



ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Оригинальная статья

УДК 629.463.12

DOI: 10.21780/2223-9731-2023-82-1-18-24

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



НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИ ВЫБОРЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Т. И. Набатчикова¹, А. В. Костин¹, С. Н. Науменко²✉

¹Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)),
Москва, Российская Федерация,

²Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ),
Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. С вступлением в действие новых правил перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов изменилась структура грузопотоков в сторону увеличения объемов перевозок в изотермических специальных транспортных средствах. При их выборе грузоотправителю необходимо знать расчетную величину допустимого срока перевозки скоропортящегося пищевого продукта, в течение которого температура последнего не выйдет за границы интервала установленных температурных условий для перевозки и хранения.

Материалы и методы. Для расчета величины допустимого срока перевозки груза используется величина общего коэффициента теплопередачи кузова специального транспортного средства, определяемая по результатам проведения теплотехнических испытаний методами внутреннего обогрева или охлаждения с применением математических зависимостей, позволяющих учесть расчетное изменение коэффициента теплопередачи во время движения в составе поезда.

Результаты. Выполнен расчет допустимого срока перевозки бутилированного пива в изотермическом специальном транспортном средстве в летний период для допустимых температур хранения скоропортящегося пищевого продукта от 0 до 10 °С в диапазоне средних скоростей движения состава от 0 до 120 км/ч. В соответствии с результатами расчета допустимый срок перевозки при использовании величины коэффициента теплопередачи, полученной по результатам проведения теплотехнических испытаний, составил 69,4 ч, а при расчете по методике с учетом внешних факторов — 57,1 ч, т. е. сократился на 12,3 ч, или ориентировочно на 18 %.

Обсуждение и заключение. Допустимый срок перевозки скоропортящегося пищевого продукта в изотермических специальных транспортных средствах зависит от влияния средней скорости движения на маршруте перевозки, инфильтрации в транспортное средство наружного воздуха и солнечной радиации. Во избежание снижения качества продукта или его порчи грузоотправителю необходимо учитывать указанные обстоятельства при выборе параметров специальных транспортных средств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: перевозки скоропортящихся грузов, специальное транспортное средство, общий коэффициент теплопередачи, теплоизоляция, теплоограждающие конструкции, коэффициент теплоотдачи, инфильтрация, допустимый срок перевозки

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Набатчикова Т. И., Костин А. В., Науменко С. Н. Необходимость учета внешних факторов при выборе специального транспортного средства для перевозки скоропортящихся пищевых продуктов // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2023. Т. 82, № 1. С. 18–24. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2023-82-1-18-24>.

✉ naumenko.sergey@vniizht.ru (С. Н. Науменко)

© Набатчикова Т. И., Костин А. В.,
Науменко С. Н., 2023



TECHNICAL MEANS OF RAILWAY TRANSPORT

Original article

UDK 629.463.12

DOI: 10.21780/2223-9731-2023-82-1-18-24

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



RELEVANCE OF EXTERNAL FACTORS IN CHOOSING A SPECIAL VEHICLE FOR THE PERISHABLE FREIGHT CONVEYANCE

Tatiana I. Nabatchikova¹, Aleksandr V. Kostin¹,
Sergey N. Naumenko²✉

¹Russian University of Transport,
Moscow, Russian Federation

²Railway Research Institute,
Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The new Rules for the perishable freight conveyance have changed the structure of freight flows towards higher volumes of transportation in special isothermal vehicles. When choosing them, the shipper should know the estimated period of transportation of perishable food, where the temperature of the latter would remain within the range of established transportation and storage temperatures.

Materials and methods. The calculation of the permissible transportation period uses the overall heat transfer coefficient of the body of a special vehicle determined by thermal tests using internal heating or cooling methods with mathematical dependencies that factor in the calculated change in the heat transfer coefficient during movement in train set.

Results. The authors calculated the permissible transportation period of bottled beer in a special isothermal vehicle in summer for permissible storage temperatures of perishable food from 0 to 10 °C in the range of average train speeds from 0 to 120 km/h. The calculation results show that the permissible transportation time with the heat transfer coefficient obtained in thermal tests amounted to 69.4 hours, and the calculation using external factors showed 57.1 hours, i. e. decreased by 12.3 hours, or approximately 18%.

