

*Т. В. Волчек, Р. В. Волчек*

## **ВЛИЯНИЕ СНИЖЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЭКИПИРОВКИ ЛОКОМОТИВА ПЕСКОМ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОКОМОТИВА**

**Аннотация.** На примере электровоза 3ЭС5К рассматривается существующий технологический процесс экипировки локомотива песком, одним из главных недостатков которого являются завышенные нормы времени на его заправку песком, что приводит к простоям локомотива. Предлагается автоматизировать существующий процесс заправки локомотива песком за счет внедрения автоматизированного рукава подачи песка в бункер локомотива, который позволит снизить нормы времени на его заправку не менее чем в 3 раза, а, следовательно, сократить простои локомотивов в пунктах их экипировки песком и в её ожидании. Произведен расчет качественных показателей использования электровоза серии 3ЭС5К на участке Мариинск – Красноярск при типовой и предлагаемой системах пескоснабжения локомотивов, который показал, что предлагаемое техническое решение позволяет сократить время полного оборота локомотива, эксплуатируемый парк, при этом повысить среднесуточный пробег локомотива, что приводит к повышению производительности локомотива на 6,6 %.

**Ключевые слова:** экипировка локомотивов песком, производительность, автоматизация, система пескоснабжения, качественные показатели использования локомотива.

**Для цитирования:** Волчек, Т. В. Влияние снижения времени экипировки локомотива песком на качественные показатели использования локомотива / Т. В. Волчек, Р. В. Волчек // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 4. – С. 227–232. – DOI 10.46973/0201-727X\_2023\_4\_227.

### ***Введение***

Автоматизация производственных процессов является актуальной и важной темой в современном мире. Она позволяет улучшить качество работы, снизить трудозатраты, повысить эффективность использования ресурсов, а главное, значительно улучшить показатель производительности труда, что является одним из приоритетных направлений любого развивающегося предприятия. Согласно Долгосрочной программе развития компании ОАО «РЖД» до 2025 года предусматривается ежегодное увеличение этого показателя на 5 %. Для достижения поставленной цели необходимо реализовывать технические решения по автоматизации производственных процессов, что приведет к снижению их трудоемкости [1, 2].

### ***Типовая система экипировки локомотивов песком***

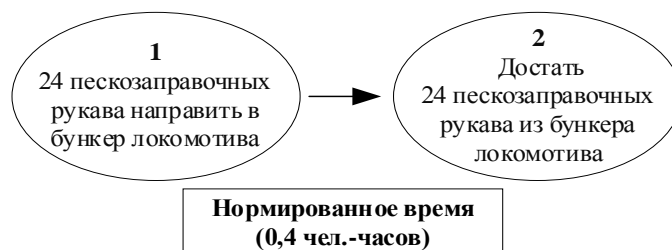
К сожалению, на сегодняшний день, в большинстве предприятий железнодорожной отрасли все еще используются малоэффективные системы автоматизации рабочих процессов. Например, в пунктах экипировки локомотивов песком применяется система пескоснабжения, в которой процесс заправки локомотива песком производится за счет поочередного направления пескоподающего рукава в каждый бункер локомотива при непрерывном визуальном контроле его наполнения экипировщиком. При использовании таких систем для заправки локомотива песком экипировщику необходимо направить пескозаправочный рукав в бункер локомотива, открыть задвижку, после наполнения бункера песком закрыть ее, далее достать из бункера пескозаправочный рукав, и так данный технологический процесс заправки электровоза серии 3ЭС5К повторяется 24 раза (восемь горловин песочных бункеров на одной секции электровоза), рис. 1 [3–5]. Таким образом, время заправки одного электровоза серии 3ЭС5К составляет 1,22 чел. ч, что вызывает простои локомотивов в пунктах их экипировки.



