

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Оригинальная статья

УДК 656.212.5

EDN: <https://elibrary.ru/wurylq>**Актуализация параметров «расчетных бегунов», используемых при проектировании сортировочных горок****С. А. Бессоненко**✉, **А. А. Гунбин**, **А. А. Климов**Сибирский государственный университет путей сообщения,
Новосибирск, Российская Федерация**АННОТАЦИЯ**

Введение. Проектирование продольного профиля сортировочных горок предусматривает выполнение конструктивных и технологических расчетов, при которых производится моделирование скатывания отцепов из одиночных вагонов с установленными характеристиками — «расчетных бегунов». За время, прошедшее с разработки применяемых сегодня норм проектирования сортировочных горок, был значительно обновлен парк вагонов, возросла доля вагонов с нагрузкой на ось 25 т, разработаны модели инновационных вагонов с нагрузкой на ось 27 т. Объектом исследования в данной работе являются числовые характеристики основного удельного сопротивления движению вагонов при скатывании с сортировочной горки. Цель исследования — актуализация параметров «расчетных бегунов» для современного парка вагонов, обращающегося на сети железных дорог РФ.

Материалы и методы. Авторами выполнены натурные наблюдения за скатыванием одиночных вагонов на реальной сортировочной горке. Наблюдения проводились на прямом в плане участке пути, без торможения в пределах зоны измерения, в летний период года. Анализ статистических данных по скатыванию одиночных вагонов на той же сортировочной горке в летний период произведен с помощью комплекса компьютерного зрения, разработанного специалистами Ростовского филиала АО «НИИАС».

Результаты. Получены новые значения основного удельного сопротивления движению для установленных типов «расчетных бегунов». Показатели сопротивления значительно снижены по сравнению с существующими нормативами. Использование новых характеристик «расчетных бегунов» позволит повысить качество горочных расчетов при разработке проектных решений по высоте, продольному профилю и техническому оснащению сортировочных горок.

Обсуждение и заключение. Результаты исследования показали необходимость корректировки правил и норм проектирования сортировочных устройств в части определения значений основного удельного сопротивления движению для установленных типов «расчетных бегунов». Для внесения в нормативные документы новых значений основного удельного сопротивления движению целесообразно продолжить данные исследования с целью расширения объема выборки и уточнения полученных результатов. При этом аналогичные исследования следует выполнить на разных станциях сети, расположенных в различных климатических зонах, как в летний, так и в зимний периоды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сортировочная горка, основное удельное сопротивление движению вагона, «расчетные бегуны», горочные расчеты, комплекс компьютерного зрения

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Бессоненко С. А., Гунбин А. А., Климов А. А. Актуализация параметров «расчетных бегунов», используемых при проектировании сортировочных горок // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2024. Т. 83, № 1. С. 60–68.

Original article

UDK 656.212.5

EDN: <https://elibrary.ru/wurylq>

Updating the parameters of “calculated runners” used in the design of gravity humps

Sergey A. Bessonenko✉, Anton A. Gunbin, Alexander A. Klimov

Siberian Transport University,
Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The design of the longitudinal side of the gravity humps provides for the implementation of structural and technological calculations, which simulate the rolling of the cut of single cars with established characteristics — “calculated runners”. The fleet of cars has been significantly updated, the share of cars with an axle load of 25 t has increased, and the innovative cars models with an axle load of 27 t has been constructed since the development of the gravity humps design standards. The object of research in this work is the numerical characteristics of the main specific resistance to movement of cars when rolling down a gravity hump. The subject of the study are the values of the main specific resistance to movement of “calculated runners” for modern car fleet circulation on the Russian railway network. The purpose of the study is to update the parameters of the main specific resistance to movement of “calculated runners” used in the design of a gravity hump.

Materials and methods. The researchers made in-field observations of single cars rolling down a real gravity hump. The observations were made on a straight track section without braking within the measurement area in summer. The statistical analysis of single cars rolling on the same gravity hump in summer involved a computer vision system developed by the Rostov Branch of the Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications in Railway Transportation.

Results. The authors obtained new values of the main specific resistance to movement for the established types of “calculated runners”, which have significantly decreased compared to existing standards. The use of new characteristics of “calculated runners” would improve the quality of gravity humps calculations in the development of design solutions for height, longitudinal side and technical equipment of gravity humps.

Discussion and conclusion. The obtained results showed the need to adjust the rules and design standards of shunting facilities in terms of determining the values of the main specific resistance to movement for the established types of “calculated runners”. In order to introduce new values of the main specific resistance to movement into regulatory documents, it is advisable to continue research in order to expand the sample size and clarify the obtained results. At the same time, similar studies should be performed at different marshalling yards of the network located in different climatic zones.

