

**Информация об авторах****Authors**

Козловский А. П. – специалист, Научно-исследовательский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте, г. Москва, e-mail: a_kozlovskiy@icloud.com

Суханов Георгий Иванович – к. т. н., доцент, профессор кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: sgi_upp@irgups.ru

Супруновский Антон Викторович – старший преподаватель кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: as.irgups@gmail.com

A.P. Kozlovskii – Professional staff member of Research Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport, Moscow, e-mail: a_kozlovskiy@icloud.com

Georgii Ivanovich Sukhanov – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., Professor of the Subdepartment of Management of Operational Work, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: sgi_upp@irgups.ru

Anton Viktorovich Suprunovskii – Senior Lecturer at the Subdepartment of Management of Operational Work, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: as.irgups@gmail.com

Для цитирования**For citation**

Козловский А. П. Влияние изменения технологии управления тяговыми ресурсами восточного полигона на эксплуатационную работу / А. П. Козловский, Г. И. Суханов, А. В. Супруновский // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 234–241. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).234–241

Kozlovskii A. P., Sukhanov G. I., Suprunovskii A. V. Vliyanie izmeneniya tekhnologii upravleniya tyagovymi resursami vostochnogo poligona na ekspluatatsionnyu rabotu [The impact of changes in traction resources management technology of the Eastern polygon on operational work]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2019. Vol. 62, No. 2. Pp. 234–241. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).234–241

УДК 629.46

DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).241–250

В. Н. Железняк, К. Н. Лисицынский, Л. В. Мартыненко*Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация**Дата поступления: 06 мая 2019 г.***ОЦЕНКА ДИНАМОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, РЕГИСТРИРУЕМЫХ ТЯГОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ, НА ПЕРЕВАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ ПОЛИГОНА ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

Аннотация. Высокая плотность движения поездов, связанная с ростом объёма грузовых перевозок по всей сети РЖД. Для обеспечения устойчивого плана перевозок, сокращения задержек, предоставления «окон» для ремонтно-путевых работ, а также работ по модернизации контактной сети, регулярно проводятся опытные поездки вагонов-лаборатории.

Для оценки динамических параметров, влияющих на движение подвижного состава, разработаны и внедрены организационные мероприятия. Для статистически подтверждаемой взаимосвязи пути и подвижного состава проводятся испытания с привлечением тягово-энергетической лаборатории. Для регистрации параметров, которые влияют на движение поезда, необходимо иметь исходные данные. Данные снятые с тяговой - энергетической лаборатории позволяют проанализировать продольную динамику на разных участках пути с учетом изменения профиля, плана, а также зависимость изменения сжимающих сил, как для порожних вагонов, так и груженых. Эту информацию, как образцовую, снятую с тягово-энергетической лаборатории (с кассет регистрации), всегда можно использовать в последующем для анализа и сравнения с параметрами, снятыми с кассеты регистрации или скоростемерной ленты при ведении поезда на участке схода. Тягово-энергетическая лаборатория является одним из механизмов в повышение эффективности работы подвижного состава за счет эффективного использования локомотивов. Для анализа характеристик движения, особенно при оценке взаимодействия вагонов с локомотивом является единственной возможностью изучения параметров снятых с тягово-энергетической лаборатории с определённым количеством задач:

- определение весовых категорий локомотивов для выполнения условий по тяге и продольно-динамическим усилиям;
- возможность внесения корректировок в режимные карты вождения поездов;
- разработка документов и рекомендаций по ведению поезда с учётом местных условий;
- определение и проверка норм расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов.

В статье рассмотрено назначение тягово-энергетической лаборатории, регистрация и обработка параметров с тензометрических автосцепок (динамометрических кассет), оценка динамических нагрузок и их взаимосвязь с причинами схода колеса с рельса.

Ключевые слова: тягово-энергетическая лаборатория, параметры работы подвижного состава, весовые нормы грузовых поездов, корректировка режимных карт вождения поездов.



V. N. Zheleznyak, K. N. Lisitsynskii, L. V. Martynenko

Irkutsk State University of Transport, Irkutsk, Russian Federation

Received: May 06, 2019

ASSESSING THE DYNAMOMETRIC PARAMETERS OF THE ROLLING STOCK, RECORDED BY THE TRACTOR-ENERGY LABORATORY, IN THE MOUNTAIN PASS AREAS OF THE EAST SIBERIAN RAILWAY POLYGON SECTIONS

Abstract. *High density of trains is connected with the growth of freight transportation volume throughout the network of Russian railways. In order to increase capacity and ensure the sustainable implementation of the transportation plan, reduce delays, and provide free periods for track repair, as well as work on upgrading the overhead system, experimental trips of track test cars are regularly held.*

To evaluate the dynamic parameters that influence the movement of rolling stock, many technical and organizational measures have been developed and implemented. To statistically confirm the relationship of the track and rolling stock, tests are carried out involving a traction and energy laboratory. To register the parameters that influence the train movement, one must have the original data. The data taken from the traction and energy laboratory allow us to analyze the longitudinal dynamics in different parts of the track, taking into account changes in the profile and plan, as well as the dependence of the changes in the compressive forces, both for empty cars and loaded ones. This information, as an exemplary one, taken from the traction and energy laboratory (from recording tapes) can always be used later for comparison with the parameters taken from the recording tape or speedometer tape when driving a train at the descent section. The traction and energy laboratory is one of the mechanisms of increasing the efficiency of the rolling stock due to the efficient use of locomotives. To analyze traffic characteristics, especially when evaluating the interaction of cars with the locomotive, the only possibility is to study the parameters taken from the traction-energy laboratory with a certain number of tasks:

- *to determine of the tonnage ratings of locomotives to fulfill the conditions of traction and longitudinal and dynamic efforts;*
- *to make adjustments in the parameter charts of train handling;*
- *to develop documents and recommendations on the train driving taking into account local conditions;*
- *to determine and verify fuel and energy resources consumption norms for train traction.*

The article considers the purpose of the traction and energy laboratory, the registration and processing of parameters from strain gauge couplings (dynamometer tapes), the assessment of dynamic loads and their relationship to the causes of wheel derailment.

