

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Оригинальная статья

УДК 629.488.2:629.4.027.5

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

## Эффективное использование и разработка колесообрабатывающих станков для нужд локомотивного комплекса

Р. Х. Рафиков<sup>1</sup>✉, А. С. Шинкарук<sup>2</sup>, Е. И. Елисейкин<sup>1</sup><sup>1</sup>Инновационный инжиниринговый центр,  
Москва, Российская Федерация<sup>2</sup>Федеральная пассажирская компания (ФПК),  
Москва, Российская Федерация

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Целью работы является формулировка рекомендаций по уменьшению времени обточки колесных пар локомотивов путем анализа конструкций станков, эффективности использования в сервисных локомотивных депо существующих типов колесотокарных и колесофрезерных станков отечественного и зарубежного производства. Наблюдаемый рост интенсивности движения и объемов перевозок по железным дорогам России требует обеспечения надежности и повышения эксплуатационных характеристик локомотивов. Колесная пара является одним из наиболее металлоемких и ответственных элементов ходовой части. Взаимодействие колеса и рельса вызывает комплекс физико-механических явлений, приводящих к интенсивным термомеханическим повреждениям поверхности катания бандажа — подрезу гребня, прокату, ползунам. Для устранения дефектов на поверхности катания требуется обточка колесной пары на станках режущим инструментом до получения требуемого исходного профиля — процесс, связанный с повышенными затратами времени. Поэтому важной задачей является минимизация издержек при обточке, что требует использования последних технологических решений, реализованных в новом станочном оборудовании, включая импортируемое.

**Материалы и методы.** Анализируются особенности развития мирового станкостроения и его влияние на рынок станкостроительной техники в России. Рассматриваются типы, модели, сравнительные характеристики, опыт эксплуатации, технического обслуживания и ремонта локомотивов с применением колесотокарных и колесофрезерных станков 96 сервисными локомотивными депо в 13 филиалах ООО «ЛокоТех-Сервис».

**Результаты.** Исследован парк колесообточных станков (типы, конструкция, состояние), рассчитана загрузка станков, рассмотрены аналоги зарубежного производства. На основе потребности сервисных локомотивных депо в переоснащении и данных о рынке колесообточного оборудования предложен мобильный колесотокарный станок с числовым программным управлением с профильной конструкцией.

**Обсуждение и заключение.** Определены узкие места эксплуатации станочного парка и приведены данные по его устареванию и подбору аналогов от иностранного производителя. Отечественные станки более адаптированы к специфике российских условий эксплуатации, зарубежные модели имеют преимущества в системах числового программного управления. Для устранения проблемы узких мест в обточке колесных пар предложены мероприятия по конструкторско-технологическим направлениям, обучению персонала, организации производства.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** локомотивы, колесные пары, колесотокарные станки, обточка без выкатки, обточка с выкаткой

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Рафиков Р. Х., Шинкарук А. С., Елисейкин Е. И. Эффективное использование и разработка колесообрабатывающих станков для нужд локомотивного комплекса // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2024. Т. 83, № 4. С. 348–361.

Original article

UDK 629.488.2:629.4.027.5

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



## Efficient use and development of wheel-working machines for the locomotive facility needs

Rafik H. Rafikov<sup>1</sup>✉, Andrey S. Shinkaruk<sup>2</sup>, Evgeniy I. Eliseykin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Innovative Engineering Centre,  
Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Passenger Company,  
Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** The study is intended to provide guidelines to reduce the machining time of locomotive wheel pairs by analysing the design and performance of existing types of wheel turning and milling lathes of domestic and foreign production in locomotive service depots. The observed growth in traffic intensity and volumes on Russian railways requires ensuring reliability and improving the performance of locomotives. The wheel pair is one of the most metal-intensive and critical elements of the undercarriage. The wheel and rail interaction causes a range of physical and mechanical phenomena inflicting intensive thermomechanical damage on the tyre tread surface: undercutting of the ridge, rolling, slides. Removal of tread surface defects requires turning the wheel pair on machine tools, until the required initial profile is obtained, which is a time-consuming process. Therefore, an important task is to minimise turning costs, which requires the use of the newest technological solutions implemented in new machine-tools, including imported equipment.

**Materials and methods.** The article analyses global machine-tool industry trends and their impact on the machine-tool market in Russia and considers types, models, comparative characteristics, experience in operation, maintenance and repair of locomotives using wheel turning and milling machines by 96 locomotive service depots in 13 branches of LocoTech-Service LLC.

**Results.** The paper examines the fleet of wheel turning machines (types, design, condition), calculated the load of the machines, and considered foreign-made analogues. A numerically controlled mobile wheel turning machine with a profile design has been developed based on locomotive service depot re-equipment needs and wheel turning market data.

**Discussion and conclusion.** The work identified the bottlenecks of the machine fleet operation and provided data on its obsolescence and selection of analogues from foreign manufacturers. Domestic machines are more adapted to Russian operating conditions, foreign models have advantages in numerical control systems. The paper proposes a number of design and technological, staff training, and production organisation measures to eliminate bottlenecks in wheel pair machining.