**Рис. 1. Технологический процесс заправки электровоза серии 3ЭС5К песком при работе штатной системы пескоподачи**

***Предлагаемая система экипировки локомотивов песком***

Для сокращения ручного труда при заправке локомотива песком, что приведет к снижению нормы времени экипировки, предлагается автоматизировать этот процесс за счет внедрения в пункт экипировки локомотивов песком автоматизированного рукава для подачи песка в бункер локомотива, который позволяет автоматически включать и отключать подачу песка при наполнении бункера [4, 5]. Таким образом, при экипировке электровоза серии 3ЭС5К песком экипировщику необходимо только установить одновременно все 24 пескозаправочных рукава в бункера локомотива и после наполнения последних достать их из бункера, остальные технологические процессы выполняются автоматически (рис. 2). Предлагаемое техническое решение позволит сократить нормы времени заправки локомотива песком не менее чем в 3 раза.

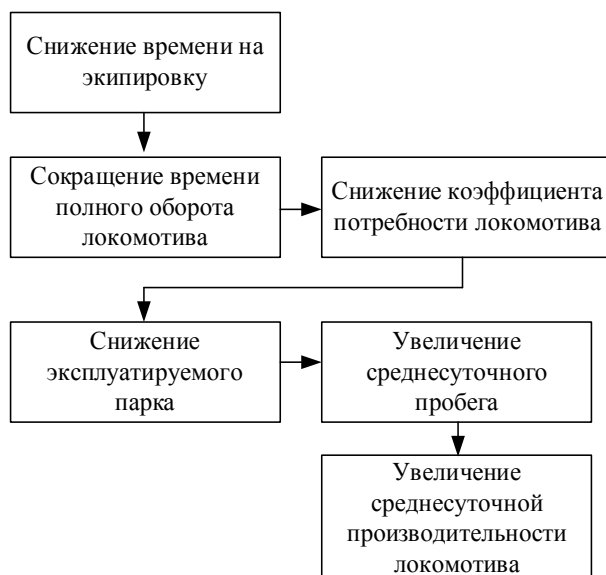


**Рис. 2. Технологический процесс заправки электровоза серии 3ЭС5К песком при работе предлагаемой автоматизированной системы пескоподачи**

***Расчет качественных показателей использования локомотива при использовании типовой и предлагаемой систем экипировки***

Внедрение автоматизированного рукава для заправки локомотива песком в пункты экипировки локомотивов песком на станциях Красноярск-Восточный и Мариинск позволит снизить затраты времени на экипировку локомотива, что повлияет на качественные показатели его использования (рис. 3).

Для доказательства вышесказанного утверждения рассмотрим качественные показатели использования локомотива на участке обращения Мариинск – Красноярск в настоящее время и при внедрении автоматизированного рукава для заправки локомотива песком на примере локомотива 3ЭС5К и сравним их в процентном соотношении.



**Рис. 3. Влияние снижения времени экипировки локомотива песком на качественные показатели использования локомотива**

Полный оборот локомотива [6–10], т. е. время, затрачиваемое электровозом на обслуживание одной пары поездов, определяется по формуле

$$T = \frac{2L}{V_y} + t_{oc} + t_{об}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина тягового плеча, км;  $V_y$  – средняя участковая скорость на тяговом плече, км/ч;  $t_{oc}$  – время нахождения локомотива в основном депо Красноярск;  $t_{об}$  – время нахождения локомотива в оборотном депо на станции Мариинск.

В  $t_{oc}$  и  $t_{об}$  входит время на выполнение ТО-2, экипировки, время ожидания работы, а также время на unplanned виды обслуживания и ремонты.

На сегодняшний день время полного оборота локомотива на участке Мариинск – Красноярск составляет 26 ч 40 мин. Нормированное время для штатной системы заправки электровоза серии 3ЭС5К песком составляет 1 ч 13 мин. При внедрении автоматизированного рукава для заправки локомотива песком в пунктах экипировки на станциях Красноярск-Восточный и Мариинск предполагается сокращение времени на экипировку в три раза, значит, время заправки электровоза 3ЭС5К составит 24 мин. Таким образом, полный оборот локомотива на выбранном участке составит 25 ч 02 мин.