Discussion and conclusion. The permissible period of perishable freight conveyance in special isothermal vehicles depends on the average transportation speed and the infiltration of outside air and solar radiation into the vehicle. The shipper should consider these circumstances while selecting the parameters of special vehicles in order to prevent food from deterioration or spoilage.

KEYWORDS: perishable freight conveyance, special vehicle, overall heat transfer coefficient, thermal insulation, heat-enclosing structures, heat emission coefficient, infiltration, permissible transportation period

FOR CITATION: Nabatchikova T. I., Kostin A. V., Naumenko S. N. Relevance of external factors in choosing a special vehicle for the perishable freight conveyance. *Russian Railway Science Journal*. 2023;82(1):18-24. (In Russ.). <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2023-82-1-18-24>.

✉ naumenko.sergey@vniizht.ru (S. N. Naumenko)

© Nabatchikova T. I., Kostin A. V.,
Naumenko S. N., 2023

Введение. В декабре 2019 г. вступили в силу новые правила перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов [1]. Эти правила не регламентируют, как прежде, предельные сроки перевозки скоропортящихся грузов в зависимости от вида подвижного состава, периодов года и климатических зон железных дорог [2]. Другими словами, ОАО «РЖД» перестало регламентировать условия перевозок. Теперь грузоотправитель самостоятельно выбирает и условия перевозки согласно назначенным изготовителем продукции требованиям к транспортировке или хранению скоропортящегося пищевого продукта (СПП), и род подвижного состава. Выбранные грузоотправителем условия перевозки согласовываются с грузополучателем, и, следовательно, ответственность за сохранность и качество СПП при перевозке железнодорожным транспортом возлагается на грузоотправителя.

Опубликованный в [3] анализ перевозок СПП по железным дорогам за период 2018–2021 гг. подтвердил ожидаемые изменения рынка, которые вызвали новые правила. Так, термосопригодные грузы и напитки, ранее перевозившиеся в вагонах-термосах, теперь транспортируются в менее дорогих неспециализированных вагонах и контейнерах, а утерянные объемы термосопригодных грузов частично компенсируются увеличением объемов перевозки в вагонах-термосах замороженных грузов, прежде перевозимых в рефрижераторных транспортных средствах.

Для разработки действовавшей ранее методики по установлению предельного срока перевозки скоропортящихся грузов в вагонах-термосах [4] были проведены сложные комплексные исследования тепломассообмена между воздухом и грузом: при транспортировке последнего из камер хранения в вагон, в процессе погрузки и при перевозке в вагонах-термосах с установлением зависимостей изменения среднеобъемной температуры штабеля груза и средней температуры воздуха при нерегулярном и регулярном тепловых режимах с получением эмпирических зависимостей и пр.

Сегодня в связи с тем, что рыночные отношения повышают требования к сохранению качества СПП при перевозке, требования к условиям и технологии перевозки СПП должны быть ужесточены. В сложившейся ситуации при выборе условий перевозки и параметров специального транспортного средства (СТС) грузоотправителю необходимо придавать значение как увеличению скорости доставки грузов, так и снижению качества теплоизоляционных свойств СТС в связи с их старением [5, 6].

Величина общего коэффициента теплопередачи для СТС определяется методами, описанными в Приложении 1 Соглашения о международных перевозках

скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС) [7].

Здесь необходимо заметить, что если величина общего коэффициента теплопередачи определяется в ходе испытаний, то используются стационарные условия испытательной станции. В процессе движения СТС по маршруту величина общего коэффициента теплопередачи меняется. Ее изменение обусловлено влиянием таких внешних факторов, как температура, влажность наружного воздуха, скорость движения СТС в составе поезда, солнечная радиация, о чем достаточно подробно говорится в статьях [8, 9].