KEYWORDS: gravity hump, the main specific resistance to the movement of the car, “calculated runners”, gravity humps calculations, the Computer vision system

FOR CITATION: Bessonenko S. A., Gunbin A. A., Klimov A. A. Updating the parameters of “calculated runners” used in the design of gravity humps. *Russian Railway Science Journal*. 2024;83(1):60-68. (In Russ.).

Введение. На стадии проектирования сортировочных горок выполняются конструктивные и технологические расчеты, по результатам которых определяются высота и итоговая конструкция продольного профиля спускной части. При этом используются «расчетные бегуны» — одиночные четырехосные полувагоны с определенными характеристиками. Согласно существующей методике расчета в зависимости от мощности горки и вида решаемой задачи могут использоваться пять различных типов расчетных бегунов: «очень плохой» (ОП), «плохой» (П), «хороший» (Х) и «очень хороший» (ОХ-85 и ОХ-100).

«Расчетные бегуны» в сочетании с соответствующими условиями скатывания (благоприятными или неблагоприятными метеорологическими условиями и соответственно «легким» и «трудным» маршрутами скатывания отцепов в горочной горловине) используются при решении задач по проверке высоты сортировочной горки, расчету мощности тормозных позиций, при анализе режима интервально-прицельного торможения и др.

Для каждого типа «расчетного бегуна» установлены следующие числовые характеристики: масса (т) и основное удельное сопротивление движению (H/kH), от которых во многом зависят результаты скатывания отцепов и, как следствие, итоговые значения высоты и параметров продольного профиля сортировочной горки. Используемые в настоящее время числовые характеристики «расчетных бегунов» приведены в Правилах и нормах проектирования сортировочных устройств 2003 г.¹ (указанные Правила утратили силу, но по факту используются проектными организациями; в настоящее время готовятся к принятию актуализированные сборники правил).

Необходимо отметить, что числовые характеристики «расчетных бегунов» и функций распределения основного удельного сопротивления движению вагонов при скатывании с горки не обновлялись на протяжении весьма длительного периода. Изложенные в нормативах данные были получены по результатам исследований Центрального научно-исследовательского института Министерства путей сообщения СССР [1], выполненных в 70-х гг. прошлого столетия. Очевидно, что за прошедшее время значительно обновился парк вагонов, произошло улучшение ходовых характеристик подвижного состава и, как следствие, должны измениться числовые характеристики как функций распределения основного удельного сопротивления движению, так и «расчетных бегунов».

На сети железных дорог значительно увеличился парк инновационных вагонов с нагрузкой на ось 25 т, что соответствует значению массы «очень хорошего бегуна» ОХ-100. Планируется дальнейшее увеличение нагрузки на ось вагонов — в частности, разработаны модели инновационных вагонов с нагрузкой на ось 27 т. В настоящее время при разработке проектов развития железнодорожной инфраструктуры общего пользования на среднесрочную перспективу обращение указанных инновационных вагонов (27 т/ось) предусматривается только в маршрутных отправлениях на определенных направлениях. Следовательно, появление таких вагонов в структуре перерабатываемого вагонопотока на сортировочных горках в ближайшее время не ожидается. Однако со временем вагоны с нагрузкой на ось 27 т также будут поступать в переработку на сортировочные горки, что приведет к необходимости выделения нового типа «расчетного бегуна» — ОХ-108.

В целом, для принятия более обоснованных проектных решений при строительстве новых или реконструкции существующих сортировочных горок необходимо продолжить работы, направленные на уточнение значений основного удельного сопротивления движению вагонов [2, 3], и пересмотреть числовые характеристики «расчетных бегунов». Таким образом, актуализация параметров «расчетных бегунов» для современного парка вагонов, обращающегося на сети железных дорог РФ, является актуальной задачей в области проектирования сортировочных горок.

Материалы и методы. Исследования значений сил сопротивления движению вагонов, возникающих при скатывании с сортировочных горок, в СССР начались в 30-х гг. прошлого столетия [4]. Основные положения расчетов сил сопротивления, которые в основном применяются и в настоящее время, были сформулированы и изложены в Инструкции по проектированию станций и узлов на железных дорогах Союза ССР². В существующей методике расчета рассматриваются четыре вида сил сопротивления движению, при этом ходовые характеристики вагонов учитываются при определении основного удельного сопротивления движению w_0 .

Для определения актуализированных значений случайной величины w_0 были проведены натурные наблюдения за скатыванием одиночных вагонов на реальной сортировочной горке. Для минимизации влияния других сил сопротивления движению натурные наблюдения проводились на прямом в плане участке пути, без торможения в пределах зоны измерения,

¹ Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм: утв. МПС РФ 10.10.2003. М.: Техинформ, 2003. 168 с. (не подлежат применению в соответствии с Приказом Минтранса России от 19.09.2019 № 299 «О признании не подлежащими применению актов Министерства путей сообщения СССР и Министерства путей сообщения Российской Федерации»).

