

## Оптимизация времени обработки поездов с помощью домкратовидных устройств

**А.Н. Чеснов<sup>1✉</sup>, П.С. Шаманский<sup>2</sup>, Н.С. Комовкина<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС);

г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup> [aleksandr-chesnov@mail.ru](mailto:aleksandr-chesnov@mail.ru)✉

<sup>2</sup> [shamanskiy.p@mail.ru](mailto:shamanskiy.p@mail.ru)

<sup>3</sup> [nkomovkina@gmail.com](mailto:nkomovkina@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

Цель исследования — изучение и оценка эффективности как существующей технологии закрепления подвижного состава (ПС), так и разработок перспективных механизированных устройств закрепления. Рассматривается возможность оптимизации времени обработки ПС в парках железнодорожных станций при помощи автоматизированных устройств закрепления ПС.

Проанализирован важный параметр перевозки — оборот грузовых вагонов, выполнено разложение оборота вагона по элементам. Учтено, что на железнодорожных станциях ПС находится большая часть цикла, затрачиваемого времени на процесс перевозки.

Проведен анализ существующей и предлагаемой технологий закрепления и снятия закрепления ПС на станциях. Показаны преимущества и недостатки каждой технологии, а также время, затрачиваемое на выполнение операций по закреплению и снятию закрепления ПС. Выбрана наиболее эффективная технология закрепления и его снятия. Основным критерием выбора технологии стало сокращение времени обработки ПС на станциях.

Приведены рекомендации по внедрению выбранной технологии на железнодорожных станциях.

Актуальность выбранной темы обусловлена стремлением к снижению операционных издержек за счет сокращения времени обработки составов в контексте увеличивающегося объема перевозок и высокой конкуренции на транспортном рынке. Это может привести к экономическим выгодам, оптимальному использованию ресурсов, повышению эффективности и конкурентоспособности компании. Технически это также улучшит надежность механизмов закрепления, снизит риск возникновения технических неисправностей и увеличит общую производительность станций.

**Ключевые слова:** закрепление; подвижной состав; железнодорожная станция; тормозной башмак; домкратовидные устройства; оптимизация времени; оборот вагона; профиль; автоматизация

**Для цитирования:** Чеснов А.Н., Шаманский П.С., Комовкина Н.С. Оптимизация времени обработки поездов с помощью домкратовидных устройств // *Техник транспорта: образование и практика*. 2024. Т. 5. Вып. 2. С. 185–195. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.2.185-195>.

Original article

### Optimization of train handling time using jack-like devices

**Aleksandr N. Chesnov<sup>1✉</sup>, Pavel S. Shamansky<sup>2</sup>, Natalia S. Komovkina<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS); Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>1</sup> [aleksandr-chesnov@mail.ru](mailto:aleksandr-chesnov@mail.ru)✉

<sup>2</sup> [shamanskiy.p@mail.ru](mailto:shamanskiy.p@mail.ru)

<sup>3</sup> [nkomovkina@gmail.com](mailto:nkomovkina@gmail.com)

### ABSTRACT

The goal of the conducted study is to explore and evaluate the effectiveness of both the existing technology for securing rolling stock and in analyzing the existing developments of prospective mechanized securing devices. It considers the possibility of optimizing the processing time of rolling stock in railway station yards through the use of automated securing devices.

The article presents the results of an analysis of the activities of the JSC “Russian Railways” and examines such an important transportation parameter as the turnover of freight wagons, including a breakdown of wagon turnover by elements. Special attention is paid to the fact that at railway stations, rolling stock spends a major part of the transportation process cycle.

To achieve the set goal, a detailed analysis of the existing and proposed technologies for securing and releasing the securing of rolling stock at stations was conducted. The advantages and disadvantages of each technology, as well as the time spent on performing operations for securing and releasing the securing of rolling stock, are considered. Based on the analysis, the most effective technology for securing and releasing the securing of rolling stock is selected. The main criterion for selecting the technology is the reduction of processing time for rolling stock at stations.

In conclusion, the article presents the main findings and recommendations for the implementation of the selected technology at railway stations. The relevance of the chosen topic is due to the desire to reduce operational costs by shortening the processing time of compositions in the context of increasing transport volumes and high competition in the transportation market. This can lead to economic benefits, optimal resource utilization, increased efficiency, and competitiveness of the company. Technically, it will also improve the reliability of securing mechanisms, reduce the risk of technical malfunctions, and increase the overall productivity of stations.

**Keywords:** fastening; rolling stock; railway station; brake shoe; jack-like devices; time optimization; wagon turnover; profile; automation

**For citation:** Chesnov A.N., Shamansky P.S., Komovkina N.S. Optimization of train handling time using jack-like devices. *Transport technician: education and practice*. 2024;5(2):185-195. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.2.185-195>.

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема безопасности движения подвижного состава (ПС) в современной железнодорожной отрасли играет ключевую роль. Нарушения стандартов закрепления могут вызвать серьезные последствия и привести к транспортному происшествию. Существующие технологии обработки ПС часто требуют значительных временных и человеческих ресурсов, в связи с чем актуальным является оптимизация этого процесса и поиск наиболее эффективных решений.

Рассмотрена возможность применения инновационной системы домкратовидного закрепления, как одно из решений, направленных на снижение рисков при эксплуатации ПС, и как следствие, повышение безопасности движения на железнодорожном транспорте.

Вопросу внедрения новых современных видов закрепления ПС в настоящее время уделяется значительное внимание, поскольку автоматизация процессов формирования и расформирования составов позволит сократить трудозатраты, при этом уменьшить вероятность ошибок персонала, повысить эффективность использования ПС.