**KEYWORDS:** locomotives, wheel pairs, wheel lathes, machining without rolling out, machining with rolling out

**FOR CITATION:** Rafikov R. H., Shinkaruk A. S., Eliseykin E. Ya. Efficient use and development of wheel-working machines for the locomotive facility needs. *Russian Railway Science Journal*. 2024;83(4):348-361. (In Russ.).

**Введение.** Среди узлов экипажной части локомотива, подвергаемых пристальному вниманию и учету, находятся колесно-моторный блок и отдельные элементы, такие как колесные пары (КП), эксплуатируемые в различных условиях кривизны и профиля пути. При эксплуатации локомотива происходит изнашивание поверхности колес в зоне контакта с рельсом<sup>1</sup>. Изнашивание поверхности катания колес, возникновение различных дефектов приводит к наибольшему среди узлов числу отказов и, следовательно, к выводу локомотива из эксплуатации в неплановый ремонт (табл. 1).

Для восстановления поверхности катания колеса до профиля, предусмотренного действующим стандартом<sup>2</sup>, поверхность обтачивается до требуемого профиля [1, 2]. Систематизация методов восстановления и обработки профиля катания КП, выполненная в [3], объединяет методы в три основные группы: механическая обработка резанием по копиру (программе), обработка профильным инструментом, комбинированная обработка.

Срок службы колес определяется интенсивностью износа зоны гребня и поверхности катания. Начальная толщина бандажа нового колеса составляет 70 мм,

в процессе эксплуатации бандаж колеса подвергается естественному износу, а также обтачивается с целью восстановления профиля. При каждой обточке колеса с поверхности катания удаляется до 5 мм, а при наличии глубоких выщербин величина удаляемого слоя металла может достигать 7 мм. Количество переточек колес за срок службы составляет от 7 до 16. После депоовского ремонта допустимая минимальная толщина бандажа колеса — 24 мм, колеса с толщинами 22 мм и менее изымаются [1].

Обточка КП по стандартному профилю поверхности катания является традиционным, относительно простым способом восстановления профиля катания. Способ переточки колес по новому криволинейному профилю поверхности катания предложен в [2], где авторы показывают, что новый профиль позволяет существенно снизить контактные напряжения в колесе и рельсе и износ гребней бандажей и боковых поверхностей рельсов, увеличить дорожку катания колес и рельсов, тем самым уменьшая вероятность выкрашивания материала по кругу катания, снизить сопротивление движению в кривых, уменьшить скорость изнашивания контактных поверхностей колеса и рельса.

Известны два типа технологии обточки: с выкаткой КП из-под локомотива и без выкатки. Обработка КП с выкаткой на стационарных колесотокарных или колесофрезерных станках сопряжена с повышенными трудоемкостью и себестоимостью, большими затратами времени на выкатку и монтаж КП, переналадку в станке. Обточка КП без выкатки выполняется на подрельсовых или мобильных станках отечественного и зарубежного производства. Мобильные токарные станки востребованы ввиду возможности установки в любом сервисном локомотивном депо (СЛД) [2, 3], однако имеют ограничения по типу, глубине и размерам обрабатываемых дефектов и, как правило, применяются на ТО-2 и ТО-3, когда требуется в 1–2 прохода устранить, например, остроконечный накат на нескольких КП. Подрельсовые станки, наоборот, применяются на ТО-4, ТР и неплановых ремонтах для обточки ползунов, глубоких выщербин и трещин — для устранения крупных дефектов.

**Современное состояние станочного парка.** Основным методом устранения поверхностных дефектов КП является обточка бандажа с восстановлением профиля катания — с выкаткой из-под локомотива и без выкатки<sup>3</sup> [4]. Для обточки КП с выкаткой в СЛД

Таблица 1

Данные об отказах основных узлов электропоездов  
серий ЭТ2, ЭТ2М, ЭД2Т, ЭД4М, ЭД4МК

Table 1

Failures of main components of electric trains of ET2, ET2M, ED2T, ED4M, ED4MK series

| Наименование узла                     | Число отказов, ед. | Процент числа отказов в общей сумме | Накопленный процент отказов |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Колесная пара                         | 107                | 33,4                                | 33,4                        |
| Электрическое оборудование и аппараты | 76                 | 23,8                                | 57,1                        |
| Зубчатые передачи                     | 69                 | 21,6                                | 78,8                        |
| Токоприемники и крышное оборудование  | 34                 | 10,6                                | 89,4                        |
| Тормозное оборудование                | 24                 | 7,5                                 | 96,9                        |
| Приборы безопасности и радиостанции   | 7                  | 2,2                                 | 99,1                        |
| Вспомогательные машины                | 3                  | 0,9                                 | 100                         |
| Итого                                 | 320                | 100                                 | —                           |

<sup>1</sup> Пышный И. М. Повышение ресурса бандажей колесных пар локомотивов на промышленном железнодорожном транспорте: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07. Екатеринбург, 2014. 169 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 11018–2011. Колесные пары тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия: дата введения 01.01.2013. М.: Стандартинформ, 2012. 28 с.