Время полного оборота локомотива влияет на коэффициент потребности локомотивов [6–10], который определяется по формуле

$$k = \frac{T}{24}. \quad (2)$$

Подставив численные данные в (2), получим коэффициент потребности в настоящее время и при внедрении автоматизированного рукава соответственно

$$k = \frac{26 \text{ ч } 40 \text{ мин}}{24} = \frac{26,67}{24} = 1,11.$$

$$k = \frac{25 \text{ ч } 2 \text{ мин}}{24} = \frac{25,03}{24} = 1,04.$$

Величина коэффициента потребности влияет на величину эксплуатируемого парка электровозов, который определяется по (3) [6–10]

$$N_3 = k \times n, \quad (3)$$

где  $n$  – число пар поездов в сутки, принимаем 58 пар.

Подставив численные данные в (3), получим эксплуатируемый парк на выбранном участке в настоящее время и при внедрении автоматизированного рукава соответственно:

$$N_3 = 1,11 \cdot 58 = 65 \text{ локомотивов.}$$

$$N_3 = 1,04 \cdot 58 = 61 \text{ локомотив.}$$

Среднесуточный пробег электровозов [6, 7] определяется выражением

$$S = \frac{1 \cdot 2(l_1 + l_2) \cdot n \cdot (1 + \beta_0)}{N_3}, \quad (4)$$

где  $l_1, l_2$  – плечо оборота Мариинск – Красноярск, 275 и 132 км соответственно;  $\beta_0$  – коэффициент вспомогательного пробега,  $\beta_0 = 0,21$  [6].

Подставив численные данные в формулу (4), получим среднесуточный пробег в настоящее время и при внедрении предлагаемого устройства соответственно

$$S = \frac{1 \cdot 2(275 + 132) \cdot 58 \cdot (1 + 0,21)}{65} = 878,9 \text{ км.}$$

$$S = \frac{1 \cdot 2(275 + 132) \cdot 58 \cdot (1 + 0,21)}{61} = 936,5 \text{ км.}$$

Среднесуточная производительность электровоза [6–10] является комплексным качественным показателем, оценивающим использование локомотива в эксплуатации как по времени работы, так и по силе тяги, определяется по формуле

$$W = \frac{Q_{\text{бр}} \times S}{1 + \beta_0}, \quad (5)$$

где  $Q_{\text{бр}}$  – масса поезда, 4300 т.

Подставив численные данные в (5), получим среднесуточную производительность локомотива в настоящее время и при внедрении предлагаемого решения соответственно:

$$W = \frac{4300 \cdot 442,8}{1 + 0,21} = 3\,123\,364 \text{ т·км брутто.}$$

$$W = \frac{4300 \cdot 472,1}{1 + 0,21} = 3\,328\,059 \text{ т·км брутто.}$$

### Заключение

Все полученные данные сведем в таблицу, чтобы наглядно оценить эффективность внедрения предлагаемого технического решения на пункты экипировки локомотивов на станциях Красноярск-Восточный и Мариинск.

### Влияние снижения времени проведения экипировки локомотивов песком на качественные показатели использования электровоза серии ЗЭС5К на участке обращения Мариинск – Красноярск-Восточный

Измеритель	Типовая система экипировки	Усовершенствованная система экипировки при внедрении автоматизированного рукава	Эффективность применения устройства, %
Полный оборот локомотива, ч, мин	26 ч 40 мин	25 ч 2 мин	6,1
Коэффициент потребности локомотивов	1,11	1,04	6,3
Эксплуатируемый парк электровозов, ед.	65	61	6,2
Среднесуточный пробег электровоза, км	878,9	936,5	6,6
Среднесуточная производительность электровоза, т·км брутто	3 123 364	3 328 059	6,6