² Инструкция по проектированию станций и узлов на железных дорогах Союза ССР: ВСН 56-78. Введ. 1979-01-01 / Минтрансстрой СССР; МПС СССР. М.: Транспорт, 1978. 175 с.

в летний период года [5–9]. Затем были обработаны статистические данные по скатыванию — скорости движения одиночных отцепов вагонов на той же сортировочной горке в летний период, полученные по данным комплекса компьютерного зрения для контроля занятости сортировочных путей, разработанного специалистами Ростовского филиала АО «НИИАС» [10–12]. Актуальность применения данного метода для совершенствования систем контроля за роспуском отцепов с сортировочной горки подтверждается результатами и других аналогичных исследований [13].

Первоначально на основании изменения диапазона скоростей скатывания вагона на фиксированном участке производился расчет суммарного удельного сопротивления движению $w_{\text{сум}}$. Далее с учетом данных метеостанции о температуре воздуха, скорости и направлении ветра в момент роспуска из значения суммарного сопротивления выделялось основное удельное сопротивление движению вагона по формуле, Н/кН

$$w_o = w_{\text{сум}} - w_{\text{св}}, \quad (1)$$

где $w_{\text{св}}$ — сила удельного сопротивления движению вагона от среды и ветра.

В результате для каждой весовой категории вагонов, установленной правилами и нормами проектирования сортировочных устройств (тяжелой, средне-тяжелой, средней, легко-средней и легкой), получены плотности и функции распределения случайной величины w_o . Для определения числовых характеристик «расчетных бегунов» использованы интегральные функции распределения величины w_o для следующих весовых категорий вагонов:

- тяжелой — для определения значений «хорошего» (Х) и «очень хорошего» (ОХ-85 и ОХ-100) бегунов;
- легкой — для определения значений «плохого» (П) и «очень плохого» (ОП) бегунов.

При актуализации числовых характеристик «расчетных бегунов» принимались новые значения w_o , соответствующие вероятностям интегральных функций распределения, принятым при определении существующих характеристик «расчетных бегунов». Так, минимальные и максимальные значения основного удельного сопротивления, соответствующие «расчетным бегунам» ОП и ОХ-100, принимались по граничным значениям новых интегральных функций распределения — соответственно для легкой и тяжелой весовых категорий. Промежуточные значения основного удельного сопротивления «расчетных бегунов» П, Х и ОХ-85 принимались по новым интегральным функциям распределения величины

w_o , но в соответствии со значениями вероятностей, определенными по существующим интегральным функциям распределения.

Результаты исследования. Сопоставление существующих и новых числовых характеристик интегральных функций распределения случайной величины w_o для тяжелой и легкой весовых категорий вагонов (табл. 1) выполнено для общего парка перерабатываемого вагонопотока. Так как в качестве «расчетных бегунов» используются полувагоны (согласно требованиям Правил и норм проектирования³), то рассмотрение интегральной функции распределения справедливо только для данного типа вагонов. Для рассматриваемой сортировочной горки доля полувагонов в структуре переработанного за период наблюдения отцепопотока, состоящего из одиночных вагонов, составила 0,45 для легкой и 0,30 для тяжелой весовой категории вагонов.

По обеим весовым категориям (табл. 1) значительно увеличилось число вагонов со значением сопротивления менее 0,5 Н/кН — минимально установленного в существующих нормативах, что подтверждает улучшение ходовых характеристик современного парка вагонов и необходимость пересмотра числовых характеристик «расчетных бегунов». Диапазон изменения величины w_o для полувагонов в рассматриваемой выборке составил 0,1–3,6 Н/кН для легкой и 0,1–2,6 Н/кН для тяжелой весовой категории, что соответствует границам диапазона допустимых значений основного удельного сопротивления движению, приведенным в табл. 1.

Соотношение существующих и новых интегральных функций распределения основного удельного сопротивления движению вагонов приведено на рис. 1 и 2 (соответственно для тяжелой и легкой весовых категорий). Необходимо отметить, что конфигурации кривых интегральных функций для новых данных отличаются от существующих графиков функций, особенно в начальных и конечных областях, которые и используются при определении значений основного удельного сопротивления движению для установленных типов «расчетных бегунов». Также следует отметить значительное смещение новых интегральных функций распределения ближе к оси ординат и существенное сокращение диапазона допустимых значений случайной величины w_o для легкой весовой категории вагонов, что также влияет на итоговые новые числовые характеристики «расчетных бегунов» установленного типа.

При обработке новых данных об основном удельном сопротивлении движению использованы результаты скатывания 5000 одиночных вагонов разнообразных

³ Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм. М., 2003.