Оценка изменения общего коэффициента теплопередачи в зависимости от влияния внешних факторов. В общий коэффициент теплопередачи K_m , Вт/(м²·К), получаемый при проведении теплотехнических испытаний кузова СТС, входят приведенный трансмиссионный K_m^{tr} и условный инфильтрационный K_m^{inf} коэффициенты теплопередачи [10]:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf}. \quad (1)$$

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности наружных ограждений СТС, в свою очередь, определяется как

$$K_m^{tr} = \frac{\sum K_i^{tr} F_i}{\sum F_i} = \frac{\sum \frac{F_i}{R_i}}{\sum F_i}, \quad (2)$$

где K_i^{tr} — трансмиссионный коэффициент теплопередачи i -го ограждения, Вт/(м²·К); F_i — поверхность i -го ограждения, м²; R_i — суммарное термическое сопротивление i -го ограждения, м²·К/Вт.

$$K_i^{tr} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{vi}} + \sum \frac{\delta_{ij}}{\lambda_{ij}} + \frac{1}{\alpha_{ni}}} = \frac{1}{R_{\alpha vi} + \sum R_{\lambda ij} + R_{\alpha ni}} = \frac{1}{R_i}, \quad (3)$$

где α_{vi} и α_{ni} — соответственно конвективный коэффициент теплоотдачи от воздуха в СТС к внутренней стенке i -го ограждения и конвективный коэффициент теплоотдачи от наружной стенки этого ограждения СТС к наружному воздуху, Вт/(м²·К); δ_{ij} — толщина j -слоя i -го ограждения, м; λ_{ij} — приведенный коэффициент теплопроводности j -го слоя i -го ограждения (с учетом включения в него теплопроводных включений), Вт/(м·К); $R_{\alpha vi}$, $\sum R_{\lambda ij}$, $R_{\alpha ni}$ — соответственно термическое сопротивление теплоотдачи от воздуха в СТС к внутренней стенке i -го ограждения, суммарное приведенное термическое сопротивление теплопроводности этого ограждения, термическое сопротивление теплоотдачи от наружной стенки i -го ограждения СТС к наружному воздуху, м²·К/Вт.

Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи K_m^{inf} служит для оценки поступления в СТС наружного воздуха через неплотности кузова (инфильтрация).

Относительное изменение K_m от скорости движения поезда с учетом указанных выше факторов может быть оценено из соотношения [11]:

$$\frac{\Delta K_m}{K_m} = \frac{K_m \delta \bar{\lambda}}{\beta \lambda_{из}^2} \frac{\partial \lambda_{из}}{\partial t} \Delta t + \left(\frac{\partial \beta}{\partial w} + \frac{K_m}{\alpha_n^2} \frac{\partial \alpha_n}{\partial w} \right) \times \left(\frac{\Delta w}{\beta} + \frac{K_m}{\alpha_n^2 \beta} \Delta \alpha_n \right), \quad (4)$$

где δ — толщина слоя изоляции, м; $\bar{\lambda}$ — коэффициент, характеризующий уменьшение термического сопротивления теплопроводности кузова СТС из-за наличия в нем теплопроводящих элементов; t — средняя температура изоляции, °С; $\lambda_{из}$ — коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/(м·К); w — скорость движения СТС, км/ч; β — коэффициент инфильтрации; α_n — конвективный коэффициент теплоотдачи от воздуха к наружной стенке СТС, Вт/(м²·К); $\alpha_{нл}$ — условный лучистый коэффициент теплоотдачи, учитывающий влияние на теплообмен солнечной радиации, Вт/(м²·К).

При изменении скорости движения СТС значения $R_{ави}$ и $\sum R_{\lambda,ij}$, приведенные в (3), практически не изменяются, и мы будем в дальнейшем принимать их в качестве константы:

$$R_{bi} = R_{ави} + \sum R_{\lambda,ij}, \quad (5)$$

где R_{bi} — суммарное термическое сопротивление i -го ограждения.

Для определения α_n применим эмпирическую формулу [12]:

$$\alpha_n = 9 + 3,5w^{0,66}. \quad (6)$$

С нашей точки зрения, при использовании формулы (6) коэффициент теплоотдачи для СТС оценивается более корректно, так как в нее, в отличие от обычно применяемого соотношения М.А. Михеева [13], не входит определяющий размер, за который для СТС принимается длина вагона, что из-за негладкого профиля его кузова не совсем верно. Достоверность формулы (6) подтверждена экспериментальными исследованиями [14]. Следует также отметить, что эта формула используется при расчете среднего коэффициента теплопередачи ограждений помещения подвижного состава для условий эксплуатации в [15].