Keywords: *traction and energy laboratory; rolling stock operating parameters; tonnage ratings of freight trains; adjustment of parameter charts of train handling (permissible speeds).*

Введение

Тягово-энергетические испытания проводятся постоянно, так как участки ВСЖД характеризуются сложным профилем и планом пути. На этих участках имеются затяжные подъёмы и спуски крутизной до 16–24‰, длиною в несколько десятков километров с кривыми, в том числе, малого радиуса (250–500 м) [1, 2].

В результате проведенных опытных поездок с грузовыми поездами различной массы определяется критическая норма массы поезда для данного электровоза и зависимость его расчетного коэффициента сцепления от скорости движения. Определяются обобщенные показатели проскальзывания колесных пар электровоза в поездках с поездами различной массы. Проводится оценка энергетических показателей электровоза, расхода электрической энергии на тягу поездов и коэффициента мощности. Также проводится анализ влияния условий эксплуатации на искажение формы кривых напряжения и потребляемого тока.

Оценка зарегистрированных тягово-энергетической лабораторией показателей работы подвижного состава при ведении состава позволяет раскрыть влияние технических параметров на взаимодействие системы «колесо – рельс». Полученные, обработанные и обобщенные параметры, которые сформированы из большого количества факторов в движении (скорость, рельеф пути, тип подвижного состава и т. д.) связывают различные элементы системы «колесо – рельс» в единое целое [3, 4].

Постановка задачи

Ходовые испытания выполняются с помощью тягово-энергетической лаборатории, которая расположена за опытным локомотивом перед первым вагоном подвижного состава. Эта лаборатория представляет собой вагон, на базе пассажирского вагона, который оборудован всеми необходимыми мерительными и вычислительными средствами. Комплекс измерительных датчиков, установлен на локомотиве и вагоне-лаборатории (на их автосцепках), соединенным шлейфом с измери-

тельно-вычислительным комплексом вагона-лаборатории [5, 6].

Методы измерения сил тяги на локомотиве

Для измерения продольных сил от тяги локомотива и тормозных сил лаборатория оборудована тензометрическими автосцепками, либо гидравлическим кассетным однокамерным динамометром.

Следует отметить, что при регистрации параметров гидравлический и тензометрический способы измерения тягового и тормозного усилия имеют свои достоинства и недостатки, которые приходится учитывать при анализе полученных результатов и их достоверности.

Тензометрический способ получения информации основан на деформации хвостовой части автосцепки от сил тяги и торможения через тензометрические датчики, которые регистрируют сигналы, а аппаратура оценивает в динамике тягово-тормозные силы локомотива в процессе испытаний. Проведение анализа зарегистрированных параметров и их динамику удобно представлять в табличном виде и обобщенных графиках.

Основные параметры, выполняемые при торможении

Для примера показана диаграмма параметров при выполнении торможения (рис. 1). График наглядно, в динамике, показывает изменение текущих параметров.

На профильной карте линиями представлено положение соединенного поезда на заданном профиле пути в периоды торможения:

- момент начала торможения – черная линия с красным треугольником, обозначающим положение головного локомотива;
- момент полной остановки (для остановочных торможений) или начала отпуска (для торможений с последующим отпуском) – фиолетовая линия с фиолетовым ромбом, обозначающим положение головного локомотива;
- момент возникновения в поезде максимальных продольных сил – зеленая линия с оранжевым крестом, обозначающим сечение поезда, в котором была зафиксирована максимальная сила.

Регулировочное торможение в одну ступень 0,08 МПа (движение по профилю)