ОАО «Российские железные дороги» — ведущий игрок среди компаний-перевозчиков. Согла-

сно данным Росстата<sup>1</sup>, грузооборот железнодорожного транспорта за 2023 г. в среднем за месяц — 219 835,8 млн т · км, среди грузооборота по видам транспорта это ведущий показатель, превосходящий на 3,88 % ближайшего конкурента, а именно трубопроводный транспорт.

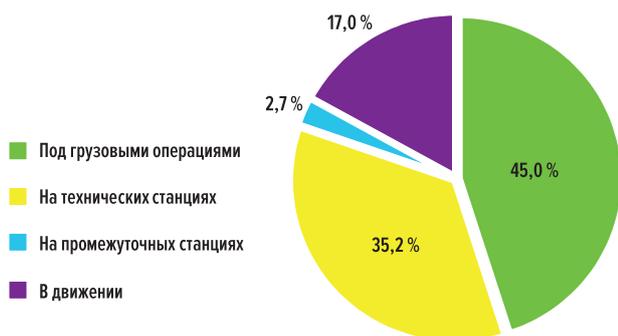
Ежедневно тысячи поездов курсируют по всей железнодорожной сети, используя для перевозки грузов более миллиона вагонов рабочего парка. На территории Российской Федерации в части состояния вагонного парка по информации, предоставленной Главным вычислительным центром (ГВЦ) ОАО «РЖД» за январь 2024 г., в среднем обращается 1 150 233 вагонов рабочего парка<sup>2</sup>.

Результаты анализа распределения времени на продвижение вагонопотока по полигону показали, что продолжительность операций с ПС на станционных путях составляет основную часть времени оборота вагона. Доли времени, затрачиваемого вагонами, приведены на *рис. 1* [1].

Операции по закреплению — неотъемлемая часть технологического цикла обработки железнодорожных составов на станционных путях. Традиционно вагоны закрепляются с помощью тормозных башмаков, это трудоемко и занимает много времени. Точечные устройства значительно сокращают время выполнения операции закрепления.

<sup>1</sup> Транспорт // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport>

<sup>2</sup> Грузовые перевозки // ГВЦ ОАО «РЖД». URL: <https://company.rzd.ru/ru/9388>



**Рис. 1.** Структура оборота вагона на сети железных дорог РФ за 9 месяцев 2023 г.

Внедрение точечных устройств закрепления и оптимизация процесса закрепления могут сократить время нахождения вагонов на станции, повысить эффективность работы станции и снизить эксплуатационные расходы.

Факторы, оказывающие влияние на закрепление ПС, зависят от конкретной станции. Каждая станция обладает индивидуальными особенностями, включая тип обрабатываемых поездов, уклоны и профили путей, условия эксплуатации и проч. Следовательно, нормы закрепления различаются в зависимости от характеристик станции. Потребное количество тормозных башмаков определяется аналитическим способом. Расчет норм закрепления производится на основании продольных профилей и технологии работы станции: специализации путей, направления следования, структуры вагонопотоков.

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТРОЙСТВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Для обеспечения соблюдения условий, установленных приложением № 2 раздела 12 к ПТЭ<sup>3</sup>, при стоянке ПС на железнодорожных путях используются тормозные башмаки, стационарные устройства для закрепления вагонов, ручные тормоза и другие средства закрепления. Наиболее простым способом закрепления вагонов, получившим доминирующее распространение, служит укладка под колеса стоящего вагона ручных тормозных башмаков.

Устройства закрепления подразделяются на две группы: ручные и механизированные. Операции с

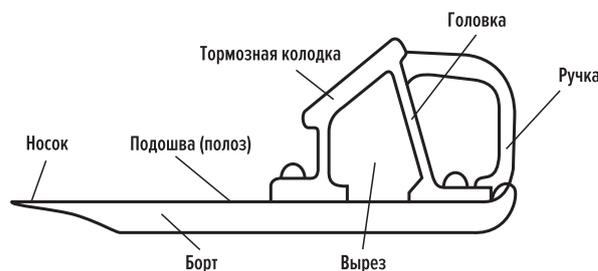
применением ручных средств закрепления, таких как тормозные башмаки (ТБ) и упоры (УЗ-220), занимают много времени по причине производства работ в «поле». Механизированные обеспечивают автоматизированное закрепление и снятие закрепления ПС, а значит, меньшее время, необходимое на выполнение данных операций, что существенно снижает время общей обработки и улучшает качественные показатели работы станции, в частности время простоя вагонов на путях, т.е. дает наибольший экономический и социальный эффект. К механизированным устройствам относятся: упор тормозной стационарный УТС-380 и УЗС 86Р, зарубежным аналогом является устройство VP 600, а также подвижное (ПЗУ) и балочное (БЗУ) заграждающие устройства, домкратовидное устройство закрепления (ДУЗС).

Исследованы существующая и предлагаемая технологии, в которых для закрепления применяются соответственно такие средства, как ТБ и ДУЗС. Далее приведено описание конструкции и технических параметров рассмотренных устройств, а также определены основные достоинства и недостатки систем.

Конструкция серийного ручного тормозного башмака показана на рис. 2. Масса башмака составляет  $7,4 \pm 0,5$  кг. Недостаток серийных башмаков заключается в довольно большом весе (около 8 кг), для снижения которого разработан и поставлен на серийное производство облегченный башмак. Его вес не превышает 4,5 кг, что положительно сказывается на затратах физического труда при установке таких ТБ под колеса закрепляемого состава.