Таким образом, внедрение предлагаемого автоматизированного рукава для заправки локомотивов песком в пункте экипировки станции Красноярск-Восточный позволит сократить нормы времени на заправку локомотива песком не менее чем в 3 раза, что уменьшит полный оборот локомотива на участке

Мариинск – Красноярск на 98 мин, или на 6,1 %. При этом эксплуатируемый парк электровозов уменьшится на 4 локомотива и увеличится среднесуточный пробег локомотива на 57,6 км (6,6 %), что приведет к увеличению среднесуточной производительности локомотива на 204 695 т·км брутто, или на 6,6 %.

### Список литературы

1 Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 г. (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 19.03.2019 № 466р) // Гарант. Информационно-правовое обеспечение. – URL: <https://base.garant.ru/72200764/?ysclid=lqknrsay9p21606788> (дата обращения: 28.11.2023).

2 **Лариохина, О. А.** Производительность труда в ОАО «РЖД» должна расти минимум на 5 % в год / О. А. Лариохина // Гудок. – 2019. – № 4. – С. 5–11.

3 **Балабин, В. Н.** Прогрессивная система экипировки локомотивов песком / В. Н. Балабин, В. Б. Скоркин // Локомотив. – 2015. – № 7(703). – С. 37–38.

4 **Волчек, Т. В.** Разработка автоматизированной системы пескоподачи для пунктов технического осмотра локомотивов / Т. В. Волчек // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3. – С. 64–71. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_64.

5 **Капитанова, А. В.** Анализ систем пескоподачи на локомотивах в пунктах технического обслуживания / А. В. Капитанова, И. М. Лукин, Т. В. Волчек // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2023. – № 1(34). – С. 30–34. – EDN OSMRAB.

6 **Сметанин, И. А.** Технико-экономические показатели эксплуатационной работы железных дорог / И. А. Сметанин, Н. В. Ежова, В. Н. Шленский. – Москва : Транспорт, 1977. – 112 с.

7 **ГОСТ Р 56046-2014.** Показатели использования локомотивов. Термины и определения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 июня 2014 г. № 661-ст : дата введения 2014-09-01. – Москва : Проектно-конструкторское бюро локомотивного хозяйства – филиал ОАО «РЖД», 2014. – 22 с.

8 **Айзинбуд, С. Я.** Эксплуатация локомотивов / С. Я. Айзинбуд, П. И. Кельперис. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1990. – 261 с. – ISBN 5-277-00932-9 : 85 к.

9 **Электроподвижной состав. Эксплуатация, надежность и ремонт : учебник для вузов железнодорожного транспорта / под редакцией А. Т. Головатого, П. И. Борцова. – Москва : Транспорт, 1983. – 350 с.**

### References

1 Long-term development program of JSC Russian Railways until 2025 (approved by order of the Government of the Russian Federation dated March 19, 2019 No. 466r) // Garant. Information and legal support. – URL: <https://base.garant.ru/72200764/?ysclid=lqknrsay9p21606788> (date of access: 28.11.2023).

2 **Lariokhina, O. A.** Labor productivity at JSC Russian Railways should grow by at least 5% per year / O. A. Lariokhina // Gudok. – 2019. – No. 4. – P. 5–11.

3 **Balabin, V. N.** Progressive system for equipping locomotives with sand / V. N. Balabin, V. B. Skorkin / Lokomotiv. – 2015. – No. 7(703). – P. 37–38.

4 **Volchek, T. V.** Development of an automated sand supply system for locomotive technical inspection points / T. V. Volchek // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 3. – P. 64–71. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_3\_64.

5 **Kapitanova, A. V.** Analysis of sand supply systems on locomotives at maintenance points / A. V. Kapitanova, I. M. Lukin, T. V. Volchek, // Transport of the Asia-Pacific region. – 2023. – No. 1(34). – P. 30–34. – EDN OSMRAB.