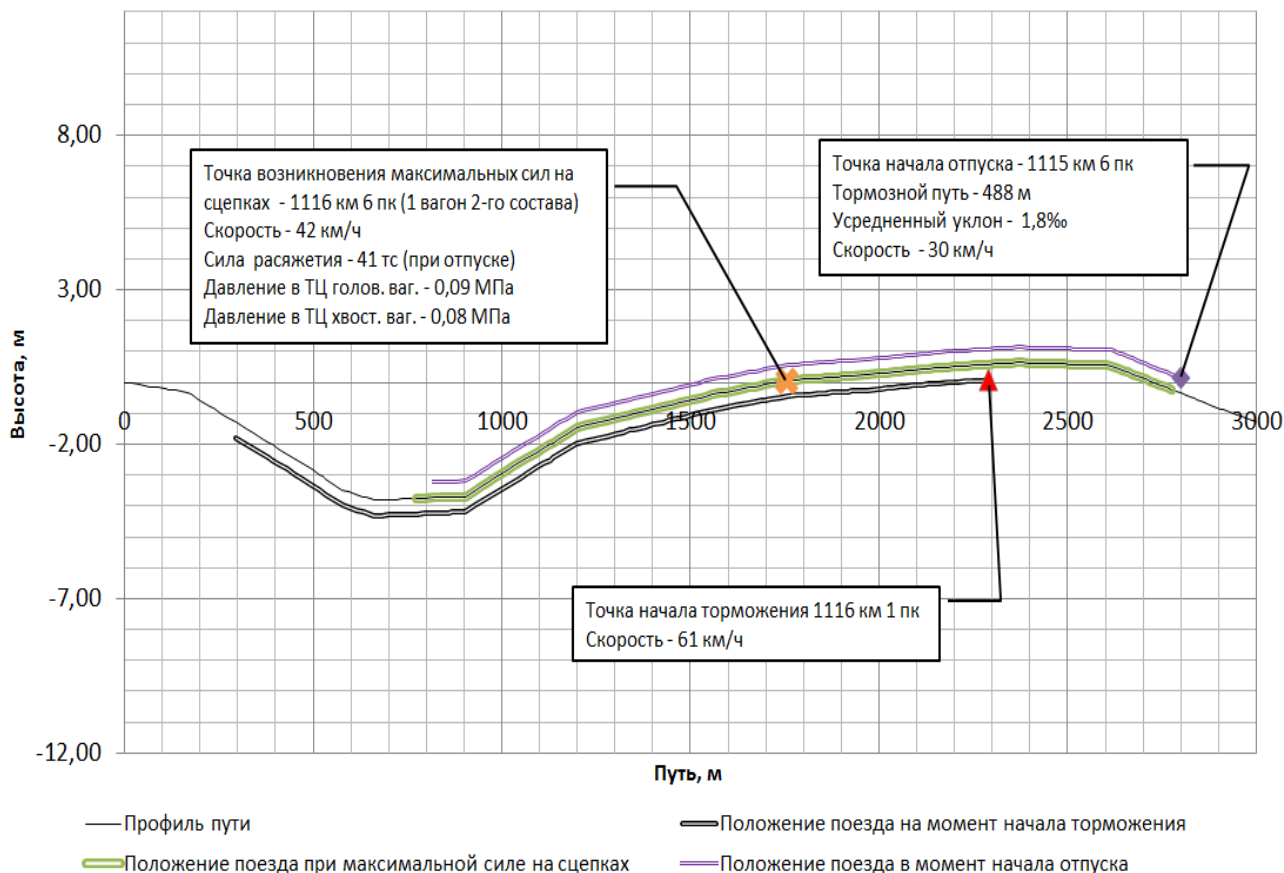


Рис. 1. Профильная карта



Регулировочное торможение в одну ступень 0,08 МПа

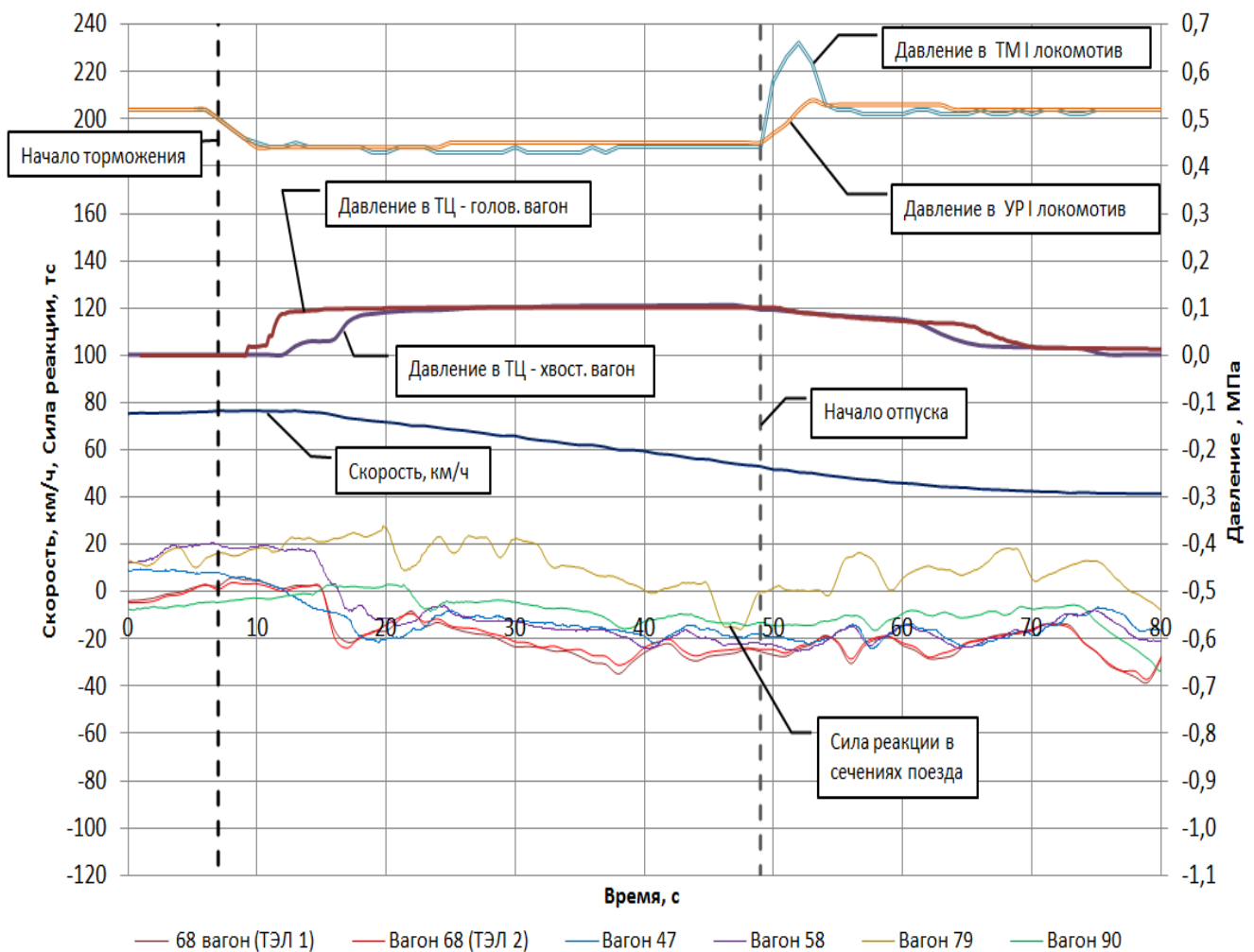


Рис. 2. Параметры, измеряемые тягово-энергетической лабораторией

Показаны измерения, зарегистрированные тягово-энергетической лабораторией, по осям:

- горизонтальная ось – приведена шкала времени торможения, которая смещена относительно начала торможения, для изображения продольных сил, действующих в поезде, до начала торможения;

- вертикальная ось – слева приведена объединенная шкала скорости (в километрах и в часах) и сила реакции в сечениях поезда (тонна-сила), справа – шкала давления (в мегапаскалях) (рис. 2).

Параметры, измеряемые на тягово-энергетической лаборатории, показаны в движении:

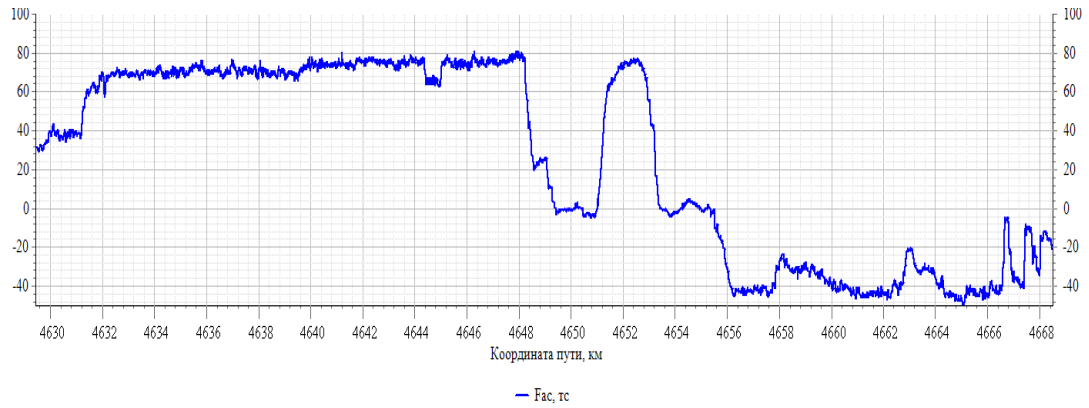
- момент начала торможения и отпуска (для торможений с последующим отпуском) – вертикальная пунктирная линия;