При увеличении скорости движения повышается инфильтрация наружного воздуха в грузовое помещение СТС, что также влияет на его теплообмен с окружающей средой. Влияние инфильтрации учитываем

коэффициентом инфильтрации β [11], характеризующим увеличение теплообмена из-за переноса теплоты инфильтрационным воздухом.

Увеличение β при повышении скорости движения СТС в (4) определялось из соотношения [11]:

$$\frac{\partial \beta}{\partial w} = \frac{\Delta \bar{G}_n}{\Delta w}, \quad (7)$$

где $\Delta \bar{G}_n$ — отношение расхода инфильтрационного воздуха в СТС при определенной скорости его движения к расходу инфильтрационного воздуха на стоянке.

Оценка допустимого срока перевозки груза в СТС. Перевозка грузов в изотермическом СТС характеризуется изменением температуры груза. Допустимый срок перевозки груза определим из следующего соотношения [16]:

$$\tau_{max} = \frac{m_r c_r + m_b c_{pb}}{K_m F} \ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}, \quad (8)$$

где m_r, m_b — соответственно масса груза (с учетом тары) и воздуха в СТС, кг; c_r, c_{pb} — соответственно удельные массовые теплоемкости груза (с учетом тары) и воздуха в СТС, Дж/(кг·К); F — площадь поверхности ограждающих конструкций СТС, м²; $\Delta t_1 = |t_n - t_0|$; $\Delta t_2 = |t_n - t_{max(min)}|$, где t_n — температура наружного воздуха, °С; t_0 — температура погрузки груза в вагон, °С; $t_{max(min)}$ — соответственно максимально или минимально допустимая (по условиям перевозки) температура груза, °С.

В качестве примера рассмотрим допустимый срок перевозки бутилированного пива (в стеклянных бутылках) в изотермическом СТС с нормальной изоляцией из пенополиуретана (ППУ) в летний период при следующих условиях:

- общий коэффициент теплопередачи кузова СТС, определенный по результатам проведения теплотехнических испытаний $K_{mw=0} = 0,6$ Вт/(м²·К);
- теплоемкость груза с учетом тары $c_r = 2750$ Дж/(кг·К);
- теплоемкость воздуха в СТС $c_{pb} = 1010$ Дж/(кг·К);
- масса груза $m_r = 25\,970$ кг;
- масса воздуха $m_b = 9$ кг;
- максимально допустимая температура груза $t_{max} = 10$ °С [2];
- температура наружного воздуха $t_n = 30$ °С;
- температура погрузки $t_0 = 4$ °С;
- площадь поверхности ограждающих конструкций СТС $F = 125$ м²;
- зависимость коэффициента теплопроводности ППУ изоляции стенки СТС от температуры $\lambda_{из} = 0,030 + 0,00015t$ [17];
- условный лучистый коэффициент теплоотдачи $\alpha_{нл} = 8$ Вт/(м²·К) [18];

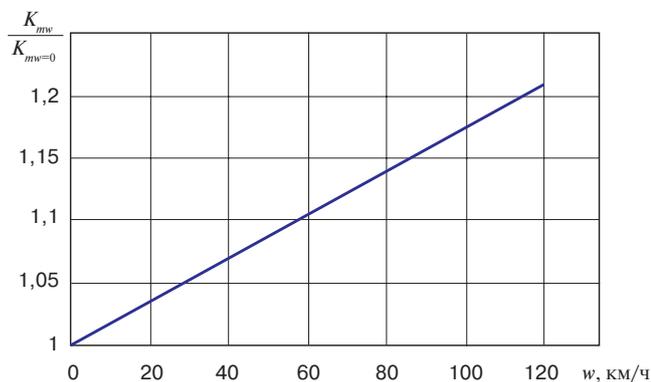


Рис. 1. Относительное изменение общего коэффициента теплопередачи кузова СТС в зависимости от скорости его движения:

K_{mw} — общий коэффициент теплопередачи кузова СТС при скорости движения w ; $K_{mw=0}$ — общий коэффициент теплопередачи кузова СТС, определенный по результатам теплотехнических испытаний

Fig. 1. Relative change in the overall heat transfer coefficient of the body of a special vehicle, depending on its movement speed:

K_{mw} — the overall heat transfer coefficient of the body of a special vehicle at speed w ; $K_{mw=0}$ — the overall heat transfer coefficient of the body of a special vehicle determined by thermal tests

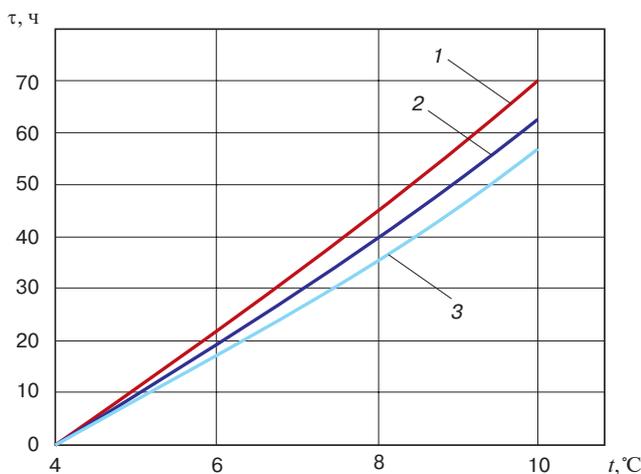


Рис. 2. Время нагрева груза в СТС в пути следования τ :

1 — без учета влияния скорости движения на K_m ; 2 — с учетом влияния скорости 60 км/ч на K_m ; 3 — с учетом влияния скорости 120 км/ч на K_m

Fig. 2. Cargo heating time in a special vehicle during travel time τ :

1 — without considering the effect of movement speed on K_m ; 2 — considering the effect of a speed of 60 km/h on K_m ; 3 — considering the effect of a speed of 120 km/h on K_m

• средняя температура изоляции стенки СТС $t = 20^\circ\text{C}$ [7].

Результаты расчета относительного изменения общего коэффициента теплопередачи при увеличении скорости движения СТС в составе поезда приведены на рис. 1.

С учетом полученной зависимости величины K_m от скорости движения СТС в составе поезда оценим

изменение температуры груза за время его перевозки (рис. 2).

Как видно из рисунка, увеличение скорости движения поезда, с учетом инфильтрации воздуха в СТС, значительно влияет на время нагрева груза.

При учете влияния скорости поезда на K_m кузова СТС время нагрева груза до максимально допустимой температуры (10°C) при допустимой средней скорости поезда 120 км/ч составило 57,1 ч, а без учета этого влияния при использовании в расчете величины K_m , полученной по результатам теплотехнических испытаний, — 69,4 ч.

То есть в случае расчета грузоотправителем допустимого срока перевозки без учета влияния внешних факторов пиво в течение 12,3 ч может находиться в СТС при температуре, превышающей заданный им температурный интервал, препятствующий процессу брожения. При превышении этого срока высока вероятность, что пиво потеряет потребительские свойства.

Заключение. Проведенные исследования показали, что при перевозке скоропортящихся грузов в изотермическом СТС для оценки допустимого срока перевозки СПП грузоотправителю необходимо учитывать влияние на общий коэффициент теплопередачи кузова СТС скорости его движения в составе поезда, инфильтрации в СТС наружного воздуха и солнечной радиации. Результаты проведенного исследования могут быть применены при разработке специального программного обеспечения для грузоотправителя.

Финансирование: авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding: the authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

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 ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Правила перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов [Электронный ресурс]: утв. приказом Минтранса России от 4 марта 2019 г. №66. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326540 (дата обращения: 09.11.2022) [Pravila perevozok zheleznodorozhnym transportom skoroportyashchikhysya gruzov [Rules for the rail transportation of perishable goods]. Approved by the Order of the Russian Ministry of Transport dated 4 March 2019 No. 66. (In Russ.). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326540/ (accessed: 09.11.2022)].

2. Правила перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов [Электронный ресурс]: утв. приказом Министерства путей сообщения Российской Федерации от 18 июня 2003 г. № 7. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553937031?marker=65A0IQ> (дата обращения: 09.11.2022) [Pravila perevozok zheleznodorozhnym transportom skoroportyashchikhysya gruzov [Rules for the rail transportation of perishable

goods]. Approved by the Order of the Russian Ministry of Railways dated 18 June 2003 No. 7. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/553937031?marker=65A0IQ> (accessed: 09.11.2022).

