

УДК 656.212.5

С. А. БЕССОНЕНКО, А. А. ГУНБИН, А. А. КЛИМОВ

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск bessonenko@stu.ru, gunbin_gdsu@mail.ru, aklimov@ngs.ru,

К. И. КОРНИЕНКО, И. А. ОЛЬГЕЙЗЕР

Ростовский филиал АО НИИАС, г. Ростов-на-Дону
kkonstantini@mail.ru, ivanolgezer@yandex.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ РАЗНЫХ ТИПОВ ВАГОНОВ В СОРТИРОВОЧНОМ ПАРКЕ

Рассмотрены используемые в действующих нормативах плотности распределения сопротивления движению вагонов при скатывании с сортировочной горки. Установлены причины необходимости выполнения дополнительных исследований силовых воздействий на скатывающиеся с горки отцепы и определения распределений вероятностей сил сопротивления движению вагонов на современном этапе развития железнодорожного транспорта. Приведены результаты статистической обработки данных автоматизированной системы «Компьютерное зрение» о скатывании одиночных вагонов разного типа с эксплуатируемой сортировочной горки. Приведены плотности распределения вероятностей суммарного удельного сопротивления движению одиночных вагонов разного типа. Произведено сравнение числовых характеристик плотностей распределения суммарного удельного сопротивления движению одиночных вагонов разного типа при скатывании с горки, в том числе сопоставление с используемыми в настоящее время нормативными данными. Даны рекомендации по дальнейшей корректировке правил и норм проектирования сортировочных устройств на основании полученных результатов исследования суммарного удельного сопротивления движению одиночных вагонов разного типа при скатывании с сортировочной горки.

При проектировании сортировочных горок выполняются расчет и анализ фазовых траекторий скатывания расчетных бегунов – одиночных вагонов определенного типа с установленными значениями массы и удельного сопротивления движению [1]. Расчет производится для бегунов с заранее заданными параметрами. Сопротивление движения данных бегунов изменяется в диапазоне от 0,5 (для очень хорошего бегуна) до 4,5 н/кН (для очень плохого бегуна).

Опыт эксплуатации сортировочных горок показывает, что существующая комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом способна качественно решать вопросы обеспечения безопасности движения любых отцепов при любых параметрах движения отцепа в пределах от горба горки до парковой тормозной позиции. В то же время при правильном проектировании спускной части сортировочной горки повышается перерабатывающая способность за счет увеличения скорости роспуска.

В сортировочном парке отцеп движется только под действием силы тяжести. Ошибки проектирования сортировочного парка могут снизить как перерабатывающую способность за счет увеличения величины окон, так и безопасность движения за счет соударения отцепов с превышением скорости соударения или выезда вагонов в выходную горловину.

Нормативы, указанные в [1], также используются и для расчета безопасности других систем и комплексов, например, точечных домкратовидных устройств замедления, аппаратуры контроля и управления балочными заграждающими устройствами. Необходимо отметить, что указанные нормативы и числовые характеристики плотностей распределения удельного сопротивления движению вагонов при скатывании с горки были установлены более 30 лет назад [2]. За этот период произошли существенные изменения в конструкции нетягового подвижного состава, результатом которых стало, в том числе, улучшение ходовых характеристик вагонов. Следовательно, указанные выше нормативы должны быть актуализированы для современных условий.

Для решения поставленной задачи производилось определение сил сопротивления движению вагонов при скатывании на прямом участке сортировочного пути на основании изменения скоростей движения вагона [3, 4]. Произведена обработка статистических данных о скатывании более 5000 одиночных вагонов с использованием системы «Компьютерное зрение» (разработана специалистами Ростовского филиала НИИС) на сортировочной горке станции И. По архивным значениям скорости скатывания одиночных вагонов в фиксированных точках выполнялся расчет удельного сопротивления движению отцепа – основного и от среды и ветра (сопротивления от стрелочных переводов и кривых, а также от снега и инея не учитывались, так движение вагонов производилось на прямом участке пути при положительной температуре наружного воздуха).