- сила реакции в сечениях поезда – разноцветные линии в нижней части графика;

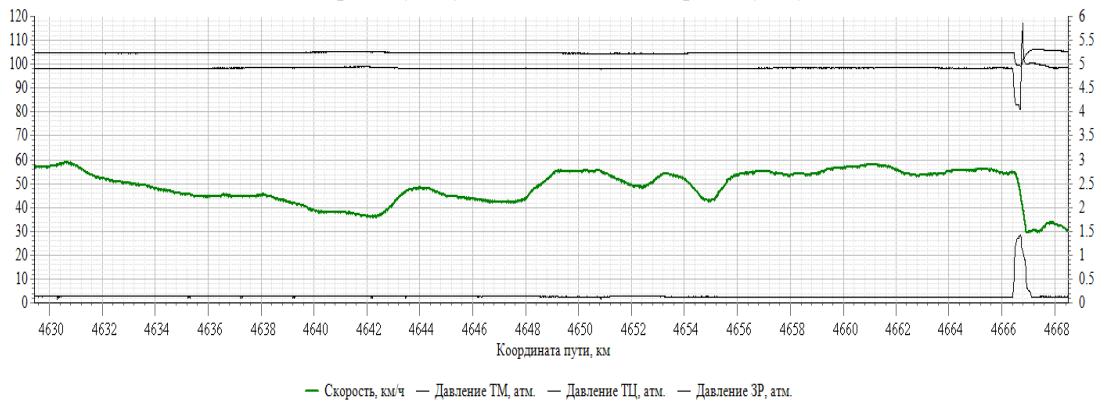
- скорости движения поезда – синяя линия в средней части графика;

- давление в тормозной магистрали и уравнительных резервуарах головного и хвостового локомотивов и в тормозных цилиндрах головного и хвостового вагонов (линии имеют различные цвета и обозначены выносками с соответствующими надписями).

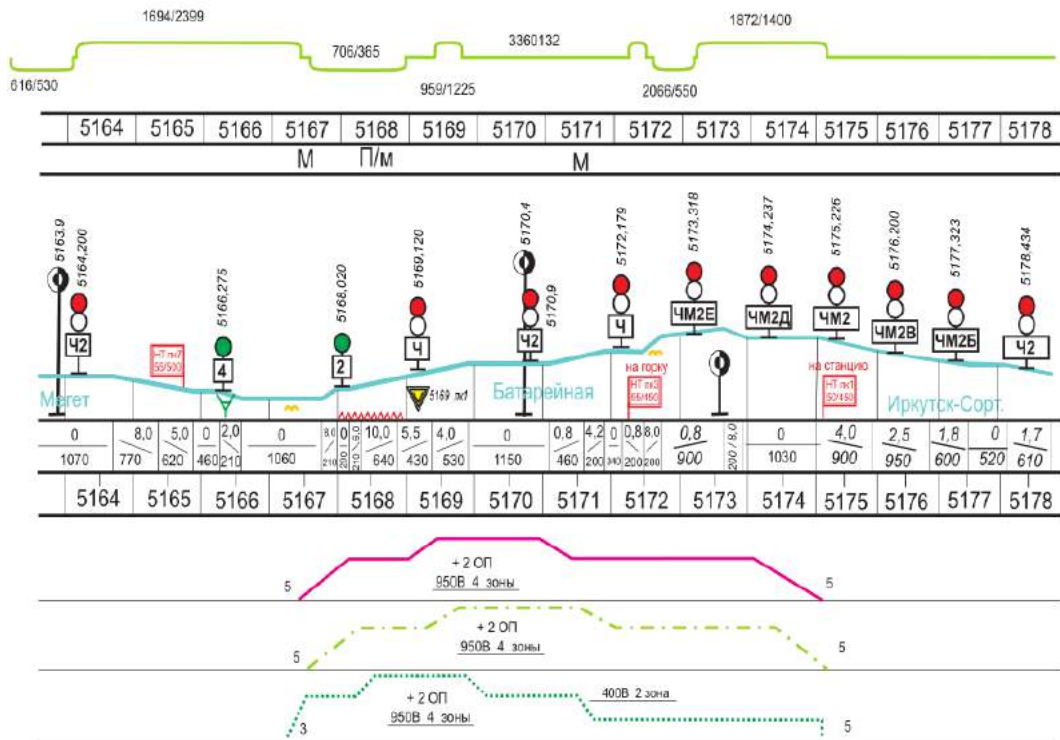
Приведены также силовые характеристики, снятые с тягово-энергетической лаборатории при тестировании поезда повышенной массы на перевальном участке пути, с локомотивом серий «Ермак» (рис. 3). Эти данные дают возможность оценить продольную динамику в прямых и пологих кривых, влияние их на боковые силы взаимодействия «колесо – рельс» при вождении тяжеловесных поездов по перевальным участкам дороги [7, 8].



а



б



в

Рис. 3. Параметры, измеряемые тягово-энергетической лабораторией:
 а – усилие на автосцепке вагона лаборатории, тс;
 б – скорость (км/ч) и пневматические тормоза (атм.); в – режимная карта



Система распределения сил при торможении

Тип торможения взаимосвязан с характером изменения продольно-динамических сил сжатия, а также с характером распределения продольных сил в головной и хвостовой части состава. Характер распределения сил в продольной динамике может быть, достигнут благодаря более равномерному наполнению тормозных цилиндров вагонов головной и хвостовой части, чем при торможениях с более высоким темпом разрядки тормозной магистрали, а также при соблюдении скоростных режимов ведения поезда на прямом участке пути и в кривых малого радиуса [9].