<sup>3</sup> Об утверждении Инструкции по осмотру, освидетельствованию колесных пар локомотивов и моторвагонного подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм: распоряжение от 22.12.2016 № 2631р. Введ. 22.12.2016. М.: ЦЕНТРМАГ, 2023. 125 с.; Инструкция по формированию, ремонту и содержанию колесных пар тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм: № ЦТ-329. Введ. 16.03.2015. М.: ЦЕНТРМАГ, 2018. 78 с.

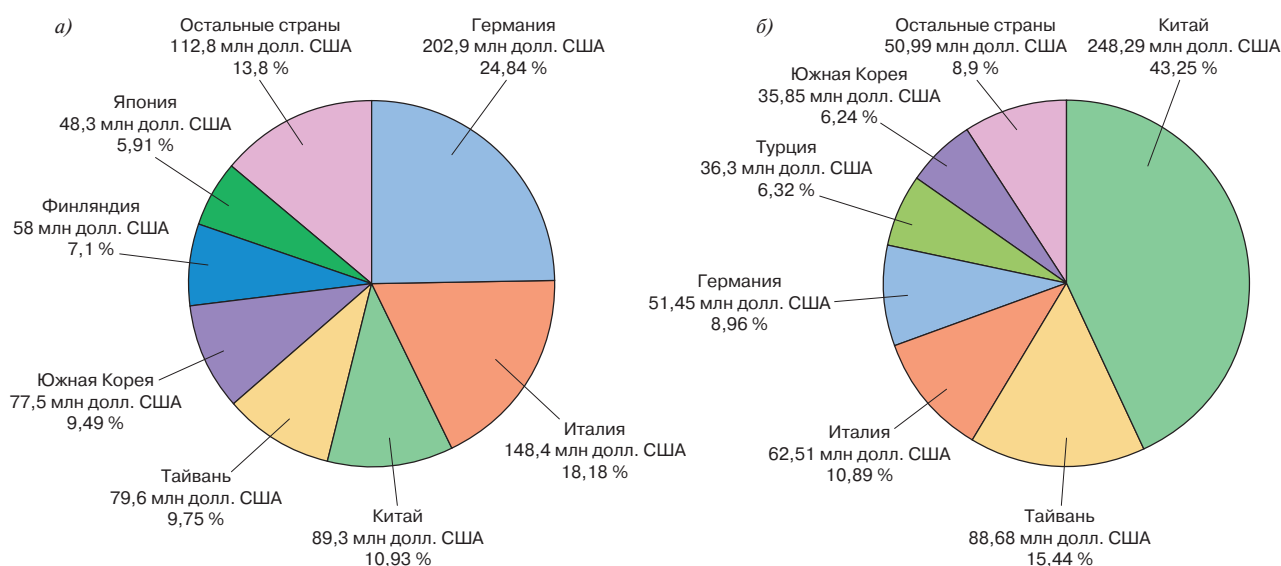


Рис. 1. Импорт металлообрабатывающего оборудования в Россию:  
а — в 2021 г.; б — в 2022 г.

Fig. 1. Import of metalworking equipment to Russia:  
a — in 2021; б — in 2022

и на заводах наиболее часто применяются станки отечественного производства и ближнего зарубежья (табл. 2). До начала текущего десятилетия на отечественный рынок поставлялись станки из США, Германии и Швейцарии. На долю станков иностранного производства приходилось порядка 48 % от общего количества закупаемого оборудования. Данные объемы в последние годы составляли примерно половину всего отечественного импорта машиностроительного оборудования в целом, поставки сопоставимы с совокупным внутренним производством аналогичной продукции [5, 6].

После сокращения импорта из стран Запада в период 2022–2024 гг. спрос на отечественную продукцию заметно возрос, а вектор импорта сместился в азиатскую сторону (значительную часть высокотехнологического станочного оборудования взамен вышеупомянутых стран поставляют Китай и Тайвань). В 2021 г. Россия импортировала металлообрабатывающего оборудования на 816,8 млн долл. США (11 433 ед.), а в 2022 г. — на 574,1 млн долл. США (9074 ед.). Падение за год составило 20,63 %. В 2021 г. первое место по поставке оборудования занимала Германия (24,84 % от всего импорта), затем Италия (18,18 %), далее — страны Азии (рис. 1). Если в 2021 г. Китай и Тайвань поставляли в Россию 20,68 % оборудования (рис. 1, а), то в 2022 г. доля Китая выросла до 43,25 %, Тайваня — до 15,45 % (рис. 1, б). Доля колесообточных станков от всего объема импортируемого оборудования за 2021–2022 гг. составила 0,4–0,8 % и на рис. 1 не показана.

Рассмотрим распределение колесообточных станков с выкаткой КП и без выкатки в СЛД ООО «ЛокоТех-Сервис» на начало 2022 г. (см. рис. 2). Анализ состояния парка колесотокарных станков по годам в разрезе — без выкатки и с выкаткой (см. рис. 3, 4) — показал, что 57 ед. (28 %) имеют срок службы 30 и более лет, 9 из них находятся в неработоспособном состоянии. Данный станочный парк преимущественно состоит из подрельсовых станков КЖ-20 и А-41 в равных количествах. Использование станков без выкатки КП в СЛД непосредственно влияет на время нахождения локомотива в нерабочем парке, что, в свою очередь, сказывается на коэффициенте готовности к эксплуатации<sup>4</sup> [7–10].