Таблица 1

Интегральные функции распределения случайной величины w_0
для тяжелой и легкой весовых категорий вагонов

Table 1

Integral distribution functions of the random variable w_0 for heavy- and lightweight cars

Значения w_0 , Н/кН	Тяжелая весовая категория		Легкая весовая категория	
	Существующие значения*	Новые значения	Существующие значения*	Новые значения**
0,1	—	0,052	—	0,055
0,2	—	0,094	—	0,094
0,3	—	0,149	—	0,149
0,4	—	0,230	—	0,239
0,5	0,004	0,336	0,006	0,353
0,6	0,016	0,454	0,014	0,468
0,7	0,044	0,580	0,028	0,562
0,8	0,095	0,687	0,049	0,632
1,0	0,269	0,839	0,117	0,731
1,2	0,499	0,913	0,216	0,796
1,4	0,708	0,952	0,335	0,846
1,6	0,853	0,972	0,461	0,876
1,8	0,934	0,986	0,581	0,900
2,0	0,974	0,990	0,686	0,920
2,3	0,994	0,996	0,808	0,940
2,6	0,999	0,999	0,890	0,955
3,0	—	—	0,952	0,975
3,5	—	—	0,985	0,995
4,0	—	—	0,996	0,999
4,5	—	—	0,999	—

* Существующие значения интегральной функции распределения основного удельного сопротивления движению приняты по данным Пособия по применению Правил и норм проектирования сортировочных устройств⁴.

** Для новых данных легкой весовой категории максимальное значение основного удельного сопротивления движению составляет 3,6 Н/кН, которое попадает в диапазон от 3,5 до 4,0 Н/кН, установленный по существующей плотности распределения.

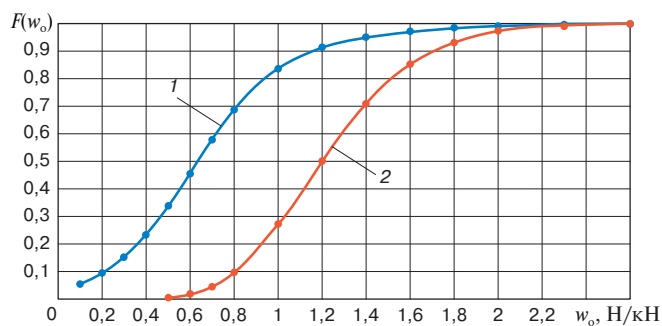


Рис. 1. Соотношение существующих и новых графиков функций распределения случайной величины w_0 для тяжелой весовой категории вагонов:

1 — новые значения; 2 — существующие значения

Fig. 1. Correlation of existing and new graphs of distribution functions of random variable w_0 for heavyweight cars:

1 — new values; 2 — existing values

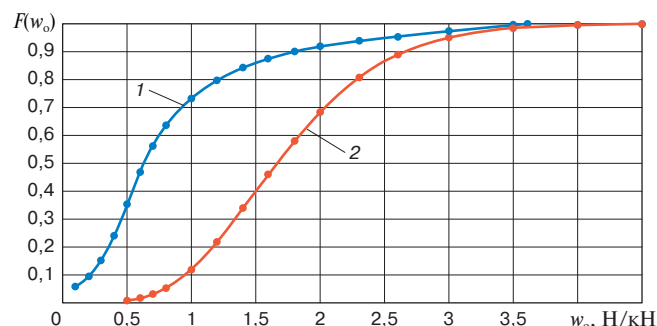


Рис. 2. Соотношение существующих и новых графиков функций распределения случайной величины w_0 для легкой весовой категории вагонов:

1 — новые значения; 2 — существующие значения

Fig. 2. Correlation of existing and new graphs of distribution functions of random variable w_0 for lightweight cars:

1 — new values; 2 — existing values

⁴ Пособие по применению Правил и норм проектирования сортировочных устройств / П. И. Дыдышко [и др.]. М.: Транспорт, 1994. 220 с.

типов, и для увеличения объема выборки целесообразно провести подобные эксперименты на других сортировочных горках в различных условиях эксплуатации. Однако приведенные на рис. 1 и 2 соотношения интегральных функций распределения в целом показывают значительные отклонения случайной величины w_0 для современного парка вагонов от используемых в настоящее время значений.

Для определения параметров «расчетных бегунов» по полученным новым интегральным функциям распределения использованы вероятности появления соответствующего типа «расчетного бегуна»⁵. Определение вероятностей, соответствующих характеристикам «хорошего» и «очень хорошего» (ОХ-85 и ОХ-100) бегунов, производилось по существующей интегральной функции распределения $F(w_0)$ для тяжелой весовой категории вагонов по формуле

$$P_{\text{ОХ}} = F(w_0). \quad (2)$$

Определение вероятностей появления «плохого» и «очень плохого» бегунов производилось по существующей интегральной функции распределения $F(w_0)$ для легкой весовой категории вагонов по формуле

$$P_{\text{ОП}} = 1 - F(w_0). \quad (3)$$

Вероятности появления «расчетных бегунов» в перерабатываемом вагонопотоке соответствующей весовой категории согласно существующим нормативам приведены в табл. 2.