Сила тяги локомотива распределяется по длине поезда неравномерно. Наибольший ее уровень наблюдается в голове состава, наименьший – в хвосте. При движении поезда в его сечениях возникают знакопеременные усилия, вызванные взаимным перемещением вагонов из-за наличия зазоров и упругих связей в сцепных приборах, неравномерности прикладываемого тягового и тормозного усилий, неровностей и переломов профиля пути, различия масс вагонов и др. Эти усилия носят колебательный характер с частотой колебания примерно 100 Гц.

При определенных условиях могут взаимно перемещаться группы вагонов, обладающих массой в несколько сотен тонн. При этом из-за ограниченности возможностей поглощающих аппаратов в сечениях поезда возникают импульсные усилия, превосходящие силу тяги локомотива, а в отдельных случаях и прочность автосцепок. При движении в прямых участках пути эти силы сжимают или растягивают элементы конструкции подвижного состава. В кривых участках пути продольные силы трансформируются в поперечные, которые стремятся опрокинуть (стащить) вагоны

(или путь) внутрь кривой или выдавить наружу [10, 11]. Такие режимы особо опасны для неполновесных и порожних вагонов, а также вагонов, имеющих сверхнормативные износы. Сами по себе высокочастотные колебания продольных сил не представляют особой опасности, так как их кратковременное воздействие на значительные массы подвижного состава не может вызвать разрушающего эффекта. Однако усредненные значения этих усилий хотя и меньше по величине, но существенно более продолжительны и могут приводить к необратимым последствиям.

Продольно-динамические растягивающие и сжимающие усилия, продолжительность воздействия которых превышает 2 с, принято называть квазистатическими [12].

Уровни допустимых по безопасности движения квазистатических растягивающих и сжимающих сил по прочности автосцепки, устойчивости вагонов в кривых участках пути и самого пути наиболее полно отражены в стандарте СТО «РЖД» 1.07.002-2010 «Инфраструктура железнодорожного транспорта на участках обращения грузовых поездов повышенного веса и длины. Технические требования».

Уровень растягивающих сил для грузовых вагонов с загрузкой более 20 т ограничен только прочностью автосцепки, так же как и вагонов с загрузкой 20 т в кривых радиусом более 400 м. Наибольшую опасность по устойчивости колеса на рельсе представляют порожние вагоны, допустимый уровень растягивающих сил для них не должен превышать 392,4 кН в кривых до 150 м и 490,5 кН в кривых большего радиуса [13].

Ограничения по уровню сжимающих сил более жесткие как для порожних вагонов, так и груженых. Это вызвано тем, что при воздействии сжимающих сил в поезде тележки подвижного

Т а б л и ц а

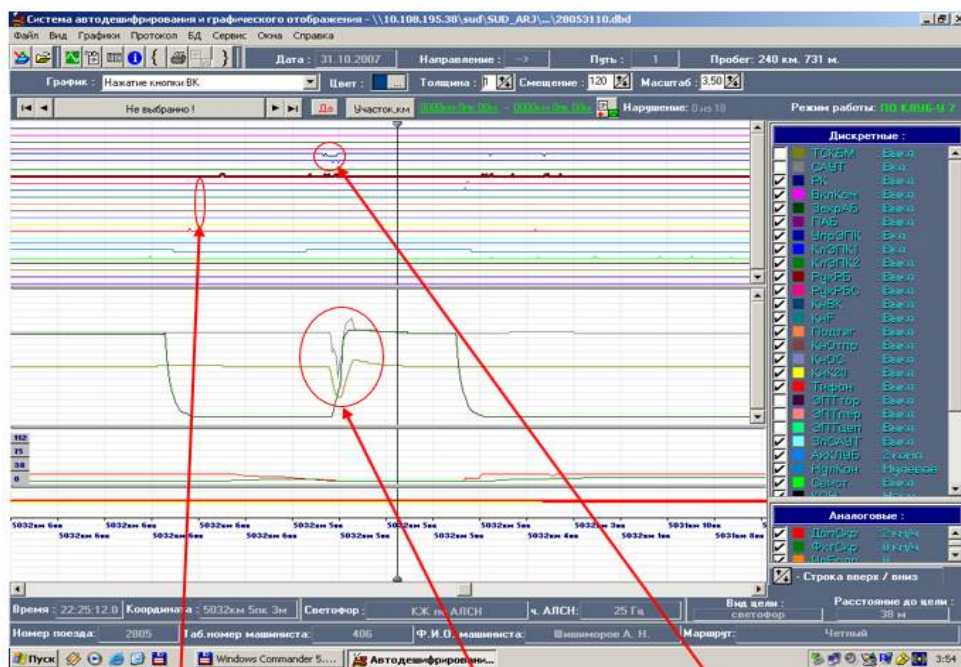
Значения допустимых продольно-динамических сил в сечениях поезда

Вагон с массой груза, т	Нагрузка на ось, т	Радиусы кривых, м				
		150	200	250	400	700 и более
Растягивающие силы в движении, Кн						
0	5,5	392,4	490,5	490,5	490,5	490,5
10	8,0	686,7	784,8	882,9	1 177,2	1 275,3
20	10,5	981,0	1 079,1	1 177,2	1 275,3	1 275,3
30–70	13–23	1 275,3				
Сжимающие силы, кН						
0	5,5	392,4	441,4	490,5	490,5	490,5
10	8,0	588,6	637,6	686,7	735,7	784,8
20	10,5	784,8	833,8	882,9	931,9	931,9
30–70	13–23	931,9				



состава стремятся встать под углом к оси пути, т. е. «елочкой», что еще больше снижает устойчивость вагонов. При этом прочность автосцепки во всех случаях ограничена 931,9 кН, что меньше ограничения по устойчивости пути в 981 кН [14].