В табл. 1 представлена техническая характеристика тормозных башмаков горочной конструкции ТУ 32-01124323-72-94 и облегченного ТТ БТС-ВНИИЖТ-2015 [2].

Основные элементы конструкции и техническая характеристика домкратовидного устройства J-4015S приведены на рис. 3 и в табл. 2<sup>4</sup>.



**Рис. 2.** Конструкция тормозного башмака

<sup>3</sup> Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (утверждены приказом Минтранса России от 23.06.2022 № 250. Воронеж: ООО «ВИННЕР», 2020. 598 с.

<sup>4</sup> Точечные вагонные замедлители New Joule // Технопрог. URL: <http://www.tehnoprog.ru/products/tochechnye-zamedliteli-new-joule/>



Рис. 3. Домкратовидное устройство закрепления подвижного состава

Таблица 1

Техническая характеристика тормозных башмаков

Характеристики	Конструкция тормозного башмака	
	ТУ 32-01124323-72-94 «Башмак тормозной горочный повышенной работоспособности»	ТТ БТС-ВНИИЖТ-2015 «Башмак тормозной стояночный»
Масса, кг	7,4 ± 0,5	4,0 ± 0,5
Высота колодки, мм	131,0	
Средняя твердость, НВ	150,0	300,0
Критический коэффициент сцепления	0,34	>40
Способ крепления колодки	Клепка	Сварка
Толщина носка полоза, мм	~2,5 (заходной уклон 8°)	8 (порожек высотой 4 мм)
Допускаемое вертикальное усилие на тормозной башмак, тс	28,0	28,0

Таблица 2

Технические характеристики домкратовидного устройства закрепления составов J-4015S

Параметр	Значение
Гарантированная скорость вагона, км/ч	0,0
Время возврата, с	±15
Теряемая энергия, Дж	±800
Максимальная скорость, км/ч	30,0
Диапазон рабочих температур, °С	От -50 до +50
Вес устройства, кг	±16,6

Основным критерием выбора технологии служит сокращение времени обработки ПС на станционных путях, следовательно, выбранные технологии будут оцениваться исходя из их потенциала в сокращении времени.

Проведен анализ методики операции и выделены ключевые факторы, влияющие на время выполнения задачи. Выявленные причины визуализированы с помощью диаграммы Исикавы для систематизирования информации и поиска оптимальных путей решения. Далее представлен анализ причин задержек подвижного состава. Основной причиной является длительность операции, т.е. время, затрачиваемое на закрепление и снятие закрепления.

На первом этапе определены ключевые причины задержек ПС на путях станций при закреплении. К ним относятся: внешняя среда, человеческий фактор, недостатки оборудования и технологии. Рассмотрим их подробнее.

Группа внешних факторов охватывает условия окружающей среды, которые могут оказать влияние на безопасность и эффективность работы. Обледенение представляет собой образование льда на поверхности. Влага после дождя и таяния снега увеличивает скольжение и оседание грязи. Ветровая нагрузка при закреплении ПС опасна сильным ветром. Все эти факторы ухудшают условия для работы с ПС и увеличивают риск самопроизвольного движения.

Группа человеческих факторов включает широкий спектр аспектов и возможных ошибок, связанных с деятельностью человека в рабочем процессе. Нарушение технологии и регламента означает отклонение от установленных инструкций и правил. Низкий уровень квалификации обусловлен недостаточными знаниями, навыками и опытом, чтобы эффективно выполнять задачи. Ошибки при расчетах могут привести к неправильной оценке параметров или условий работы. Травмоопасность при закреплении ПС указывает на возможность возникновения травм в результате несоблюдения правил установки ТБ. Вышеуказанные факторы могут привести к несанкционированному движению ПС.

Группа факторов, которые можно отнести к недостаткам оборудования, охватывает все аспекты, связанные с состоянием и характеристиками используемого оборудования, они могут влиять на безопасность и эффективность работы. Несоответствие оборудования установленным требованиям означает, что использованное оборудование не соответствует стандартам безопасности или техническим характеристикам. Отсутствие универсального средства закрепления свидетельствует об отсутствии оптимального и универсального средства для надежной фиксации ПС. Естественный



Рис. 4. Схема причинно-следственных связей времени, затрачиваемого на операции закрепления и снятия закрепления (диаграмма Исикавы)

износ и поломки оборудования также могут оказать негативное влияние на процесс закрепления ПС, поскольку возможно снижение надежности и безопасности используемого оборудования. Вибрация и шум негативно воздействуют на организм человека и доставляют неудобства в городской черте. Недостатки в конструкции оборудования, применяемого для закрепления ПС, также могут привести к неудовлетворительным результатам или повышенному риску аварий. Замасленность поверхности рельсов ведет к снижению сцепления и надежности закрепления. Эти факторы недостатков того или иного оборудования оказывают существенное влияние на безопасность и эффективность работы с ПС.

В группу факторов несовершенства технологии входят аспекты, связанные с процессами, методами и инструментами, используемыми в рабочей деятельности. Длительность операции указывает на время, необходимое для выполнения закрепления ПС. Несовершенство технологии определения нормы закрепления означает, что методы, применяемые для определения оптимальной нормы закрепления несовершенны и недостаточно точны. Эти факторы технологии играют важную роль в оптимизации процесса закрепления ПС и минимизации рисков нарушения безопасности.

Все рассмотренные факторы сведены в разработанную авторами схему причинно-следственных связей возможного увеличения времени, затрачиваемого на операции закрепления и снятия закрепления, при влиянии на процесс внешних факторов.