Для определения параметров «расчетных бегунов», соответствующих современным условиям эксплуатации, предлагается использовать значения вероятностей, приведенные в табл. 2. По данным вероятностям, но с использованием новых интегральных функций распределения, определены значения основного удельного сопротивления движению для «расчетных бегунов» каждого типа. Фрагменты новых интегральных функций распределения случайной величины w_0 , по которым произведено определение числовых характеристик «расчетных бегунов», приведены:

- для тяжелой весовой категории (начальная часть функции) — на рис. 3;
- для легкой весовой категории (конечная часть функции) — на рис. 4.

Таким образом, определены числовые характеристики «расчетных бегунов», соответствующие современному парку вагонов (табл. 3), при этом:

- значения w_0 для «расчетных бегунов» ОП и ОХ-100 (а также ОХ-85) приняты по крайним границам диапазонов допустимых значений основного удельного сопротивления движению соответственно для легкой и тяжелой весовых категорий;

Таблица 2

Значения вероятностей появления «расчетных бегунов», соответствующие существующим функциям распределения

Table 2

Probability values for appearance of “calculated runners”, corresponding to the existing distribution functions

Параметр	Тип «расчетного бегуна»			
	ОП	П	Х	ОХ-85
Основное удельное сопротивление движению (Н/кН)	4,5	4,0	0,8	0,5
Значение интегральной функции распределения вероятностей основного удельного сопротивления движению вагона	0,999	0,996	0,095	0,004
Вероятность появления в перерабатываемом вагонопотоке «расчетного бегуна» соответствующего типа	0,001	0,004	0,095	0,004

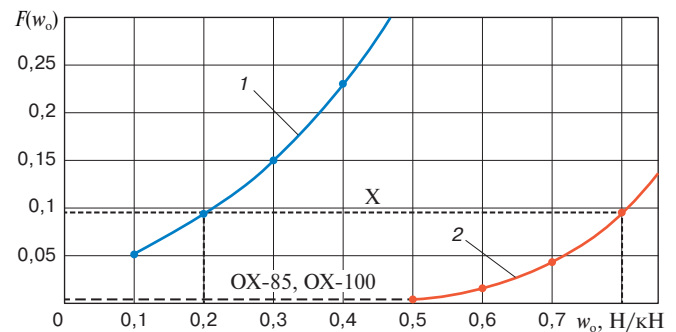


Рис. 3. Фрагмент начальной части интегральной функции распределения случайной величины w_0 тяжелой весовой категории вагонов для определения параметров «расчетных бегунов» X, ОХ-85 и ОХ-100:

1 — новые значения; 2 — существующие значения

Fig. 3. Fragment of initial part of integral distribution function of random variable w_0 of heavyweight cars to determine the parameters of “calculated runners” X, ОХ-85 and ОХ-100:

1 — new values; 2 — existing values

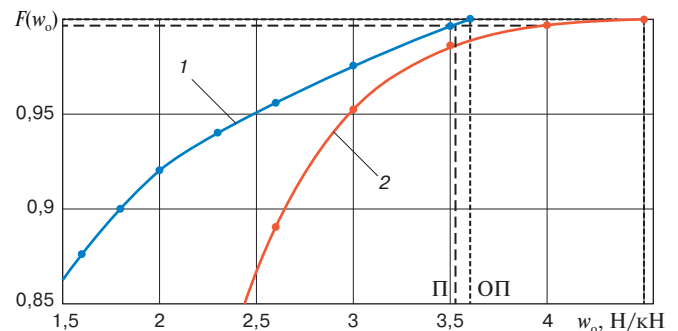


Рис. 4. Фрагмент конечной части интегральной функции распределения случайной величины w_0 легкой весовой категории вагонов для определения параметров «расчетных бегунов» П и ОП:

1 — новые значения; 2 — существующие значения

Fig. 4. Fragment of final part of integral distribution function of random variable w_0 of lightweight cars to determine the parameters of “calculated runners” П and ОП:

1 — new values; 2 — existing values

⁵ Там же.

Таблица 3

Соотношение существующих и новых числовых характеристик «расчетных бегунов»

Table 3

Ratio of existing and new numerical characteristics of “calculated runners”

Тип «расчетного бегуна»	Масса	Основное удельное сопротивление движению, Н/кН	
		Существующее значение*	Новое значение
ОП	22	4,5	3,6
П	25	4,0	3,5
Х	70	0,8	0,2
ОХ-85	85	0,5	0,1
ОХ-100	100	0,5	0,1

* Существующие значения приняты в соответствии с Пособием по применению Правил и норм проектирования сортировочных устройств (1994).