Анализ парка колесообточного оборудования показал, что в двенадцати СЛД наблюдается низкая производительность однотипных станков ввиду их технического и морального устаревания. Возникают узкие места, увеличивающие простой локомотива на обточке КП. Для нивелирования дополнительного простоя локомотива сравним технические и стоимостные характеристики подрельсового колесотокарного станка UGE300/400N относительно ТК950Ф3, ТК2500, ТК4125, КЖ-20, А-41, приведенные в табл. 3 согласно информации от заводов-изготовителей.

По съему материала за один проход при одинаковой площади режущей пластины UGE300/400N производительнее относительно: ТК950Ф3 — на 40 %;

<sup>4</sup> Типовая инструкция по расчету производственной мощности колесных цехов. М., 2001. 32 с.

TK2500 — на 70 %. По продолжительности времени обточки (два прохода) по профилю бандажа UGE300/400N производительнее: КЖ-20 — на 200 %; А-41 — на 150 %; ТК950Ф3 — на 112 %; ТК2500 — на 70 %. Стоимость UGE300/400N выше: ТК950Ф3 — на 53 %; ТК2500 — на 77 % (табл. 4).

Таблица 2

## Модели колесообточных станков

Table 2

## Wheel turning machine models

| №<br>п/п | Производители                                     | Модель             | Страна<br>изготовления |
|----------|---------------------------------------------------|--------------------|------------------------|
| 1        | ООО «Таганрогский станкостроительный завод»       | TK950Ф3М           | Россия                 |
|          |                                                   | TK941Ф3            |                        |
| 2        | ООО «ПромТех»                                     |                    |                        |
| 3        | ООО «ТехСтрой»                                    | ТС912Ф3            |                        |
|          |                                                   | TK950Ф3ТУ.01       |                        |
| 4        | ОАО «Рязанский станкостроительный завод»          | РТ905Ф1            |                        |
|          |                                                   | ТС912Ф3            |                        |
|          | Новохоперский РМЗ ЮВС ДИ ЦДИ — филиала ОАО «РЖД»  | А-41.01            |                        |
| 5        | Алзамайский РМЗ ВСЖД — филиала ОАО «РЖД»          | А-41               |                        |
|          | АО «Бурейский механический завод»                 |                    |                        |
|          | ООО «ТрансАтом»                                   |                    |                        |
| 6        | АО «Астраханский станкостроительный завод»        | 1В62Г              |                        |
| 7        | АО «Вотский станкозавод»                          | Универсал-В ТШЗ-01 |                        |
| 8        | ЗАО «Седин-ТКС»                                   | 1516               |                        |
| 9        | ЗАО «ЭконикаТехно»                                | 1Е516ПФ2И          |                        |
| 10       | Краматорский завод тяжелого станкостроения (КЗТС) | КЖ-20ТФ1           | Украина                |
|          |                                                   | КЖ-1841            |                        |
|          |                                                   | КЖ-1841.02         |                        |
|          |                                                   | ТЭ6226.02-01       |                        |
|          |                                                   | ТЭ6226.02-02       |                        |
|          |                                                   | 1836М.10           |                        |
|          |                                                   | 1836М.10(ТК936Фз)  |                        |
|          |                                                   | КЖ-20Б             |                        |
|          |                                                   | КЖ-20М             |                        |
| 11       | АО «Ивано-Франковский завод»                      | А-41               |                        |
| 12       | Interprinderea de masini unelte ARAD, I.M.U.A     | SNB360             | Румыния                |
| 13       | Mecanica Roman                                    | SC17               |                        |
| 14       | Umaro, I.M. Roman                                 | SC17CC             |                        |
| 15       | Rafamet                                           | UBC150             | Польша                 |
|          |                                                   | TLA140             |                        |
|          |                                                   | UGB150             |                        |
| 16       | ZMM-BULGARIA                                      | CU310              | Болгария               |

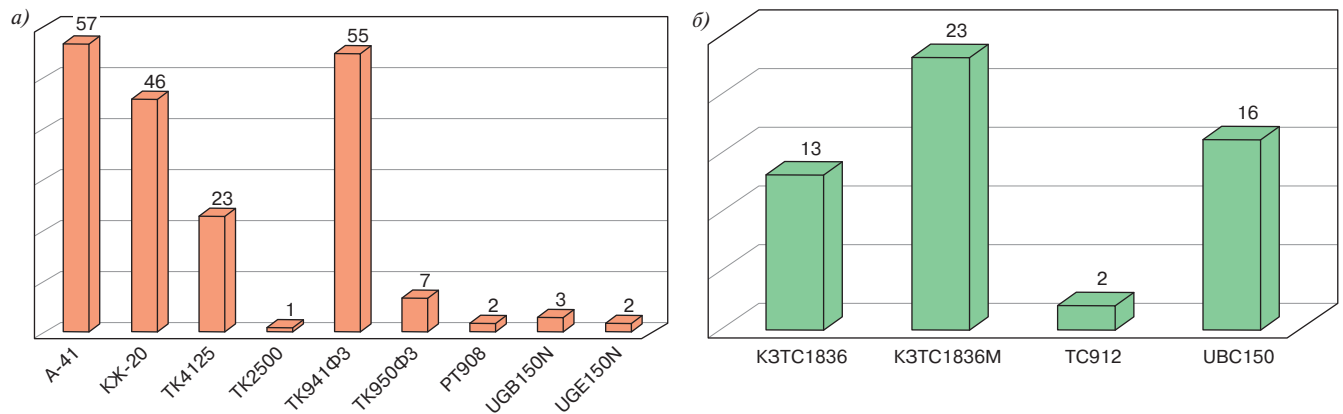


Рис. 2. Общее количество станочного парка для обточки КП:  
а — с выкаткой 196 ед. (78 % станочного парка); б — без выкатки 54 ед. (22 % станочного парка)