На основании анализа диаграммы Исикавы, приведенной на рис. 4, построена диаграмма Парето. Продолжительность операций по закреплению

и снятию закрепления ПС в значительной степени определяется тремя основными показателями: нарушением технологии и регламента, длительностью операций и уровнем травматичности. Эти три ключевых аспекта в совокупности оказывают около 25 % влияния на время, необходимое для выполнения данной работы (рис. 5).

Для эффективного решения выявленных проблем, связанных с увеличением продолжительности операций по закреплению и снятию закрепления ПС, предлагается использование домкратовидных устройств закрепления (далее — устройства закрепления). Эти устройства значительно сокращают время, необходимое для выполнения данных операций, за счет работы по принципу безлюдного обслуживания и полной автоматизации. Их внедрение позволит оптимизировать процесс закрепления и раскрепления ПС, а также снизить влияние основных факторов, таких как нарушение технологии и регламента, длительность операций и травматичность.

На основании анализа особенной ДУЗС построена диаграмма Парето. Продолжительность операций по закреплению и снятию закрепления ПС в значительной степени зависит от трех основных факторов: техобслуживания (ТО) и ремонта, пыли, песка и регламента, длительности операций и уровня травматичности. Эти три ключевых аспекта в совокупности оказывают около 30 % влияния на время, которое требуется для осуществления этой работы (рис. 6).

ТБ и ДУ, используемые для закрепления поездов и вагонов, обладают различными характеристиками и особенностями применения. В данном контексте будет проведено сравнение различных параметров обоих устройств, таких как длительность

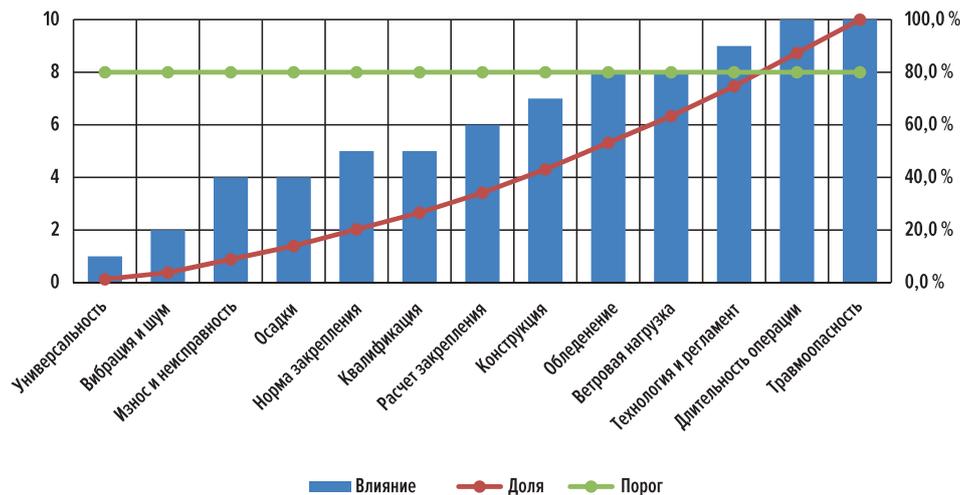


Рис. 5. Диаграмма Парето времени, затрачиваемого на операции закрепления и снятия закрепления при помощи ТБ

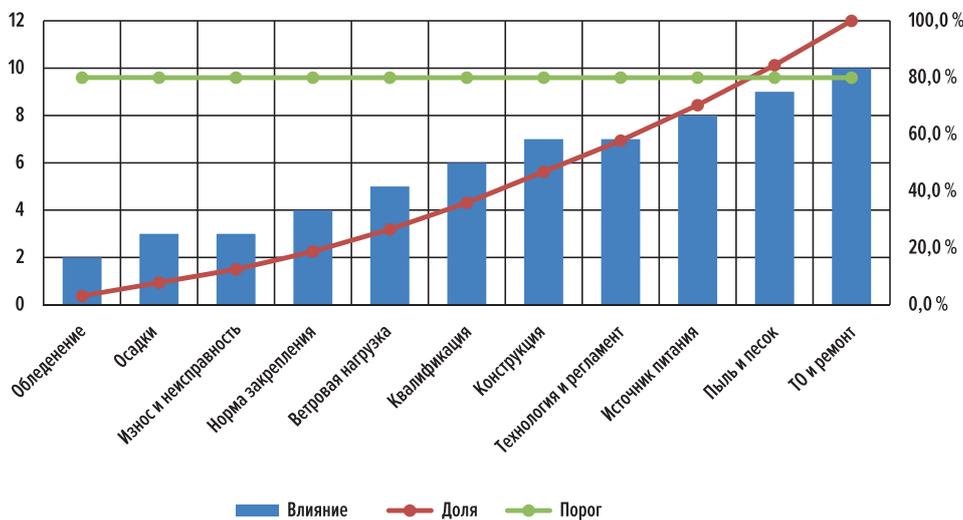


Рис. 6. Диаграмма Парето времени, затрачиваемого на операции закрепления и снятия закрепления при помощи ДУЗС

операции, ТО, нормы закрепления, квалификация операторов, конструкция и универсальность. Это позволит более полно оценить их преимущества и недостатки (табл. 3).

Как показывает анализ, ДУ демонстрируют значительные преимущества в сокращении времени операции благодаря автоматизированным механизмам, но обладают рядом недостатков, таких как сложная конструкция, требующая постоянного мониторинга технического состояния изнашивающихся элементов (особенно резиновых уплотнителей) и проведения периодического технического обслуживания. Это открывает перспективы для оптимизации времени закрепления ПС при использовании данных устройств. Кроме того, переход к цифровым станциям и автоматизированным системам управления может сократить численность штата сотрудников,

уменьшить вероятность человеческих ошибок и повысить эффективность оперативной работы на железнодорожных участках [3]. Таким образом, рассматриваемые инновации могут способствовать повышению безопасности и эффективности железнодорожного транспорта, а также улучшить условия труда сотрудников.