3. Давыдов Д. О. Оценка обеспечения требуемых температурных условий при перевозке скоропортящихся грузов железнодорожным транспортом // Транспорт: наука, техника, управление. 2022. № 9. С. 15–21 [Davydov D. O. Estimation of provision of the required temperature conditions in the transportation of perishable foodstuff by railway transport. *Transport: science, equipment, management*. 2022;9:15-21. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2022-09-3>.

4. Типовая методика по установлению температурных режимов и предельных сроков перевозки ОАО «РЖД» новых видов скоропортящихся грузов в изотермических транспортных средствах, кроме изотермических цистерн и контейнеров-цистерн, на особых условиях [Электронный ресурс]: утв. вице-президентом ОАО «РЖД» от 4 декабря 2012 г. № 355. Доступ из АСПИЖТ [Типовая методика по установлению температурных режимов и предельных сроков перевозки ОАО «РЖД» новых видов скоропортящихся грузов в изотермических транспортных средствах, кроме изотермических цистерн и контейнеров-цистерн, на особых условиях] JSC Russian Railways standard methods for establishing temperature regimes and deadlines for the transportation of new types of perishable goods in isothermal vehicles, other than isothermal tanks and tank containers, under special conditions]. Approved by Vice President of JSC Russian Railways dated 4 December 2012 No. 355. (In Russ.). Accessed from ASPIZHТ].

5. Перспективы развития ускоренных грузовых перевозок / С. А. Виноградов [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2021. № 4. С. 10–15 [Vinogradov S. A., Mekhedov M. I., Vakulenko S. P., Yakuben' A. Yu. Perspektivy razvitiya uskorennykh gruzovykh pervezok [Development prospects of accelerated freight transport]. *Zheleznodorozhnyy transport*. 2021;4:10-15. (In Russ.)].

6. Технология «Холодный экспресс» — основа будущих технологий перевозочного процесса / С. П. Вакуленко [и др.] // Логистический аудит транспорта и цепей поставок: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Тюмень, 28 апреля 2020 г. / отв. ред. С. А. Эртман. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. Т. 1. С. 44–49 [Vakulenko S. P., Romenskiy D. Yu., Mekhedov M. I., Gavrilin A. A. Tekhnologiya «Kholodnyy ekspress» — osnova budushchikh tekhnologiy perevoznogo protsessa [Cold Express: the basis for future transportation technologies]. In: Ertman S. A. (ed.). *Logisticheskiy audit transporta i tsepey postavok: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Tyumen', 28 aprelya 2020 g.* [Logistic audit of transport and supply chains: Proceedings of the III International Research-to-Practice Conference, Tyumen, 28 April 2020]. Tyumen: Tyumen Industrial University; 2020. Vol. 1. P. 44–49 (In Russ.)].

7. Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС) [Электронный ресурс]. Женева: ООН, 2022. 107 с. URL: https://unece.org/sites/default/files/2022-09/2201321R_pdf_web%20with%20corrections.pdf (дата обращения: 05.11.2022) [Soglasheniye o mezhdunarodnykh perevozkakh skoroporyashchikhsya pishchevykh produktov i o spetsial'nykh transportnykh sredstvakh, prednaznachennykh dlya etikh pervezok (SPS) [Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs and on the Special Equipment to be Used for such Carriage (ATP)]. Geneva: UNO; 2022. 107 p. (In Russ.). URL: https://unece.org/sites/default/files/2022-09/2201321R_pdf_web%20with%20corrections.pdf (accessed: 05.11.2022)].

8. Набатчикова Т. И., Науменко С. Н., Гусев Г. Б. О влиянии внешних факторов на коэффициент теплопередачи кузова специализированного транспортного средства для перевозки скоропортящихся грузов // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2020. Т. 79. № 2. С. 88–92 [Nabatchikova T. I., Naumenko S. N., Gusev G. B. On the influence of external factors on the heat transfer coefficient of the body of a specialized vehicle for the transportation of perishable

freight. *Russian Railway Science Journal*. 2020;79(2):88-92. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-2-88-92>.

9. Naumenko S., Nabatchikova T., Gusev G., Polivoda F. Impact of External Conditions on Selecting Special Transport Vehicle for Perishable Cargo Transportation. *Transportation Research Procedia*. 2021;54:445-454. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.094>.

10. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: ФАУ «ФЦС», 2012. 96 с. [SP 50.13330.2012. *Teplovaya zashchita zdaniy* [Thermal protection of buildings]. Updated SNiP 23-02-2003. Moscow: FAU FTsS; 2012. 96 p. (In Russ.)].

11. Бартош Е. Т. Энергетика изотермического подвижного состава. М.: Транспорт, 1976. 304 с. [Bartosh E. T. *Energetika izotermicheskogo podvzhnogo sostava* [Energy studies of isothermal rolling stock]. Moscow: Transport; 1976. 304 p. (In Russ.)].

12. Энергетика и технология хладотранспорта: учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / Л. Я. Левенталь [и др.]. М.: Транспорт, 1993. 228 с. [Levental' L. Ya., Lysenko N. E., Suchkov D. I., Khenach A. *Energetika i tekhnologiya khladotransporta: ucheb. posobiye dlya vuzov zh.-d. transporta* [Energy and cold transport technology: Textbook for railway universities]. Moscow: Transport; 1993. 228 p. (In Russ.)].

13. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. 3-е изд., репр. М.: Бастет, 2010. 344 с. [Mikheev M. A., Mikheeva I. M. *Osnovy teploperedachi* [Основы теплопередачи]. 3rd ed., repr. Moscow: Bastet; 2010. 344 p. (In Russ.)].

14. Набатчикова Т. И. Экспериментальное исследование влияния скорости движения изотермического транспортного средства на коэффициент теплопередачи // Железная дорога: путь в будущее: сб. материалов I Междунар. науч. конф. аспирантов и молодых ученых, Москва, 28–29 апреля 2022 г. М.: Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, 2022. С. 106–109 [Nabatchikova T. I. Eksperimental'noe issledovanie vliyaniya skorosti dvizheniya izotermicheskogo transportnogo sredstva na koefitsient teploperedachi [Experimental research of the influence of the speed of movement of an isothermal vehicle on the heat transfer coefficient]. In: *Zheleznyaya doroga: put' v budushchee: sb. materialov I Mezhdunar. nauch. konf. aspirantov i molodykh uchenyykh, Moskva, 28–29 aprelya 2022 g.* [Railways: A Path to the Future: Proceedings of the I International Scientific Conference of Postgraduate and Young Scientists, Moscow, 28–29 April 2022]. Moscow: Railway Research Institute; 2022. P. 106–109. (In Russ.)].

15. СТ ССФЖТ ЦТ-ЦП 129-2002. Локомотивы, моторвагонный и специальный подвижной состав железных дорог. Кабины, салоны, служебные и бытовые помещения. Методики испытаний по показателям систем обеспечения микроклимата: дата введения 2003-06-27. М., 2003. 56 с. [ST SSFZhT TsT-TsP 129-2002. *Lokomotivy, motorvagonnyy i spetsial'nyy podvzhnoy sostav zheleznykh dorog. Kabiny, salony, sluzhebnye i bytovye pomeshcheniya. Metodiki ispytaniy po pokazatelyam sistem zashchity mikroklimate* [Locomotives, motor-car and special rolling stock of railways. Cabins, salons, service and household premises. Test methods for microclimate systems indicators]. Introduction date 2003-06-27. Moscow; 2003. 56 p. (In Russ.)].

16. Выбор специального транспортного средства для перевозки скоропортящихся грузов по железной дороге / Т. И. Набатчикова [и др.] // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2020. Т. 79, № 6. С. 360–364 [Nabatchikova T. I., Naumenko S. N., Kostin A. V., Gusev G. B. Selection of special vehicle for transportation of perishable freights by rail. *Railway Science Journal*. 2020;79(6):360-364. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-6-360-364>.

17. СП 41-103-2000. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. М.: Госстрой России, 2001. 42 с. [SP 41-103-2000. *Svod pravil po proektirovaniyu i stroitel'stvu. Proektirovanie teplovoy izolyatsii oborudovaniya i truboprovodov* [Code of practice for design and construction. Designing of thermal insulation of equipment and pipelines]. Moscow: Gosstroy Rossii; 2001. 42 p. (In Russ.)].