• значение w_0 для бегуна П принято по существующей вероятности появления «расчетного бегуна» в перерабатываемом вагонопотоке (табл. 2) с округлением до значения 3,5 Н/кН;

• значение w_0 для бегуна Х принято 0,2 Н/кН по графику интегральной функции распределения тяжелой весовой категории; данный параметр может также определяться с использованием функции распределения среднетяжелой весовой категории (так как масса такого бегуна составляет 70 т и попадает в диапазон изменения масс этой категории), для которой объем имеющейся выборки является недостаточным.

Обсуждение и заключение. На основании выполненных исследований авторами получены новые значения параметров «расчетных бегунов», которые составляют:

- для ОП: масса 22 т, основное удельное сопротивление 3,6 Н/кН;
- для П: масса 25 т, основное удельное сопротивление 3,5 Н/кН;
- для Х: масса 70 т, основное удельное сопротивление 0,2 Н/кН;
- для ОХ-85: масса 85 т, основное удельное сопротивление 0,1 Н/кН;
- для ОХ-100: масса 100 т, основное удельное сопротивление 0,1 Н/кН.

Полученные данные значительно отличаются от используемых в настоящее время числовых характеристик «расчетных бегунов», что отразится на результатах конструктивных и технологических расчетов, выполняемых при проектировании сортировочных горок. При этом необходимо отметить, что предлагаемые числовые характеристики «расчетных бегунов» являются предварительными и должны быть уточнены

с учетом увеличения объемов выборки, что может привести к изменению конфигурации начальных и конечных частей интегральных функций распределения для тяжелой, легкой, а при необходимости и среднетяжелой весовых категорий.

Для включения новых значений основного удельного сопротивления движению в правила и нормы проектирования сортировочных устройств требуются дополнительные исследования с целью уточнения параметров распределений основного удельного сопротивления движению и характеристик «расчетных бегунов», соответствующих современному парку вагонов. Исследования по определению новых значений основного удельного сопротивления движению вагонов рекомендуется провести на сортировочных горках разной мощности, расположенных в различных климатических зонах, с обработкой статистических данных по скатыванию отцепов как на участках спускной части горки, так и на путях сортировочных парков. Исследования рекомендуется провести как в летний, так и в зимний периоды.

Использование новых числовых характеристик «расчетных бегунов» рекомендуется при выполнении анализа вариантов проектных решений по высоте горки и конструктивным параметрам продольного профиля. До момента утверждения новых числовых характеристик «расчетных бегунов» определение предельных значений высоты сортировочной горки, проверки мощности тормозных позиций и интервалов на разделительных элементах необходимо производить с использованием существующих значений основного удельного сопротивления движению вагонов.

Благодарности: авторы выражают благодарность коллегам Ростовского филиала АО «НИИАС», предоставившим статистические данные комплекса компьютерного зрения по результатам скатывания отцепов в сортировочном парке для определения основного удельного сопротивления движению современного парка вагонов. Благодарность от авторов также выражается рецензентам за полезные замечания, способствовавшие улучшению статьи.

Acknowledgments: the authors express gratitude to the colleagues of the Rostov branch of the Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications in Railway Transportation, who provided statistical data of the computer vision system on the results of rolling up the uncouples in the sorting fleet to determine the main specific resistance to the movement of the modern fleet of cars, and to reviewers for their constructive comments, improving the quality of the article.

Финансирование: публикация осуществлена в том числе в рамках реализации гранта ОАО «РЖД» на развитие научно-педагогических школ в области железнодорожного транспорта.