Несмотря на то, что новая технология домкратовидных устройств может казаться менее привлекательной на сегодняшний день из-за ее более сложной конструкции, работы за счет внешних сил и отличия от устоявшихся традиций, следует рассмотреть ее перспективы в контексте будущего развития железнодорожного транспорта:

1) внедрение этой технологии обещает повышение эффективности и производительности станции в долгосрочной перспективе. Хотя ее внедрение может потребовать времени и усилий на

Сравнение технических параметров ТБ и ДУ

Параметр	Тормозной башмак	Домкратовидное устройство
Длительность операции	Использование требует значительных затрат времени на установку	Автоматизация позволяет сократить время операции
Техническое обслуживание	Тормозной башмак требует лишь визуального осмотра на предмет выявления дефектов	Необходим более тщательный периодический контроль, особенно уделение внимания изнашиваемым элементам
Нормы закрепления	Нормы для установки ТБ определяются аналитически, могут меняться в зависимости от метеобстановки	Предусматриваются в проекте исходя из требуемых стандартов и условий эксплуатации
Квалификация	Допуском к работе является экзамен на соответствующую должность	Для применения требуется дополнительное обучение
Конструкция	Тормозные башмаки обладают значительным весом, что затрудняет их транспортировку и установку. Простая конструкция, не требующая использования внешних сил	Исключают применение ручного труда. Более сложная конструкция с подвижными элементами, требующими ТО. Принцип работы основан на использовании внешних сил
Обледенение	При обледенении ТБ требует его очистки или использования другого, а при обледенении рельса создает опасность, выбивая ТБ	Не подвергаются обледенению
Ветровая нагрузка	При сильном и штормовом ветре нормы закрепления увеличиваются	Ветровая нагрузка учтена при проектировании

начальном этапе, перспектива улучшения процессов и сокращения времени операций является значимым стимулом;

2) такие инновации позволят станциям адаптироваться к изменяющимся требованиям отрасли, таким как цифровизация и автоматизация, что повысит их конкурентоспособность в будущем. Улучшение качества обслуживания и безопасности, гибкость и масштабируемость новой технологии также являются важными факторами, подчеркивающими ее актуальность и потенциал в переходе к цифровой станции.

Таким образом, несмотря на временные сложности и некоторые отличия от традиционных методов, внедрение ДУ представляет собой важный шаг в развитии железнодорожной инфраструктуры, обеспечивая более эффективное и современное обслуживание клиентов.

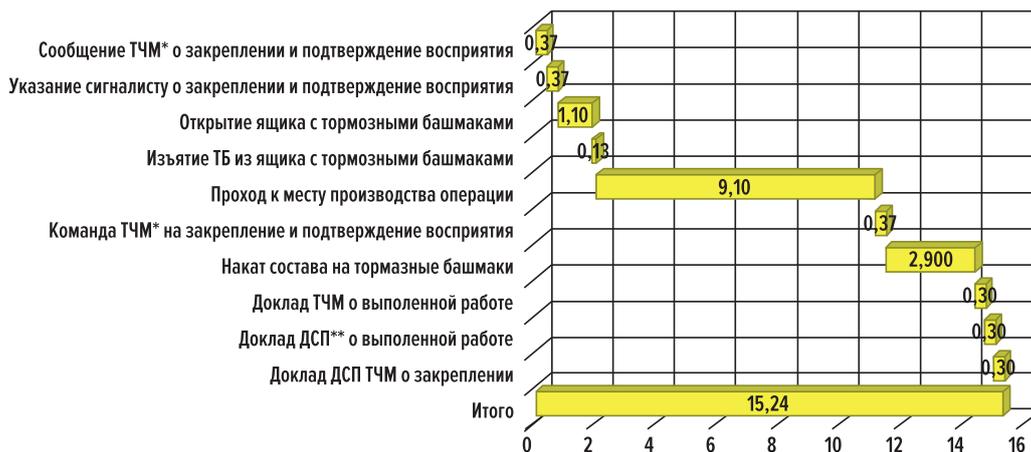
## ТЕХНОЛОГИЯ ОПЕРАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТБ

Безопасность станционных операций по закреплению ПС (одиночных вагонов и организованных поездов) на путях — условие безаварийной работы железнодорожного транспорта. Эксплуатируемые технические устройства — тормозные башмаки, не в полной мере соответствуют требованиям безопасности. При укладке ТБ отсутствует технический контроль и блокировка [4]. То есть нет автоматической системы, которая бы контролировала пра-

вильность установки башмаков и предотвращала неправильную установку или использование.

Норма закрепления ПС, указанная в п. 2.1(24) ТРА (внеклассной и I классов и, соответственно, II–V классов) станции, рассчитывается по формулам (1) и (2), установленным приложением 2, раздел 12, п. 83. Выбор формулы зависит от нормы, которая указана в п. 8, подпунктах 1–33. В настоящее время количество ТБ, необходимое для закрепления ПС, определяется при помощи автоматизированной системы расчета норм закрепления. В расчете потребное количество ТБ задается заранее, а далее вычисляется максимальное количество осей, которое может быть закреплено соответствующим количеством ТБ, с учетом уклона пути или участка пути. Однако данные, указанные в п. 2.1(24) ТРА, могут изменяться в зависимости от погодных и местных условий. При сильном ветре (более 15 м/с), направление которого совпадает с направлением возможного ухода вагонов, исчисленная в соответствии с п. 1 настоящего приложения, норма закрепления увеличивается укладкой под колеса вагонов трех дополнительных тормозных башмаков (на каждые 200 осей закрепляемой группы), а при очень сильном (штормовом) ветре — семи ТБ. На станционных железнодорожных путях с замасленными поверхностями рельсов нормы закрепления железнодорожного ПС тормозными башмаками, указанные в п. 8 данного Порядка, увеличиваются в 1,5 раза.

