GOST R 51709–2001. *Avtotransportnye sredstva. Trebovaniya bezopasnosti k tekhnicheskomu sostoyaniyu i metody proverki* [GOST P 51709–2001. Vehicles. Safety requirements to technical condition and control methods]. Moscow, Izd-vo standartov Publ., 2001, 27 p.
5. Litvinov A. S., Farobin Ya. E. *Avtomobil': Teoriya ehkspluatatsionnykh svoystv* [Automobile: Theory of operational properties]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1986, 240 p.
6. *Sudebnaya avtotekhnicheskaya ehkspertiza: posobie dlya ehkspertov-avtotekhnikov, sledovateley i sudey. Ch. II. Teoreticheskie osnovy i metodika ehksperimental'nogo issledovaniya pri proizvodstve avtotekhnicheskoy ehkspertizy* [Judicial auto-technical examination. Teaching manual for experts-auto-technicians, investigators and judges. Pt. II. Theoretical bases and techniques of pilot study for carrying out the auto-technical examination]. Ed. by Ilarionov V. A. Moscow, VNIIE Publ., 1980, 492 p.
7. Puchkin V. A., et al. *Otsenka dorozhnoy situatsii, predshestvovavshey DTP* [Assessment of the road situation preceding road accident]. *Trudy vos'moy mezhdunar. konf. «Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya v krupnykh gorodakh»* [Proc. of the 8-th Int. conf. "Organization and safety of the road traffic in big cities"]. St. Petersburg, 2008, pp. 359–363.
8. *Federal'nyy zakon «O tekhnicheskoy osmotre transportnykh sredstv i o vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii» ot 01.07.2011 no. 170* [Federal Law "About Technical Inspection of Vehicles and about Introduction of Amendments to Separate Acts of the Russian Federation" of 01.07.2011 no. 170].
9. Miroshnikov L. V., Boldin A. P., Pal V. I. *Diagnostirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley na avtotransportnykh predpriyatiyakh* [Diagnosing of technical condition of cars at the motor transportation enterprises]. *Nadezhnost' i ehffektivnost' v tekhnike. Spravochnik: V 10 t.* [Reliability and efficiency in the equipment. Reference book in 10 vol.]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1989, 224 p.
10. Rumyantsev S. I., Sinel'nikov A. F., Shtol' Yu. L. *Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobiley: uchebnik dlya PTU* [Engineering service and car repair. Textbook for technical training college]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1989, 272 p.
11. *Polozhenie o tekhnicheskoy obsluzhivani i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta* [Provision on maintenance operation and repair of the rolling stock of the motor transport]. Moscow, Transport Publ., 1988, 78 p.
12. Borovskikh Yu. I., et al. *Ustroystvo, tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobiley. Uchebnik* [Design, maintenance operation and car repairs. Textbook]. Moscow, Akademiya Publ., 1997, 528 p.
13. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii «Ob utverzhdenii Pravil okazaniya uslug (vypolneniya rabot) po tekhnicheskoy obsluzhivaniyu i remontu avtomototransportnykh sredstv» ot 11.04.2001 no. 290* [Resolution of the Government of the Russian Federation "About the approval of Rules of rendering services (performance of work) in maintenance operation and repair of auto-motor-vehicles" of 11.04.2001 no. 290].
14. *Original'naya instruktsiya po ehkspluatatsii diagnosticheskikh liniy IW / MBT EUROSISTEM. RD 153-34.0-03.205-2001: utv. Ministerstvom ehnergetiki Ros. Federatsii 13.04.2001. Vved. v deystvie s 01.11.2001* [Original maintenance instruction of the diagnostic IW/ MBT EUROSISTEM lines. RD 153-34.0-03.205-2001. Enforced by the Ministry of Energy of the RF from 13.04.2001]. Moscow, ENAS Publ., 2001, 98 p.
15. Selifonov V. V., Khusainov A. Sh., Lomakin V. V. *Teoriya avtomobilya. Ucheb. posobie* [Theory of the car. Teaching manual]. Moscow, MAMI Publ., 2007, 102 p.
16. Shcherbakova O. V. *Obosnovanie matematicheskoy modeli protsessa soudareniya s tsel'yu razrabotki metodiki povysheniya otsenki tochnosti opredeleniya skorosti dvizheniya avtopoezda v nachale oprokidyvaniya na krivolineynykh traektoriyakh* [Substantiation of mathematical model of collision process for developing techniques of increasing the accuracy of estimating the speed of the line-haul road train at the beginning of overturning on curvilinear trajectories]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 2 (55), pp. 252–259.
17. Shcherbakova O. V. *Analiz zaklyucheniy avtotekhnicheskikh ehkspertiz po dorozhno-transportnym proissheshtviyam* [Analysis of the auto-technical examination reports on road traffic accidents]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2015, no. 2 (49), pp. 160–163.