Представлены значения допустимых продольно-динамических сил в сечениях поезда, ограниченные прочностью автосцепки, устойчивостью вагонов и пути в режимах тяги и торможения (табл.). Сходы подвижного состава напрямую

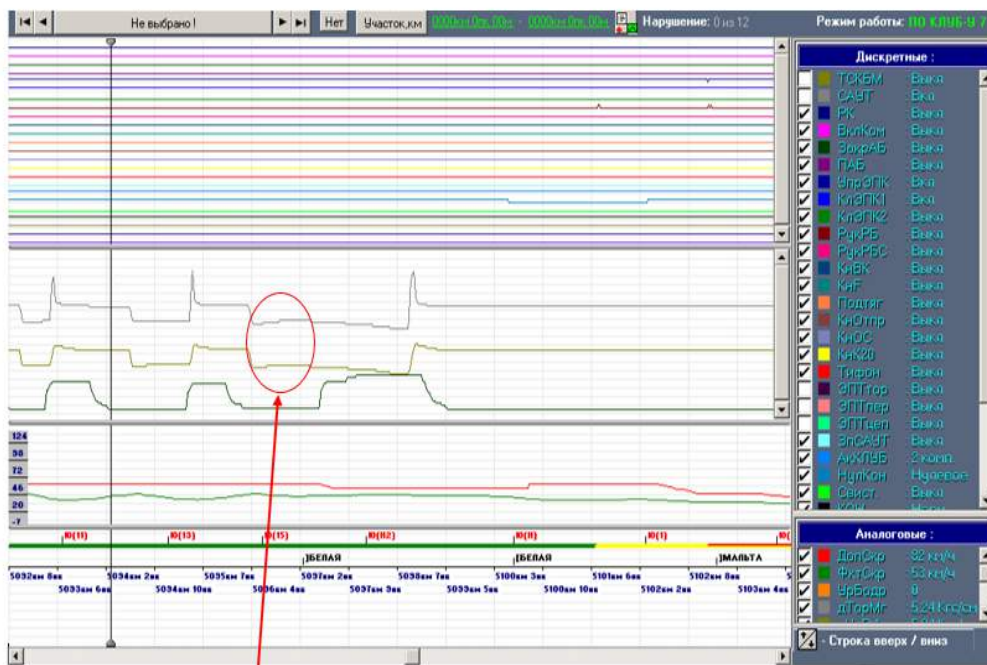


Нет нажатий кнопок ВК и РБ

Срыв ЭПК

Выключение ЭПК

a



Завышение давления в УР и ТМ

б

Рис. 4. Расшифровка кассеты регистрации:

a – отправление на запрещающее показание выходного светофора; *б* – отсутствие контроля машинистом за повышением давления в системах поезда



часто зависят от распределения продольно-динамических сил сжатия квазистатического характера по составу поезда после начала торможения. Из чего следует, что резкое падение скорости из-за падения давления приводит к большим продольно-динамическим и боковым силам, которые приводят к выбросу пути под действием сжимающих продольных сил или сдвигу пути под действием боковых сил от поезда. В данной ситуации боковые силы «ищут» слабое место в системе «колесо – рельс» (излом гребня, разрыв накладки изолирующего стыка и т. д.) приводящие, как правило, к сходу [15].

Проверка безопасности движения поездов – это соблюдение техники безопасности, обеспечение регистрации информации о режимах движения поезда, действиях машиниста и исправного состояния локомотивных технических средств, а также выявление незначительных и грубых нарушений. Кассета регистрации (КР) служит для записи параметров движения поезда и работы комплексного локомотивного устройства безопасности унифицированного (КЛУБ-У) во время поездки. В программе считывания кассет регистрации (на скоростемерной ленте) можно увидеть всю информацию о поездке: время, остановки, светофоры, работу приборов безопасности, скорость движения и т. д. На каждом участке железной дороги есть допускаемые скорости движения поездов, которые машинист должен выдерживать. На сегодняшний день внедряются технические средства, позволяющие передавать данные о работе локомотива дистанционно с использованием беспроводных сетей.

Диаграммы ведения поезда

Представлены диаграммы с нарушениями ведения поезда [16]. В первом случае, при отпав-

лении на запрещающее показание выходного светофора по приказу дежурного по станции, машинист не производит нажатий кнопок ВК и РБ, что приводит к срыву электропневматического клапана автостопа ЭПК-150 и экстренному торможению грузового поезда (рис. 4, а). Во втором случае отсутствие контроля машинистом за повышением давления в тормозной магистрали и уравнительном резервуаре при следовании на ступени торможения становится причиной непроизвольного отпуска тормозов у части вагонов в составе (рис. 4, б).

Заключение

Получаемые в ходе испытаний значения динамических сил позволяют оценить обеспечение безопасности движения поездов различной массы [17, 18]. Тягово-энергетическая лаборатория с комплексом измерительной аппаратуры позволяет оценить взаимосвязь силовых нагрузок при ведении локомотивом поезда в горном рельефе местности. Полученные данные, особенно продольно-боковые нагрузки, указывают, что при переходе с прямых участков пути в пологие кривые ($R = 800-1200$ м) при значительном непогашенном ускорении, колеса, колесной пары, по очередности набегают (при вилянии) с косым ударом, по боковым граням рельса, что приводит к резкому увеличению боковой силы. Выполненные расчеты по тележке модели 18-100 с осевой нагрузкой 230,5 кН (23,5 тс) при скоростях движения от 40 до 120 км/ч показали, что средняя рамная сила (поперечная) может достигать 40 кН и более. Эти нагрузки представляют опасность, например, для композитных изолированных стыков на рельсах, на работу буксового узла в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельниченко О.В., Цыбульский В.С., Чикиркин О.В. Повышение качества электрической энергии в контактной сети с целью снижения отказов электронного и силового оборудования электровоза // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2008. No. 3 (19). С. 58–66.
2. Грачева Л.О., Певзнер В.О., Анисимов П.С. Показатели динамики и воздействия на путь грузовых четырехосных вагонов при различных износах тележек и отступлениях от норм содержания в прямых участках пути // Сб. науч. тр. ВНИИЖТ. Вып. 549. М.: Транспорт, 1976. С. 4–25.
3. Ромен Ю.С., Николаев В.Е. Исследование влияния детерминированных неровностей пути в плане на уровень боковых сил при движении грузового вагона // Проблемы механики железнодорожного транспорта. Киев: Наукова думка, 1980. С. 40–42.
4. Мельниченко О.В. Протокол эксплуатационных тягово-энергетических испытаний электровоза переменного тока ВЛ80Р No. 1829 по Договору ИрГУПС с ОАО «РЖД» No. 726/493 от 08.06.2010 г.
5. Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. М.: Транспорт, 1986. 560 с.
6. Ершков О.П. Расчет рельса на действие боковых сил в кривых // Тр. ЦНИИ МПС. Вып. 192. М.: Трансжелдориздат, 1960. С. 5–58.
7. Желнин Г.Г., Певзнер В.О., Шинкарев Б.С. Исследование зависимостей между показателями динамики подвижного состава и воздействия его на путь // Тр. ВНИИЖТ. Вып. 542. М.: Транспорт, 1975. С. 84–92.
8. Правила тяговых расчетов для поездной работы / П.Т. Гребенюк и др. М.: Транспорт, 1985. 287 с.
9. Комиссаров А.Ф. Итоги работы проектно-конструкторского бюро вагонного хозяйства за 2018 г. // Вагоны и вагонное хозяйство. 2019. No. 1 (49). С. 5–6.