Время, затрачиваемое на операции, связанные с закреплением и снятием закрепления, включа-



**Рис. 7.** График продолжительности закрепления ПС при использовании тормозных башмаков: ТЧМ\* — машинист маневрового локомотива; ДСП\*\* — дежурный по железнодорожной станции

ет как время передачи и восприятия информации, изъятие ТБ и проход к месту производства работы, так и на операцию закрепления. Время, которое идет на выполнение операции (рис. 7), закрепления составляет ≈16 мин. Время на проход к месту производства операции определено с помощью аналитического расчета (табл. 4).

Определение необходимого времени на выполнение данной операции основывалось на данных ОАО «РЖД».

Перечень необходимых для расчета данных включает:

- перевозимый вид груза;
- вес поезда;
- модель вагона;
- нормы времени на выполнение технологических операций.

Для расчета принят наиболее востребованный и распространенный вид перевозимого груза по железнодорожной сети РФ. Согласно данным ОАО «РЖД», наиболее перевозимым видом груза является уголь (за январь 2024 г. перевезено 29,1 млн т, что составляет 30,7 % от общего количества перевезенных грузов)<sup>5</sup>.

В качестве примера рассмотрим Мурманский железнодорожный узел, а именно линию Оленегорск – Мурманск. На протяжении всего участка в качестве средств сигнализации используется автоматическая блокировка (АБ) и диспетчерская централизация (ДЦ). Линия Оленегорск – Мурманск электрифицирована, для грузового движения используются локомотивы серии 2ЭС5К, 3ЭС5К [5]. Унифицированная весовая норма грузовых поездов в направлении Мурманска составляет 4600 т, обратно — 3200 т, расчетная весовая норма по мощности локомотива — 6500 и 4000 т при эксплуатации электровоза 2ЭС5К и 8000 и 6000 т при использовании локомотива 3ЭС5К соответственно<sup>6</sup>.

Поскольку уголь не подвержен негативному воздействию атмосферных осадков, таких как дождь или снег, то нет необходимости в применении вагонов закрытого типа. Перевозка осуществляется с помощью более универсального, распространенного и доступного типа вагонов — полувагона (ПВ). Для расчета использован типовой ПВ модели 12-4106 с грузоподъемностью 70 т и массой тары 23 т. Габаритный размер длины вагона по осям автосцепок — 13 920 мм (в расчетах принят 14 000 мм)<sup>7</sup>.

Таблица 4

**Определение состава поезда и времени прохода к месту работы**

Параметр	Вес поезда, т	Грузоподъемность вагона, т	Масса тары вагона, т	Состав поезда, вагоны	Расстояние до места работы, м	Проход к месту работы, мин
Значение	6000,0	70,0	23,0	65,0	910	9,1

<sup>5</sup> РЖД в цифрах. Показатели деятельности // ОАО «РЖД». URL: <https://company.rzd.ru/ru/9377>

<sup>6</sup> Приказ филиала ОАО «РЖД» Дирекция тяги «Об установлении норм масс и длин пассажирских и грузовых поездов на участках, обслуживаемых Октябрьской дирекцией тяги» // ОАО «РЖД». URL: [https://dtm.ucoz.ru/RZD/Prikazu/ves\\_prikaz\\_ct-200\\_ot\\_10\\_11\\_20.pdf](https://dtm.ucoz.ru/RZD/Prikazu/ves_prikaz_ct-200_ot_10_11_20.pdf)

<sup>7</sup> Полувагон модель 12-4106 // Вагон.by: сайт о вагонном парке и вагонном хозяйстве. URL: <https://vagon.by/model/12-4106/1823>

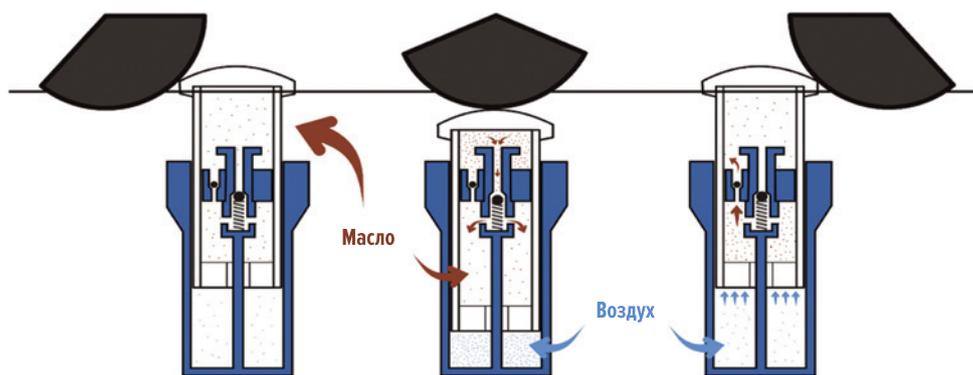


Рис. 8. Принцип действия точечного устройства закрепления ПС

Также в расчете учитывались нормативы времени на дополнительные технологические операции, входящие в состав маневровой работы [6]. Например, норма времени получения распоряжения на маневровую работу составляет 0,37 мин (рис. 7).