Finding: the publication was made as part of the implementation of the JSC “Russian Railways” grant for the development of scientific and pedagogical schools in the field of railway transport.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest and no financial interests in any material discussed in this article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Сопротивление движению грузовых вагонов при скатывании с горки / В. П. Волков [и др.]. М.: Транспорт, 1975. 102 с. [Volkov V. P., Starshov I. P., Sotnikov E. A., Arbuzin A. I. *Resistance to the movement of freight cars when rolling down hills*. Moscow: Transport Publ.; 1975. 102 p. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/uhzuzh>.
2. Применение цифровых моделей и средств спутниковой навигации для определения основного сопротивления движению грузовых вагонов / Ю. П. Бороненко [и др.] // Железнодорожный подвижной состав: проблемы, решения, перспективы: материалы Второй Междунар. науч.-техн. конф., Ташкент, 19–22 апреля 2023 г. Ташкент: Ташкентский гос. транспорт. ун-т, 2023. С. 62–69 [Boronenko Yu. P., Krohn I. R., Rakhimov R. V., Ruzmetov Ya. O. Application of digital models and satellite navigation tools to determine the main resistance to the movement of freight cars. In: *Proceedings of the Second International Scientific and Technical Conference "Railway rolling stock: problems, solutions, prospects"*, 19–22 April 2023, Tashkent. Tashkent: Tashkent State Transport University; 2023. p. 62–69 (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/cgjcfe>.
3. Djabbarov S., Saidivaliev S., Abdullayev B., Gayipov A., Rakhmatov K., Soboleva I. Study of the kinematic characteristics of the motion of the car from the top to the design point. In: *E3C Web of Conferences*. Vol. 402: *International Scientific Siberian Transport Forum "TransSiberia 2023"*, 16–19 May 2023, Novosibirsk. [s. l.]; 2023. p. 04010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340204010>.
4. Фролов А. Н., Ботсманов Б. В. Сопротивление вагонов при скатывании с горки. М.: Трансжелдориздат, 1939. 132 с. [Frolov A. N., Botsmanov B. V. *Resistance of cars when rolling down a hill*. Moscow: Transzheldorizdat Publ.; 1939. 132 p. (In Russ.)].
5. Бессоненко С. А., Гунбин А. А., Климов А. А. Исследование основного удельного сопротивления движению отцепов при скатывании с сортировочной горки на основе натурных наблюдений // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2022. № 4(63). С. 62–68 [Bessonenko S. A., Gunbin A. A., Klimov A. A. Study of the main specific resistance to the movement of cuts when rolling off a hump based on field observations. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2022;(4):62-68. (In Russ.)]. EDN: <https://www.elibrary.ru/gserob>.
6. Климов А. А. Метод определения сопротивлений движению отцепов при скатывании с сортировочной горки на основе натурных наблюдений и цифровых баз данных // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы: материалы междунар. науч.-практ. конф., Москва, 28 сентября 2022 г. М.: РУТ, 2022. С. 300–305 [Klimov A. A. Method for determining the resistance to the movement of cuts when rolling off a hump based on field discoveries and digital databases. In: *Digital transformation of transport: problems and prospects: Proceedings of the international scientific and practical conference*, 28 September 2022, Moscow. Moscow: RUT; 2022. p. 300–305. (In Russ.)]. EDN: <https://www.elibrary.ru/cditgz>.
7. Распределения вероятностей удельного сопротивления движению отцепов на сортировочных горках / С. А. Бессоненко [и др.] // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2023. № 1(64). С. 52–61 [Bessonenko S. A., Gunbin A. A., Klimov A. A., Kornienko K. I., Olgeizer I. A., Sukhanov A. V. Probability distributions of specific resistance to the movement of cuts on hump humps. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2023;(1):52-61. (In Russ.)]. EDN: <https://www.elibrary.ru/dwanws>.
8. Исследование параметров основного удельного сопротивления движению вагонов при скатывании с сортировочной горки / С. А. Бессоненко [и др.] // Известия Транссиба. 2023. № 1(53). С. 53–62 [Bessonenko S. A., Gunbin A. A., Klimov A. A., Kornienko K. I., Olgeizer I. A., Shabelnikov A. N. Study of the parameters of the main specific resistance to the movement of cars when rolling off a hump. *Journal of Transsib Railway Studies*. 2023;(1):53-62. (In Russ.)]. EDN: <https://www.elibrary.ru/ktvbnr>.
9. Распределения вероятностей удельного сопротивления движению разных типов вагонов в сортировочном парке / С. А. Бессоненко [и др.] // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. 2022. № 1(4). С. 12–17 [Bessonenko S. A., Gunbin A. A., Klimov A. A., Kornienko K. I., Olgeizer I. A. Probability distributions of specific resistance to movement of different types of cars in a marshalling yard. *Problemy perspektivnogo razvitiya zheleznodorozhnykh stantsiy i uzlov*. 2022;(1):12-17. (In Russ.)]. EDN: <https://www.elibrary.ru/rizpzb>.
10. Компьютерное зрение для контроля сортировочных процессов / А. Е. Хатламаджиян [и др.] // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 3. С. 8–11 [Khatlamadzhian A. E., Olgeizer I. A., Sukhanov A. V., Borisov V. V. Computer vision for monitoring sorting processes. *Automation, communication, informatics*. 2021;(3):8-11. (In Russ.)]. EDN: <https://www.elibrary.ru/gosiky>.
11. Компьютерное зрение как способ интеллектуализации систем горочной автоматизации / И. А. Ольгейзер [и др.] // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2022. № 1. С. 46–53 [Olgeizer I. A., Sukhanov A. V., Lyashchenko A. M., Glazunov D. V. Computer vision as a way to intellectualize hump automation systems. *Engineering and Automation Problems*. 2022;(1):46-53. (In Russ.)]. EDN: <https://www.elibrary.ru/loqjvh>.
12. Сортировочная станция: из прошлого в будущее / А. Н. Шабельников [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2020. № 9. С. 18–21 [Shabelnikov A. N., Kobzev V. A., Olgeizer I. A., Rogov S. A. Marshalling yard: from the past to the future. *Zheleznodorozhnyy transport*. 2020;(9):18-21. (In Russ.)]. EDN: <https://www.elibrary.ru/gtkzjt>.
13. Panchenko S., Siroklyn I., Lapko A., Kameniev A., Zmii S. Improvement of the accuracy of determining movement parameters of cuts on classification humps by methods of video analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016;(3):25-30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.76103>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Анатольевич БЕССОНЕНКО,