Fig. 2. Total number of machine fleet for wheel pair turning:  
а — with rolling out, 196 units (78 % of the machine fleet); б — without rolling out, 54 units (22 % of the machine fleet)

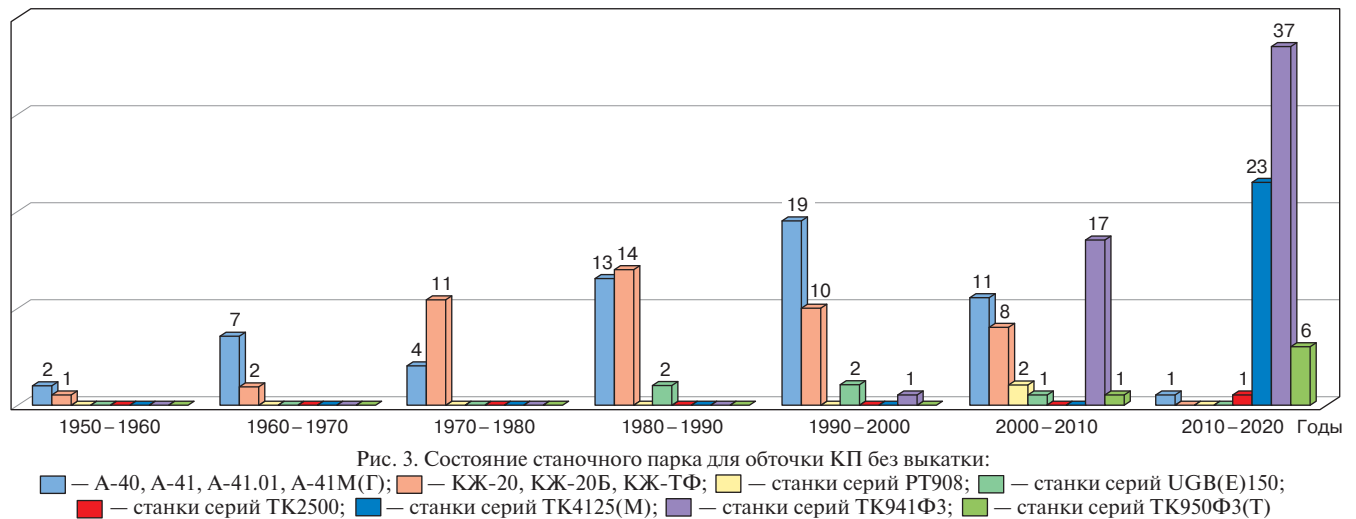


Рис. 3. Состояние станочного парка для обточки КП без выкатки:

— A-40, A-41, A-41.01, A-41M(G); — KЖ-20, KЖ-20Б, KЖ-ТФ; — станки серий РТ908; — станки серий UGB(E)150; — станки серий ТК2500; — станки серий ТК4125(M); — станки серий ТК941Ф3; — станки серий ТК950Ф3(T)

Fig. 3. Condition of the machine fleet for wheel pair turning without rolling out:

— A-40, A-41, A-41.01, A-41M(G); — KЖ-20, KЖ-20Б, KЖ-ТФ; — machines of RT908 series; — machines of UGB(E)150 series; — machines of TK2500 series; — machines of TK4125(M) series; — machines of TK941F3 series; — machines of TK950F3(T) series

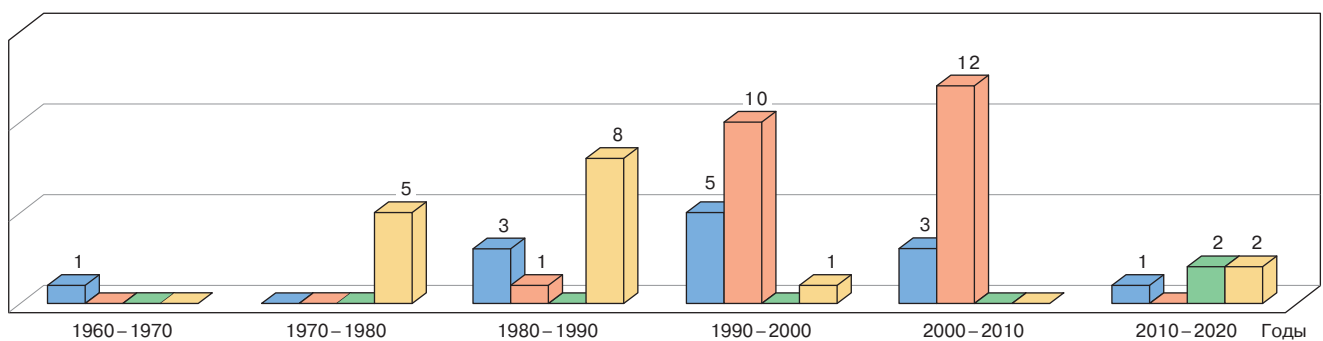


Рис. 4. Состояние станочного парка для обточки КП с выкаткой:

— КЗТС1836, КЗТС1836Б, КЗТС1836Б-03; — КЗТС1836М10, КЗТС1836М17; — станки серий ТС912Ф3; — станки серий UBC150

Fig. 4. Condition of the machine fleet for wheel pair turning with rolling out:

— KZTS1836, KZTS1836B, KZTS1836B-03; — KZTS1836M10, KZTS1836M17; — machines of TS912F3 series; — machines of UBC150 series

Таблица 3

## Характеристики подрельсовых колесообточных станков

Table 3

## Characteristics of under-rail wheel turning machines

| Характеристики                                                                               | Производитель        |                              |                |             |             |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|
|                                                                                              | КЗТС                 | АО «Ивано-Франковский завод» | ООО «ТехСтрой» |             |             | Rafamet         |
|                                                                                              | КЖ-20<br>(фрезерный) | А-41                         | ТК4125         | ТК950Ф3     | ТК2500      | UGE300/<br>400N |
| Нагрузка на ось подвижного состава минимальная, кН                                           | 160                  | 30                           | 180            | 50          | 30          | 30/40           |
| Нагрузка на ось подвижного состава максимальная, кН                                          | 220                  | н/д                          | 250            | 250         | 245         | 300/400         |
| Сечение стружки, мм <sup>2</sup>                                                             | н/д                  | Ручная подача                | 2×6            | 2×6         | 2×3         | 2×10            |
| Скорость резания, м/мин                                                                      | 60                   | 80                           | 90             | 90          | 20–90       | 60              |
| Работа двумя суппортами параллельно                                                          | В наличии            | Нет                          | В наличии      | В наличии   | В наличии   | В наличии       |
| Привод вращения КП                                                                           | Независимый          | От локомотива                | От локомотива  | Независимый | Независимый | Независимый     |
| Мощность общая, кВт<br>* с учетом выпрямительного преобразователя для питания ТЭД            | 95                   | 30*                          | 26*            | 90          | 30          | 100             |
| Время обточки по результатам хронометражных измерений, ч<br>** по данным завода-изготовителя | 1,23                 | 1,04                         | 0,92           | 0,87        | 0,7         | 0,41**          |
| Стоимость станка, млн руб.                                                                   | Снят с производства  | Снят с производства          | 40             | 70          | 60,3        | 107,12          |

Аналогично сравним технические и стоимостные характеристики станка UDA125N для обточки КП с выкаткой относительно TC912Ф3, UBF112N UFD140N, приведенные в табл. 5 и 6 также согласно информации от заводов-изготовителей. По съему материала за один проход при одинаковой площади режущей пластины UDA125N производительнее относительно: КЗТС1836М — на 200%; TC912Ф3 — на 20% (табл. 6). По продолжительности времени обточки (один проход) по профилю бандажа UDA125N производительнее: КЗТС1836М — на 200%; TC912Ф3 — на 250%. Стоимость UDA125N выше TC912Ф3 на 121%. Дальнейший сравнительный анализ трудоемкости обточки КП на колесообточных станках выполнен по информации, занесенной в шаблоны работ в автоматизированной системе управления «Сетевой график» (АСУ СГ), а также полученной в ходе хронометражных измерений обточки на наиболее распространенных в СЛД станках (табл. 5, 6).

Согласно представленным данным, возможность снижения времени на обточку одной КП зависит от

использования высокотехнологичных станков и их типов: на 1,1–2,1 ч при применении UGE300/400N и 1–1,5 ч при применении UDA125N. Но поскольку оборудование производства Rafamet является санкционным и не поставляется в Россию, то необходим поиск и устранение узких мест в эксплуатации имеющегося станочного парка (табл. 7).

Загрузка основного оборудования колесного цеха производилась из расчета обеспечения годовой производственной программы по каждой серии локомотивов<sup>5</sup>. Пропускная способность основного оборудования колесного цеха определяется из выражения

$$M = P n K_{ог} T, \quad (1)$$

где  $P$  — количество единиц однотипного оборудования;  $ч$  — число фактических рабочих дней в году;  $n$  — количество рабочих смен в сутки, принятое предприятием;  $K_{ог}$  — коэффициент использования оборудования;  $T$  — норма выработки в единицах продукции в смену.

<sup>5</sup> Там же.