10. Черняк Ю.В., Матвиенко А.С. Определение силы тяги локомотива при производстве тягово-энергетических испытаний // Сб. науч. тр. Дон I ЗТ. 2007. No. 12. С. 116–126.
11. Жуков И.В. Автономное устройство регистрации расширяет возможности испытательных поездов (Вагон тормозоиспытательный) // Вагоны и вагонное хозяйство. 2019. No. 1 (49). С. 40–41.
12. Лукин В.В., Анисимов В.Н., Котуранов В.Н. Конструирование и расчет вагонов. М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2011. 688 с
13. Динамическая нагруженность специализированных вагонов в криволинейных участках пути : дис. ... канд. техн. наук / В.М. Кузович. М. 2010, 211 с.
14. Кудрявцева Н.Н. Динамические нагрузки ходовых частей грузовых вагонов // Тр. ВНИИЖТ. Вып. 572. М.: Транспорт, 1977. 144 с.
15. Доронин И.С. Расчет шейки оси колесной пары на продольную нагрузку // Вестн. ВНИИЖТ. 1978. С. 33–34.
16. Кудрявцев Н.Н. Исследования динамики неподрессоренных масс вагонов // Тр. ВНИИЖТ. Вып. 287. М. : Транспорт, 1965. 168 с.
17. Мямлин С.В. Моделирование динамики рельсовых экипажей. М. : Новая идеология, 2002. 240 с.
18. Скалов А.Д., Коваль В.А. Методика исследования вертикальных и боковых сил при износных испытаниях рельсов // Вестн. ВНИИЖТ. 1980. No. 6. 216 с.

REFERENS

1. Mel'nichenko O.V., Tsybul'skii V.S., Chikirkina O.V. Povyshenie kachestva elektricheskoi energii v kontaktnoi seti s tsel'yu snizheniya otkazov elektronnoi i silovogo oborudovaniya elektrovoza [Improving the quality of electrical energy in the overhead system in order to reduce the failures of electronic and power equipment of the locomotive]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2008. No. 3 (19). Pp. 58–66.
2. Gracheva L.O., Pevzner V.O., Anisimov P.S. Pokazateli dinamiki i vozdeistviya na put' gruzovykh chetyrekhosnykh vagonov pri razlichnykh iznosakh telezhek i otstupleniyakh ot norm soderzhaniya v pryamykh uchastkakh puti [Indicators of the dynamics and impact on the path of four-axle freight cars with different wear of trucks and deviations from the standards of maintenance in straight sections of the track]. *Sb. nauch. tr. VNIIZhT [Proc. of VNIIZhT (Railway Research Institute)]*, Issue 549. Moscow: Transport Publ., 1976. Pp. 4–25.
3. Romen Yu.S., Nikolaev V.E. Issledovanie vliyaniya determinirovannykh nerovnostei puti v plane na uroven' bokovykh sil pri dvizhenii gruzovogo vagona [Study of the influence of deterministic irregularities of the track in terms of the level of lateral forces during the movement of a freight car]. *Problemy mekhaniki zheleznodorozhnogo transporta [Problems of Railway Transport Mechanics]*. Kiev : Naukova dumka Publ., 1980. Pp. 40–42.
4. Mel'nichenko O.V. Protokol ekspluatatsionnykh tyagovo-energeticheskikh ispytaniy elektrovoza peremennogo toka VL80R No. 1829 po Dogovoru IrGUPS s OAO «RZhD» No. 726/493 ot 08.06.2010 g. [Protocol of operational traction and energy tests of AC locomotive VL80R No. 1829 under the IrGUPS Agreement with JSC Russian Railways No. 726/493 dated 06/08/2010].
5. Verigo M.F., Kogan A.Ya. Vzaimodeistvie puti i podvizhnogo sostava [The interaction of the track and rolling stock]. Moscow: Transport Publ., 1986. 560 p.
6. Ershkov O.P. Raschet rel'sa na deistvie bokovykh sil v krivykh [Calculation of the rail on the effect of lateral forces in curves]. *Tr. TsNII MPS [Works of CRI of Ministry of Transportation]*, Iss. 192. Moscow: Transzheldorizdat Publ., 1960. Pp. 5–58.
7. Zhelmin G.G., Pevzner V.O., Shinkarev B.S. Issledovanie zavisimosti mezhdru pokazatelyami dinamiki podvizhnogo sostava i vozdeistviya ego na put' [Study of dependencies between indicators of rolling stock dynamics and its impact on the track]. *Tr. VNIIZhT [Works of VNIIZhT (Railway Research Institute)]*, Issue 542. Moscow: Transport Publ., 1975. Pp. 84–92.
8. Grebenyuk P.T. et al. Pravila tyagovykh raschetov dlya poezdnoi raboty [Rules of traction calculations for train work]. Moscow: Transport Publ., 1985. 287 p.
9. Komissarov A.F. Itogi raboty proektno-konstruktorskogo byuro vagonnogo khozyaistva za 2018 g. [The results of the work of the design bureau of the wagon economy for 2018]. *Vagony i vagonnoe khozyaistvo [Cars and rolling stock]*, 2019. No. 1 (49). Pp. 5–6.
10. Chernyak Yu.V., Matvienko A.S. Opredelenie sily tyagi lokomotiva pri proizvodstve tyagovo-energeticheskikh ispytaniy [Determination of the traction force of a locomotive in the production of traction and energy tests]. *Sb. nauch. tr. Don I ZT. [Coll. of research papers Don I ZT.]*, 2007. No. 12. Pp. 116–126.
11. Zhukov I.V. Avtonomnoe ustroystvo registratsii rasshiraet vozmozhnosti ispytel'nykh poezdov (Vagon tormozoispytel'nyi) [Autonomous registration device expands the capabilities of test trains (brake testing car)]. *Vagony i vagonnoe khozyaistvo [Cars and rolling stock]*, 2019. No. 1 (49). Pp. 40–41.
12. Lukin V.V., Anisimov V.N., Koturanov V.N. Konstruirovaniye i raschet vagonov [Design and calculation of cars]. Moscow: UMTs po obrazovaniyu na zh.-d. transp. Publ., 2011. 688 p.
13. Kuzovich V.M. Dinamicheskaya nagruzhenost' spetsializirovannykh vagonov v krivolineinykh uchastkakh puti : dis. ... kand. tekhn. nauk [Dynamic loading of specialized cars in curvilinear sections of the track: Ph.D. (Engineering) diss.]. Moscow. 2010, 211 p.
14. Kudryavtseva N.N. Dinamicheskie nagruzki khodovykh chastei gruzovykh vagonov [Dynamic loads of running gears of freight cars]. *Tr. VNIIZhT [Works of the Railway Research Institute]*, Issue 572. Moscow: Transport Publ., 1977. 144 p.
15. Doronin I.S. Raschet sheiki osi kolesnoi pary na prodol'nuyu nagruzku [Calculation of the neck of the axis of the wheelset on the longitudinal load]. *Vestn. VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute]*, 1978. Pp. 33–34.
16. Kudryavtsev N.N. [Issledovaniya dinamiki nepodressorenykh mass vagonov Studies of the dynamics of unsprung vehicles]. *Tr. VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute]*, Issue 287. Moscow: Transport Publ., 1965. 168 p.
17. Myamlin S.V. Modelirovaniye dinamiki rel'sovykh ekipazhei [Modeling the dynamics of rail vehicles]. Moscow: Novaya ideologiya Publ., 2002. 240 p.
18. Skalov A.D., Koval' V.A. Metodika issledovaniya vertikal'nykh i bokovykh sil pri iznosnykh ispytaniyakh rel'sov [Methods of studying vertical and lateral forces during wear tests of rails]. *Vestn. VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute]*, 1980. No. 6. 216 p.