д-р техн. наук, профессор, кафедра управления эксплуатационной работой, Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191), Author ID: 719058, <https://orcid.org/0000-0001-5782-1596>

Антон Андреевич ГУНБИН,

канд. техн. наук, доцент, кафедра железнодорожных станций и узлов, Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191), Author ID: 723167, <https://orcid.org/0000-0002-2877-1136>

Александр Александрович КЛИМОВ,

канд. техн. наук, доцент, кафедра железнодорожных станций и узлов, Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191), Author ID: 728266, <https://orcid.org/0000-0003-1421-0976>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sergey A. BESSONENKO,

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Department of Track Maintenance Management, Siberian Transport University (630049, Novosibirsk, 191, Dusi Kovalchuk St.), Author ID: 719058, <https://orcid.org/0000-0001-5782-1596>

Anton A. GUNBIN,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Department of Railway Stations and Junctions, Siberian Transport University (630049, Novosibirsk, 191, Dusi Kovalchuk St.), Author ID: 723167, <https://orcid.org/0000-0002-2877-1136>

Alexander A. KLIMOV,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Department of Railway Stations and Junctions, Siberian Transport University (630049, Novosibirsk, 191, Dusi Kovalchuk St.), Author ID: 728266, <https://orcid.org/0000-0003-1421-0976>

ВКЛАД АВТОРОВ

Сергей Анатольевич БЕССОНЕНКО. Методика выполнения натурных наблюдений за процессом скатывания отцепов с сортировочной горки. Планирование экспериментов и обработка полученных результатов (34%).

Антон Андреевич ГУНБИН. Обработка статистических данных о результатах скатывания отцепов с сортировочной горки по данным комплекса компьютерного зрения. Построение итоговых кривых интегральных функций распределения основного удельного сопротивления движению для тяжелой и легкой весовых категорий вагонов (33%).

Александр Александрович КЛИМОВ. Методика определения числовых характеристик «расчетных бегунов». Редактирование и подготовка текста рукописи (33%).

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Sergey A. BESSONENKO. Methodology for performing field observations of the process of rolling cuts from a gravity hump. Planning of experiments and processing of the obtained results (34%).

Anton A. GUNBIN. Processing of statistical data on the results of rolling cuts from the gravity hump based on data from the “Computer Vision” system. Construction of the final curves of the integral distribution functions of the main specific resistance to movement for heavy- and lightweight cars (33%).

Alexander A. KLIMOV. Methodology for determining the numerical characteristics of “calculated runners”, article editing and preparation (33%).

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The authors have read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию 30.01.2024, рецензия от первого рецензента получена 02.02.2024, рецензия от второго рецензента получена 09.02.2024, принята к публикации 16.02.2024.

The article was submitted 30.01.2024, first review received 02.02.2024, second review received 09.02.2024, accepted for publication 16.02.2024.



ПАТЕНТЫ ВНИИЖТ

УСТРОЙСТВО ФИКСАЦИИ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА ДЛЯ ОТВОДА КОНТАКТНОЙ ПОДВЕСКИ НАД ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПУТЯМИ

А. А. Крылов, А. А. Царьков, П. О. Мусерский,
М. И. Мехедов, В. А. Нелюб,
А. Н. Калинин, И. Д. Золотаренко

Изобретение относится к контактной сети. Устройство фиксации контактного провода для отвода контактной подвески над железнодорожными путями содержит крышку с плоской верхней поверхностью, полый корпус, элемент усиления и накладку. Крышка выполнена с возможностью соединения с полым корпусом. Полый корпус имеет дно, на внутренней поверхности корпуса в нижней его части выполнены выступы для размещения в корпусе элемента усиления. На внешней поверхности дна корпуса по всей его длине выполнен паз для размещения в нем и фиксации контактного провода. Фиксация контактного провода осуществляется

при помощи накладок, выполненных с возможностью приклепления на нижнюю часть внешней поверхности корпуса. Причем крышка, корпус и элемент усиления выполнены из композитных материалов, а накладки — из нержавеющей стали с защитным напылением из полиуретанового лака. Технический результат изобретения заключается в повышении надежности и прочности устройства.

Патент на изобретение RU 2803210 C1, 11.09.2023.

Заявка № 2023107123 от 24.03.2023.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=54659507>

По вопросам использования интеллектуальной собственности обращаться по адресу: 129626, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10, Научно-издательский отдел АО «ВНИИЖТ».

Тел.: (495) 602-83-01, e-mail: journal@vniizht.ru, www.vniizht.ru