После обработки результатов методами математической статистики были получены плотности распределения вероятностей и их числовые

характеристики, а также интегральные функции распределения суммарного удельного сопротивления (основного и от среды и ветра ($w_o + w_{св}$)) движению вагонов разного типа, приведенные в таблицах 1 и 2 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Плотности распределения суммарного удельного сопротивления (основного и от среды и ветра) движению вагонов разного типа при скатывании с сортировочной горки

Разряд, Н/кН	Тип вагона			
	крытый	полувагон	цистерна	платформа
0,00–0,20	0,07	0,05	0,03	0,05
0,20–0,40	0,09	0,09	0,09	0,11
0,40–0,60	0,25	0,22	0,24	0,21
0,60–0,80	0,29	0,30	0,32	0,29
0,80–1,00	0,17	0,18	0,18	0,17
1,00–1,20	0,05	0,06	0,06	0,07
1,20–1,40	0,04	0,04	0,05	0,04
1,40–1,60	0,01	0,02	0,00	0,02
1,60–1,80	0,01	0,02	0,01	0,01
1,80–2,00	0,01	0,01	0,00	0,02
2,00–2,20	0,01	0,01	0,01	0,01
2,20–2,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2,40–2,60	0,00	0,00	0,00	0,00
2,60–2,80	0,00	0,00	0,00	0,00
2,80–3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00–3,20	0,00	0,00	0,01	0,00

Таблица 2 – Числовые характеристики плотностей распределения суммарного удельного сопротивления (основного и от среды и ветра) движению вагонов разного типа при скатывании с сортировочной горки

Числовая характеристика	Тип вагона			
	крытый	полувагон	цистерна	платформа
Математическое ожидание, Н/кН	0,73	0,81	0,72	0,79
Среднее квадратическое отклонение	0,46	0,56	0,36	0,59

Полученные результаты показывают значительное снижение величины математического ожидания суммарного удельного сопротивления (основного и от среды и ветра) движению вагонов (диапазон изменения 0,7–0,9 Н/кН) относительно средних значений основного удельного сопротивления движению (диапазон изменения 1,75–1,39 Н/кН), что подтверждает гипотезу об улучшении ходовых характеристик вагонов, эксплуатируемых на современном этапе.

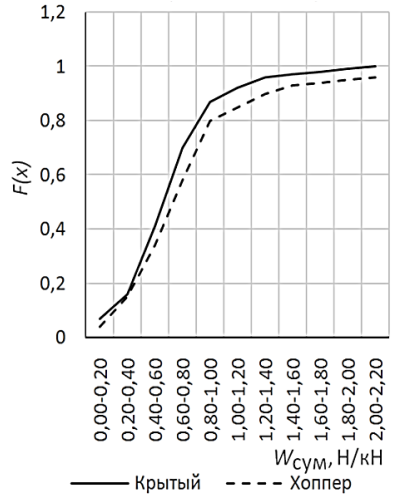
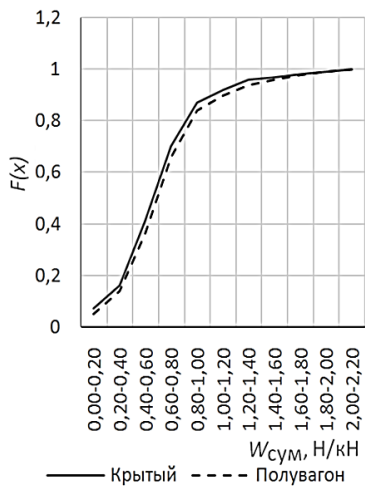
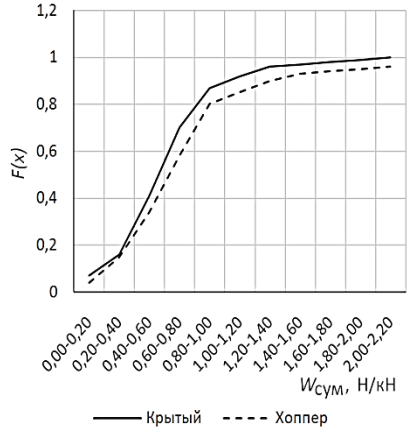
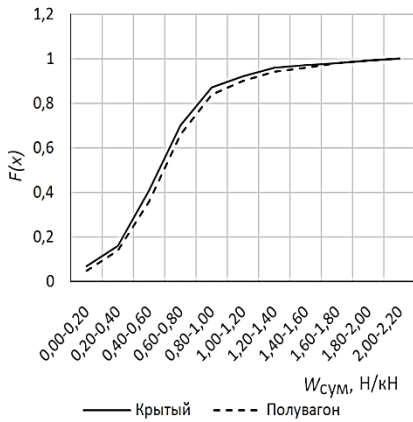


Рисунок 1 – Интегральные функции распределения суммарного удельного сопротивления (основного и от среды и ветра) движению вагонов разного типа при скатывании с сортировочной горки

Кроме того, диапазон изменения среднего квадратического отклонения удельного сопротивления движению вагонов значительно сократился:

- изменение для величины w_0 было в диапазоне $[0,35-0,67]$;
- изменение для величины $(w_0 + w_{св})$ стало в диапазоне $[0,33-0,64]$.