Состав поезда определяется отношением веса поезда к массе брутто вагона, соответственно равен 65 вагонам. Проход к месту работы рассчитывается на основе времени, необходимого на проследование от места хранения ТБ до места выполнения работы, которое равняется 100 м в минуту, и длины состава, устанавливаемой в этом случае по количеству вагонов, и равной 910 м.

## ТЕХНОЛОГИЯ ОПЕРАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДУЗС

Данные устройства обеспечивают закрепление колес ПС и остановку вагонов в случае, если скорость вагонов ниже скорости блокирования устройств закрепления. В случае, если скорость движения вагонов выше скорости блокирования, то устройства закрепления с быстроходным запором находятся в закрытом положении и не препятствуют вытягиванию составов. Установка и эксплуатация домкратовидных устройств закрепления позволит снизить время на закрепление ПС от ухода и полностью сократит время на снятие закрепления. Таким образом будет снижено время использования локомотивов и локомотивных бригад, участвующих в закреплении и снятии закрепления с ПС.

Оптимизация времени операции закрепления ПС происходит за счет автоматизации процесса закрепления и снятия закрепления, а также из-за исключения ручных операций, связанных с установкой ТБ. Закрепление ПС осуществляет прибывшая с поездом локомотивная бригада или маневровая бригада, например, при перестановке состава из одного района станции в другой. Снятие закрепления ПС производится тепловозом манев-

рового движения, тепловозом или электровозом поездного движения, под управлением локомотивной бригады.

Принцип действия гидравлического ДУЗС основан на создании тормозного усилия (оказании сопротивления движению) через взаимодействие гребня колеса и шляпки скользящего цилиндра. При нажатии гребнем колеса на цилиндр, последний вдавливается в корпус. Так как под цилиндром находится масло, оно сжимается и продавливается через рабочий клапан. Когда гребень скатывается с цилиндра, сжатый воздух (в корпусе под цилиндром) выталкивает его в исходное положение. Масло при этом возвращается через обратный клапан (рис. 8) [7].

ДУ J-4015S предназначены для надежной фиксации ПС во время ожидания и выполнения технологических операций. Рабочее положение устройства определяется как положение, при котором цилиндр находится в крайнем верхнем положении, и клапанная группа, осуществляющая пропуск рабочей жидкости из верхней камеры в нижнюю, закрыта. На рис. 3 показаны основные элементы и способ крепления ДУЗС модели J-4015S компании New Joules Engineering, в табл. 2 указаны технические характеристики.

На основании технической характеристики и технологии работы разрабатывается график времени, затрачиваемого на операцию закрепления ПС. Примерное время, затрачиваемое на выполнение операций, представлено рис. 9 и составляет ≈1 мин.

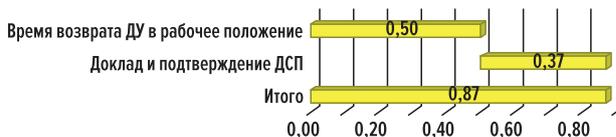


Рис. 9. График продолжительности закрепления ПС при использовании ДУ

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ технологии закрепления ПС, а также установлены различия между существующей и инновационной методиками.

Существующая технология, основанная на применении ТБ, хоть и широко используется, имеет серьезные недостатки, включая высокий уровень травмоопасности, длительность операций и невысокую эффективность. Процесс закрепления и его снятия занимает значительное количество времени, преимущественно из-за необходимости перемещения к месту работы с башмаками, что составляет около 16 мин.

В отличие от этого, новая технология, основанная на домкратовидных устройствах закрепления, предлагает полную автоматизацию процесса и исключение человеческого физического труда. При ее применении время на операцию закрепления сокращается до 1 мин, время на снятие закрепления отсутствует. Это достигается за счет автоматического процесса под контролем локомотивной бригады и тяговых усилий локомотива.

На основе сравнительного анализа также можно отметить, что новая технология сокращает время операций и обеспечивает оптимизацию на уровне 97 % по сравнению с текущей технологией закрепления. Автоматизация процессов приводит к повышению эффективности работы станций, что влечет за собой существенную экономическую выгоду. Оптимизация использования ресурсов и рост конкурентоспособности компании на транспортном рынке являются прямыми последствиями внедрения данной технологии.

В контексте общей цели исследования, которая направлена на оптимизацию времени обработки ПС на железнодорожных станциях, выбор наиболее эффективной технологии закрепления и его снятия ПС становится критическим. На основе проведенного анализа, инновационная технология с ДУЗС представляется наиболее предпочтительной в плане повышения производительности, сокращения времени операций и снижения рисков, связанных с травматизмом и техническими неисправностями.

Исходя из выполненного исследования и введения технологии домкратовидных устройств для закрепления ПС на железнодорожной станции, можно сформулировать следующие рекомендации для успешного внедрения этой технологии:

- проведение пилотного проекта: начинать с пилотного внедрения новой технологии на ограниченной территории или с небольшого количества путей. Это позволит оценить эф-

фективность и безопасность новой системы на практике;

- обучение персонала: обучить персонал работе с новыми домкратовидными устройствами, включая операторов и технический персонал, чтобы они могли эффективно управлять, обслуживать и решать проблемы, связанные с этой технологией;
- интеграция существующих систем управления: убедиться, что новые домкратовидные устройства будут интегрированы с существующими цифровыми системами управления станцией для максимальной совместимости и эффективности;
- разработка процедур безопасности: разработать и внедрить строгие процедуры безопасности для работы с ДУ, чтобы минимизировать риски для персонала и обеспечить безопасность маневров и операций на станции;
- мониторинг и оценка: проводить систематический мониторинг работы новых устройств и оценку их эффективности, безопасности и влияния на общую производительность и качество обслуживания станции;
- постепенное масштабирование: постепенно расширять внедрение новых устройств на всю станцию или на дополнительные пути после успешного завершения пилотного проекта и убедительной демонстрации их преимуществ;
- обратная связь и улучшения: активно собирать обратную связь от персонала и пользователей станции относительно работы новых устройств и вносить соответствующие улучшения и корректировки для оптимизации их функциональности и производительности.