Таблица 4

Характеристики колесотокарного станка UGE300/400N в сравнении с применяемыми моделями

Table 4

Comparison of the UGE300/400N wheel lathe with used models

| Характеристики                                                                               | Применяемая модель станка |                     |               |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------|--------------|
|                                                                                              | КЖ-20                     | А-41                | ТК950Ф3       | ТК2500       |
| Производительность по съему материала за один проход при одинаковой площади режущей пластины | Фрезеровка профиля        | Выше на 300%        | Выше на 40%   | Выше на 70%  |
| Работа двумя суппортами параллельно                                                          | В наличии                 | Нет                 | В наличии     | В наличии    |
| Привод вращения КП                                                                           | Независимый               | От локомотива       | Независимый   | Независимый  |
| Производительность обточки КП по результатам хронометражных измерений, ч (в один проход)     | Выше на 200 %             | Выше на 150 %       | Выше на 112 % | Выше на 70 % |
| Увеличение общей мощности станка, %                                                          | На 5 %                    | Увеличение на 200 % | На 10 %       | На 200 %     |
| Увеличение стоимости станка, %                                                               | Снят с производства       | Снят с производства | На 53 %       | На 77 %      |

Таблица 5

Характеристики колесообточных станков с выкаткой КП

Table 5

Characteristics of wheel rolling machines with wheel pair rolling out

| Характеристики                                                                                                              | Производитель         |                |                       |                       |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                                                                                                             | КЗТС                  | ООО «ТехСтрой» | Rafamet               |                       |                       |
|                                                                                                                             | КЗТС1836М             | ТС912Ф3        | UBF112N(В)            | UDA125N               | UFD140N               |
| Минимальный обрабатываемый диаметр, мм                                                                                      | 840                   | 700            | 700                   | 660                   | 540                   |
| Максимальный обрабатываемый диаметр, мм                                                                                     | 1250                  | 1250           | 1250                  | 1250                  | 1250                  |
| Максимальная масса колесной пары, кг                                                                                        | 4000                  | 5000           | 3000                  | 4500                  | 5000                  |
| Сечение стружки, мм <sup>2</sup>                                                                                            | 2×4                   | 2×10           | 2×10                  | 2×12                  | 2×18                  |
| Скорость резания, м/мин                                                                                                     | 80                    | 90             | 60–90                 | 60–90                 | 60–90                 |
| Точность обработки профиля, мм                                                                                              | 0,2–0,3               | 0,1            | 0,1                   | 0,1                   | 0,1                   |
| Непостоянство диаметра после обточки, мм                                                                                    | 0,2–0,3               | 0,2            | 0,15                  | 0,15                  | 0,15                  |
| Работа двумя суппортами параллельно                                                                                         | Да                    | Да             | Да                    | Да                    | Да                    |
| Мощность общая, кВт                                                                                                         | 90                    | 70             | 80                    | 100                   | 110                   |
| Производительность обточки КП по результатам хронометражных измерений, ч (в два прохода)<br>* данные от завода-изготовителя | 1,25                  | 1,43           | 0,41*                 | 0,41*                 | 0,41*                 |
| Изготовление станины станка                                                                                                 | Цельнолитая, чугунная | Сварная        | Цельнолитая, чугунная | Цельнолитая, чугунная | Цельнолитая, чугунная |
| Стоимость станка, млн руб.                                                                                                  | Снят с производства   | 50             | 88,2                  | 110,9                 | 140,1                 |

Оборудование колесного цеха специализировано, т. е. на каждом станке, как правило, выполняются определенные технологические операции. Загрузка каждой единицы (или группы одноименных) оборудования колесного цеха определяется по следующей формуле:

$$K = \frac{\left(\frac{N_1}{T_1}\right) + \left(\frac{N_2}{T_2}\right) + \dots + \left(\frac{N_n}{T_n}\right)}{\Pi \cdot 2 \cdot 251 \cdot K_{06}}, \quad (2)$$

где  $N_1, N_2 \dots N_n$  — количество отдельных элементов или КП в сборе, шт., которые необходимо обработать на данной единице (или группе единиц) оборудования в год для обеспечения годовой программы цеха;  $T_1, T_2 \dots T_n$  — прогрессивные нормы съема в смену каждого вида продукции с данного оборудования в единицах продукции.

В результате анализа данных (табл. 8) выявлены узкие места по СЛД Ачинск, Нижнеудинское, Улан-Удэнское, эксплуатирующим станки А-41, и по СЛД

Карасук, Лиски, Тюмень, эксплуатирующим станки КЖ-20, с превышением 100%-й загрузки (при переводе на 11-часовой рабочий день загрузка составляет 75 %), что не обеспечивает требуемую производительность.

Помимо устранения узких мест в эксплуатации имеющихся станков другим путем уменьшения издержек на обточку КП является разработка мобильных станков упрощенной конструкции, с возможностью изготовления и сборки на базе СЛД напрямую. На сегодняшний день отечественной и зарубежной промышленностью выпускаются различные модели мобильных станков, ранее рассмотренных в работе [11]. Необходимо отметить, что на многих моделях подобных станков подача осуществляется оператором вручную. Поскольку поверхность катания КП имеет сложную геометрию, ручной подачей трудно или вовсе невозможно точно выдержать заданные

размеры, поэтому целесообразно использовать технологии числового программного управления (ЧПУ).