6 **Smetanin, I. A.** Technical and economic indicators of the operational work of railways / I. A. Smetanin, N. V. Ezhova, V. N. Shlensky. – Moscow : Transport, 1977. – 112 p.

7 **GOST R 56046-2014.** Locomotive utilization indicators. Terms and definitions : national standard of the Russian Federation : official publication: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated June 11, 2014 № 661-st : date of implementation 2014-09-01. – Moscow : Locomotive Design Bureau – a branch of JSC Russian Railways, 2014. – 22 p.

8 **Aizinbud, S. Ya.** Operation of locomotives / S. Ya. Aizinbud, P. I. Kelperis. – 2<sup>nd</sup> ed., rev. and add. – Moscow : Transport, 1990. – 261 p. – ISBN 5-277-00932-9 : 85 k.

9 **Electric rolling stock. Operation, reliability and repair : a textbook for universities of railway transport / edited by A. T. Golovaty, P. I. Bortsov. – Moscow : Transport, 1983. – 350 p.**

10 **Хасин, Л. Ф.** Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством / Л. Ф. Хасин, В. Н. Матвеев. – Москва : Желдориздат, 2002. – 425 с. – ISBN 5-94069-028-9.

10 **Khasin, L. F.** Economics, organization and management of locomotive economy / L. F. Khasin, V. N. Matveev. – Moscow : Zheldorizdat, 2002. – 425 p. – ISBN 5-94069-028-9.

*T. V. Volchek, R. V. Volchek*

## THE INFLUENCE OF REDUCING TIME OF SUPPLYING A LOCOMOTIVE WITH SAND ON THE QUALITATIVE INDICATORS OF LOCOMOTIVE USE

**Abstract.** The paper examines the existing technological process for equipping a locomotive with sand using the example of the 3ES5K electric locomotive. One of the main disadvantages is the excessive time standards for filling it with sand, which leads to downtime of the locomotive. It is proposed to automate the existing process of filling a locomotive with sand by introducing an automated hose for supplying sand to the locomotive's bunker, which will reduce the time required for filling it by at least 3 times, and, consequently, reduce the downtime of locomotives at the points where they are equipped with sand and while waiting for it. A calculation was made of the quality indicators of the use of an electric locomotive of the 3ES5K series on the Mariinsk – Krasnoyarsk section with the standard and proposed sand supply systems for locomotives, which showed that the proposed technical solution will reduce the time of a complete turnaround of the locomotive, the operating fleet, while increasing the average daily mileage of the locomotive, which leads to increased productivity locomotive by 6.6 %.

**Keywords:** equipping locomotives with sand, productivity, automation, sand supply system, qualitative indicators of locomotive use.

**For citation:** Volchek, T. V. The influence of reducing time of supplying a locomotive with sand on the qualitative indicators of locomotive use / T. V. Volchek, R. V. Volchek // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2023. – No. 4. – P. 227–232. – DOI 10.46973/0201-727X\_2023\_4\_227.

### Сведения об авторах

#### **Волчек Татьяна Витальевна**

Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Иркутского государственного университета путей сообщения (КрИЖТ ИрГУПС), кафедра «Эксплуатация железных дорог», кандидат технических наук, e-mail: tanya.vol4eck@yandex.ru

#### **Волчек Роман Витальевич**

Институт нефти и газа Сибирского федерального университета (ИНиГ СФУ), кафедра «Нефтегазовое дело», студент, e-mail: romavolchek2004@gmail.com

### Information about the authors

#### **Volchek Tatiana Vitalievna**

Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Branch of the Irkutsk State Transport University, Chair «Operation of Railways», Candidate of Engineering Sciences, e-mail: tanya.vol4eck@yandex.ru

#### **Volchek Roman Vitalievich**

Institute of Oil and Gas of the Siberian Federal University (INiG SFU), Chair «Oil and Gas business», Student, e-mail: romavolchek2004@gmail.com