Информация об авторах

Мартыненко Любовь Викторовна – старший преподаватель, кафедра вагонов и вагонного хозяйства, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: liuba.martinenko@yandex.ru

Железняк Василий Никитович – к. т. н., заведующий кафедрой вагонов и вагонного хозяйства, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: zheleznyak_vn@irgups.ru

Лисицынский Кирилл Николаевич – технолог 2 категории, тягово-энергетическая лаборатория Восточно-Сибирской дирекции тяги, e-mail: kirill.lisitsynskiy@gmail.com

Authors

Lyubov' Viktorovna Martynenko – Asst. Prof., the Subdepartment of Rail Cars and Rolling Stock, Irkutsk State Transport University, e-mail: liuba.martinenko@yandex.ru

Vasilii Nikitovich Zheleznyak – Ph.D. in Engineering Science, Head of the Subdepartment of Rail Cars and Rolling Stock, Irkutsk State Transport University, e-mail: zheleznyak_vn@irgups.ru

Kirill Nikolaevich Lisitsynskii – Second-class technologist, the traction and energy laboratory of the East-Siberian traction directorate, e-mail: kirill.lisitsynskiy@gmail.com

Для цитирования

Мартыненко Л. В. Оценка динамометрических параметров работы подвижного состава, регистрируемых тягово-энергетической лабораторией, на перевальных участках полигона Восточно-Сибирской железной дороги / Л. В. Мартыненко, В. Н. Железняк, К. Н. Лисицынский // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 241–250. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).241–250

For citation

Martynenko L. V., Zheleznyak V. N., Lisitsynskii K. N. Otsenka dinamometricheskikh parametrov raboty podvizhnogo sostava, registriruemykh tyagovo-energeticheskoi laboratorii, na pereval'nykh uchastkakh poligona Vostochno-Sibirskoi zheleznoi dorogi [Assessing the dynamometric parameters of the rolling stock, recorded by the tractor-energy laboratory, in the mountain pass areas of the East Siberian railway polygon sections]. *Sovremennye tekhnologii. Sistennyi analiz. Modelirovanie [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2019. Vol. 62, No. 2. Pp. 241–250. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).241–250

УДК 656.2

DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).250–259

С. С. Громышова, Н. П. Асташков, В. А. Оленцевич, О. В. Лобанов

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Дата поступления: 10 мая 2019 г.

ОЦЕНКА УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА РЫНКЕ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

Аннотация. В современных политических и экономических условиях функционирования транспортное предприятие можно представить как сложный производственно-экономический комплекс, развитие которого происходит по определенным закономерностям. Политика, направленная на обеспечение безопасности перевозочного процесса в сложноструктурированных транспортных системах, является основой производственной деятельности, что необходимо для увеличения степени сохранности грузов, пассажиров и подвижного состава и, как следствие, повышения качества предоставляемых транспортных услуг, минимизации объема непроизводительных расходов транспортных предприятий, направленных на ликвидацию нарушений безопасности движения. С целью детального анализа состояния уровня безопасности целесообразно применять методы математической статистики для прогнозирования величины наступления определенного вида транспортного риска. В представленной авторами статье приводятся основные факторы, воздействующие на степень безопасности объекта исследования. Представлен метод линейного коэффициента корреляции Пирсона для транспортных происшествий, использование которого позволило выявить тесноту корреляционной связи между транспортными показателями, измеренными в количественной шкале, и насколько статистически значима выявленная связь. Полученная модель изменения степени нарушений безопасности не зависит от увеличения объема выделяемых материальных средств, квалификации персонала, доли выделенных инвестиционных средств. Каждое событие приводит к срыву графиков движения поездов, выплате неустоек и компенсаций, ремонту подвижного состава и полотна. С применением правила Парето сделан вывод, что 80 % нарушений уровня безопасности транспортных происшествий в сложноструктурированной транспортной системе «Российские железные дороги» в сфере грузовых перевозок происходит по причине наступления только основных четырех факторов.

Ключевые слова: сложноструктурированные транспортные системы, организация бесперебойной работы, нарушений уровня безопасности, транспортные происшествия, критерий корреляции Пирсона, функционирование транспортных предприятий, повышение уровня клиентоориентированности, минимизация рисков, математическая модель, диаграмма Паретто.

S. S. Gromyschova, N. P. Astashkov, V. A. Olentsevich, O. V. Lobanov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

Received: May 10, 2019