18. Китаев Б. Н. Теплообменные процессы при эксплуатации вагонов. М.: Транспорт, 1984. 184 с. [Kitaev B. N. Teploobmennyye protsessy pri ekspluatatsii vagonov [Heat exchange processes in car operation]. Moscow: Transport; 1984. 184 p. (In Russ.)].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна Игоревна НАБАТЧИКОВА, аспирант, кафедра «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта», Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ), 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9), Author ID: 1035245, <https://orcid.org/0000-0002-9682-4316>

Александр Владимирович КОСТИН, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта», Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ), 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9), Author ID: 692501, <https://orcid.org/0000-0001-8965-9343>

Сергей Николаевич НАУМЕНКО, д-р техн. наук, ученый секретарь, Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ, 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10), Author ID: 722006, <https://orcid.org/0000-0002-6097-9375>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatiana I. NABATCHIKOVA, Postgraduate, Department of Thermal Power Engineering of Railway Transport, Russian University of Transport (127994, Moscow, 9, bldg. 9, Obraztsova St.), Author ID: 1035245, <https://orcid.org/0000-0002-9682-4316>

Aleksandr V. KOSTIN, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Department of Thermal Power Engineering of Railway Transport, Russian University of Transport (127994, Moscow, 9, bldg. 9, Obraztsova St.), Author ID: 692501, <https://orcid.org/0000-0001-8965-9343>

Sergey N. NAUMENKO, Dr. Sci. (Eng.), Scientific Secretary, Railway Research Institute (129626, Moscow, 10, 3rd Mytishchinskaya St.), Author ID: 722006, <https://orcid.org/0000-0002-6097-9375>

ВКЛАД АВТОРОВ

Татьяна Игоревна НАБАТЧИКОВА. Обзор основных направлений исследований, сбор и структурирование материалов, расчет зависимостей (30%).

Александр Владимирович КОСТИН. Обоснование и структурирование методики расчета. Обработка результатов расчета (35%).

Сергей Николаевич НАУМЕНКО. Обоснование направления исследования, формулировка цели и задач. Формирование выводов и предложений (35%).

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Tatiana I. NABATCHIKOVA. Overview of the main areas of research, collection and structuring of materials, calculation of dependencies (30%).

Aleksandr V. KOSTIN. Substantiation and structuring of the calculation methodology. Processing of calculation results (35%).

Sergey N. NAUMENKO. Substantiation of the research area, setting up goals and objectives. Drafting conclusions and suggestions (35%).

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The authors have read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию 24.11.2022, рецензия от первого рецензента получена 06.12.2022, рецензия от второго рецензента получена 22.12.2022, принята к публикации 27.01.2023.
The article was submitted 24.11.2022, first review received 06.12.2022, second review received 22.12.2022, accepted for publication 27.01.2023.



ПАТЕНТЫ ВНИИЖТ

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСА НА ПОЕЗДКУ АВТОНОМНОГО ПРИГОРОДНОГО МОТОРВАГОННОГО ПОЕЗДА

К. М. Попов, С. А. Виноградов

Изобретение относится к информационным системам определения и нормирования расхода топливно-энергетических ресурсов на поездку поезда. Способ определения нормативного расхода энергоресурса на поездку автономного пригородного моторвагонного поезда заключается в измерении фактического расхода энергоресурса на разгон после каждой остановки, скорости в конце разгона, времени разгона и температуры атмосферного воздуха, определении количества совершенной механической работы на разгон и текущего значения массы моторвагонного поезда. Значения массы определяют дискретно в процессе каждого разгона, после чего усредняют их и определяют расчетный нормативный расход энергоресурса на поездку.

Расчетный расход энергоресурса на соблюдение микроклимата определяют с использованием текущих значений температуры атмосферного воздуха и коэффициентов влияния температуры на расход. Определяют расход энергоресурса на холостой ход силовых установок автономного пригородного моторвагонного поезда. После чего осуществляют сравнение фактического значения расхода энергоресурса с расчетным нормативным. Технический результат заключается в повышении точности и достоверности определения удельного норморасхода энергоресурса для пригородного участка. 2 з.п. ф-лы.

Патент на изобретение RU 2785498 C1, 08.12.2022.

Заявка № 2022117144 от 24.06.2022.

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49946280>

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