Измерения проводились в сортировочном парке. Скорость движения отцепов в этом районе небольшая. Вследствие этого удельное сопротивление движению отцепов от среды и ветра невелико, что приводит к незначитель-

ным отклонениям суммарного удельного сопротивления разных типов вагонов.

Необходимо отметить, что без учета значения $w_{св}$ диапазон изменения указанных числовых характеристик для основного удельного сопротивления движению должен сократиться. Установлено, что большая доля вагонов имеет значение удельного сопротивления движению вагонов ($w_0 + w_{св}$) менее минимального (0,5 Н/кН), приведенного в существующих методиках расчета. Наибольшая доля таких вагонов приходится на цистерны – 0,24; для крытых вагонов – 0,3; для полувагонов – 0,24; для платформ – 0,24.

Полученные результаты необходимо учитывать при расчете мощности тормозных позиций, в котором используется очень хороший бегун (ОХ-100) со значением $w_0 = 0,5$ Н/кН, а появление вагонов с меньшим значением сопротивления будет приводить к повышению вероятности возникновения нештатных ситуаций за счет возможного входа вагонов на тормозную позицию с повышенными скоростями или нарушением скоростного режима по маршруту скатывания.

Кроме того, появление вагонов со значениями удельного сопротивления движению менее 0,5 Н/кН в сортировочном парке и реализации интервально-прицельного режима регулирования скорости скатывания будет приводить к увеличению вероятности движения вагонов после выхода с парковой тормозной позиции с повышенными скоростями и возникновения случаев соударения с группами стоящих в парке вагонов с повышенными скоростями.

Полученные результаты подтверждают необходимость дальнейшего исследования данной проблемы, а впоследствии – внесения корректировок в числовые характеристики основного удельного сопротивления движению вагонов при актуализации правил и норм проектирования сортировочных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм : утв. МПС РФ 10.10.03. – М. : Техинформ, 2003 – 168 с.
- 2 Сопротивление движению грузовых вагонов при скатывании с горок / под ред. Е. А. Сотникова // Труды ВНИИЖТа. – М. : Транспорт, 1975. – Вып. 545. – 104 с.
- 3 Бессоненко, С. А. Исследование основного удельного сопротивления движению отцепов при скатывании с сортировочной горки на основе натуральных наблюдений / С. А. Бессоненко, А. А. Гунбин, А. А. Климов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4. – С. 62–68.
- 4 Климов, А. А. Метод определения сопротивлений движению отцепов при скатывании с сортировочной горки на основе натуральных наблюдений и цифровых баз данных / Цифровые технологии транспорта: проблемы и перспективы // Цифровые технологии транспорта и логистики : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – М. : РУТ, 2022. – С. 300–305.

S. A. BESSONENKO, A. A. GUNBIN, A. A. KLIMOV, K. I. KORNIENKO,
I. A. OLGEYSER

PROBABILITY DISTRIBUTIONS OF SPECIFIC RESISTANCE TO MOVEMENT OF DIFFERENT TYPES OF WAGONS WHEN ROLLING DOWN IN THE SORTING FLEET

The density distributions used in the current regulations for the distribution of resistance to the movement of wagons when rolling down a gravity hump are considered. The reasons for the need to carry out additional studies of the force effects on the uncoupling rolling down the hill and determining the probability distributions of the forces of resistance to the movement of wagons at the present stage of the development of railway transport are established. The results of statistical data processing of the automated system "Computer Vision" on the rolling of single wagons of different types from the operated gravity hump slide are presented. The probability distribution densities of the total resistivity of the movement of single wagons of different types are given. The numerical characteristics of the distribution densities of the total resistivity of the movement of single wagons of different types when rolling down the hill are compared, including comparison with the currently used normative data. Recommendations for further correlation are given.

Получено 12.12.2022

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Вып. 4. Гомель, 2022**

УДК 656.021.5:656.211.4

С. П. ВАКУЛЕНКО

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва
post-iuit@bk.ru*

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ПРИГОРОДНЫХ ПАССАЖИРОПОТОКОВ С ДИНАМИЧЕСКИМ ГОРИЗОНТОМ СОБЫТИЙ

Предлагается методика прогнозирования пригородного пассажиропотока как многоструктурного образования, порождаемого различными факторами, что обеспечивает устойчивую платформу целевого прогноза с мониторингом состояния транспортной системы. Результат оценки предиктивных пригородных потоков основывается не только на статистике некоторой ретроспективной выборки, но на знании причин, формирующих соответствующий сегментный поток.

Понятие социалитета связывается с необходимостью обеспечения определенных процессов, соблюдения некоторых условий и правил, принятых в обществе. Это своеобразная гражданская позиция на уровне государственных решений по защите прав отдельных слоев населения. Обеспечение