С учетом этих рекомендаций внедрение технологии домкратовидных устройств на железнодорожной станции может быть успешным и привести к повышению эффективности, безопасности и качества обслуживания.

Введение ДУ для закрепления ПС на железнодорожной станции представляет собой важный шаг в переходе к цифровой станции. Это открывает путь к созданию интеллектуальной системы управления станцией, способной обеспечить высокую производительность, гибкость и оперативное реагирование на изменения в транспортном секторе. Таким образом, домкратовидные устройства играют ключевую роль в развитии цифровой инфраструктуры железнодорожных станций и содействуют достижению целей повышения эффективности и качества предоставляемых транспортных услуг.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хусаинов Ф.И. Оборот вагона: итоги 9 месяцев 2023 г. // LiveJournal. 2023. URL: <https://f-husainov.livejournal.com/875678.html>
2. Марков Д.П., Воронин И.Н., Шипулин Н.П., Маршев В.И., Забавина М.В. и др. Стояночные тормозные башмаки для закрепления подвижного состава на станционных путях. Полигонные испытания // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2016. Т. 75. № 5. С. 308–317. EDN XGRPPX.
3. Комплексные решения для цифровой станции // АО «НИИАС». URL: <https://niias.ru/projects/kompleksnye-resheniya-dlya-tsifrovoy-stantsii/>
4. Кобзев В.А., Алаев М.М., Овчинникова Е.А., Бересток Н.О. Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте: учебно-методическое пособие. М.: РУТ, 2020. 151 с.
5. Комовкина Н.С. Эффективность использования инновационного нетягового подвижного состава на примере перевозки угля в адрес Мурманского транспортного узла / Н.С. Комовкина, А.Ю. Попадюк // Вестник РГУПС. 2020. № 1. С. 66–74.
6. Козырев С.В. Нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожных станциях ОАО «РЖД», нормативы численности бригад маневровых локомотивов. 2007.
7. Точечные замедлители // ДУ-46 журнал железнодорожника. 2019. URL: <https://dzen.ru/a/XPIQoZXqcvlax3>

## REFERENCES

1. Khusainov F.I. Car turnover: results for 9 months of 2023. *LiveJournal*. 2023. URL: <https://f-husainov.livejournal.com/875678.html> (In Russ.).
2. Markov D.P., Voronin I.N., Shipulin N.P., Marshch V.I., Zabavina M.V. et al. Rail skates for fixing rolling stock on the station tracks. Ground tests. *Russian Railway Science Journal*. 2016;75(5):308-317. EDN XGRPPX. (In Russ.).
3. Integrated solutions for a digital station. *JSC "NIIAS"*. URL: <https://niias.ru/projects/kompleksnye-resheniya-dlya-tsifrovoy-stantsii/> (In Russ.).
4. Kobzev V.A., Alaev M.M., Ovchinnikova E.A., Berestok N.O. *Technical means of ensuring safety in railway transport: educational and methodological manual*. Moscow, Russian University of Transport, 2020;151. (In Russ.).
5. Komovkina N.S. The efficiency of using innovative non-traction rolling stock on the example of coal transportation to the Murmansk transport hub / N.S. Komovkina, A.Yu. Popadyuk. *Vestnik RGPUS*. 2020;1:66-74. (In Russ.).
6. Kozyrev S.V. *Time standards for shunting work performed at the railway stations of JSC Russian Railways, standards for the number of crews of shunting locomotives*. 2007. (In Russ.).
7. Point retarders. *DU-46 Railwayman's Magazine*. 2019. URL: <https://dzen.ru/a/XPIQoZXqcvlax3> (In Russ.).

### Об авторах

**Александр Николаевич Чеснов** — студент; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; [aleksandr-chesnov@mail.ru](mailto:aleksandr-chesnov@mail.ru);

**Павел Сергеевич Шаманский** — студент; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; [shamanskiy.p@mail.ru](mailto:shamanskiy.p@mail.ru);

**Наталья Сергеевна Комовкина** — кандидат технических наук, доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; [nkomovkina@gmail.com](mailto:nkomovkina@gmail.com).

### Bionotes

**Aleksandr N. Chesnov** — student; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; [aleksandr-chesnov@mail.ru](mailto:aleksandr-chesnov@mail.ru);

**Pavel S. Shamansky** — student; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; [shamanskiy.p@mail.ru](mailto:shamanskiy.p@mail.ru);

**Natalia S. Komovkina** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Railway Stations and Junctions"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; [nkomovkina@gmail.com](mailto:nkomovkina@gmail.com).

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Александр Николаевич Чеснов, [chesnov@mail.ru](mailto:chesnov@mail.ru).

Corresponding author: Aleksandr N. Chesnov, [chesnov@mail.ru](mailto:chesnov@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 08.02.2024; одобрена после рецензирования 27.03.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 08.02.2024; approved after reviewing 27.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.