Одним из основных факторов, влияющих на конструкцию мобильного колесотокарного станка, являются габариты нижней части подвижного состава и расположение тормозной рычажной передачи. Так, ранее представленная в работе [11] конструкция станка для обточки КП электровозов серии ВЛ80 всех индексов не предусматривала ограниченного пространства по высоте. Предлагался продольный суппорт, оснащенный шарико-винтовой передачей (ШВП) для перемещения на всю длину пролета между рельсами, однако ШВП повышенной длины дороги и сложны в изготовлении. Важно также учитывать попадание стружки, пыли и грязи на винт и каретку ШВП, что повышает требования к эксплуатации станка.

Таблица 6

Характеристики колесотокарного станка UDA125N в сравнении с применяемыми моделями

Table 6

Comparison of the UDA125N wheel lathe with used models

| Характеристики                                                                               | Применяемая модель станка |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|
|                                                                                              | КЗТС1836М                 | ТС912Ф3       |
| Производительность по съему материала за один проход при одинаковой площади режущей пластины | Выше на 200 %             | Выше на 250 % |
| Работа двумя суппортами параллельно                                                          | В наличии                 | В наличии     |
| Производительность обточки КП по результатам хронометражных измерений, ч (в два прохода)     | Выше на 200 %             | Выше на 20 %  |
| Увеличение общей мощности станка, %                                                          | На 10 %                   | На 30 %       |
| Увеличение стоимости станка, %                                                               | Снят с производства       | На 121 %      |

Таблица 7

Сравнительные данные о трудоемкости обточки КП

Table 7

Comparison of the labour intensity of wheel pair turning

| Модель                      | Тип          | Средняя трудоемкость обточки одной КП, ч (по данным АСУ СГ) | По результатам хронометражных испытаний |                      |                              |                               |
|-----------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                             |              |                                                             | Вспомогательная операция, ч             | Токарная операция, ч | Подготовительная операция, ч | Общая трудоемкость обточки, ч |
| А-41                        | Подрельсовый | 2,10                                                        | 1,44                                    | 1,04                 | 0,11                         | 2,6                           |
| КЖ-20                       | Подрельсовый | 2,00                                                        | 0,53                                    | 1,23                 | 0,45                         | 2,2                           |
| КЗТС1836М                   | С выкаткой   | 1,75                                                        | 0,20                                    | 1,25                 | 0,12                         | 1,57                          |
| ТК2500                      | Подрельсовый | 0,40                                                        | 0,56                                    | 0,70                 | 0,23                         | 1,50                          |
| ТК950Ф3                     | Подрельсовый | 1,80                                                        | 0,20                                    | 0,87                 | 0,07                         | 1,14                          |
| ТС912Ф3                     | С выкаткой   | 1,94                                                        | 0,20                                    | 1,43                 | 0,26                         | 1,90                          |
| Станки производства Rafamet |              |                                                             |                                         |                      |                              |                               |
| UBF112N                     | С выкаткой   | —                                                           | 0,05*                                   | 0,41*                | 0,03*                        | 0,49*                         |
| UDA125N                     | С выкаткой   | —                                                           |                                         |                      |                              |                               |
| UFD140                      | С выкаткой   | —                                                           |                                         |                      |                              |                               |
| UGE300/400N                 | Подрельсовый | —                                                           | 0,14*                                   |                      | 0,31*                        | 0,87*                         |

\*Данные предоставлены заводом-изготовителем

Таблица 8

Данные о загрузке подрельсовых станков 1950–1990 гг. выпуска

Table 8

## Utilisation of under-rail lathes of 1950–1990 production years

| Управление по железной дороге | СЛД ООО «ЛокоТех-Сервис»                | Станок  | Год выпуска | Среднегодовое количество обточек | Трудоемкость обточки, ч (хронометраж) | Загрузка станка при 8-часовом рабочем дне (247 раб. дней), % | Загрузка станка при 11-часовом рабочем дне (365 раб. дней), % |
|-------------------------------|-----------------------------------------|---------|-------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Забайкальское                 | Раздольное                              | А-41    | 1988        | 741                              | 2,6                                   | 97,5                                                         | 48                                                            |
| Октябрьское                   | Кемское                                 | А-41    | 1984        | 204                              | 2,6                                   | 26,8                                                         | 13,2                                                          |
|                               | Санкт-Петербург                         | КЖ-20   | 1988        | 245                              | 2,2                                   | 27,3                                                         | 13,4                                                          |
|                               | Санкт-Петербург-Сортировочный-Витебский | КЖ-20   | 1985        | 502                              | 2,2                                   | 55,9                                                         | 27,5                                                          |
|                               |                                         | А-41    | 1974        | 5 (неисправен)                   | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
| Западно-Сибирское             | Барнаул                                 | А-41    | 1966        | 50                               | 2,6                                   | 6,6                                                          | 3,2                                                           |
|                               | Барнаул (СО Кулунда)                    | А-41    | 1958        | 0 (неисправен)                   | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
|                               | ПТОЛ Новосибирск-Главный                | А-41    | 1965        | 0 (неисправен)                   | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
|                               | Карасук                                 | КЖ-20   | 1980        | 1485                             | 2,2                                   | 165,3                                                        | 81,4                                                          |
|                               | Топки                                   | А-41    | 1957        | 0 (консервация)                  | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
| Юго-Восточное                 | Россошь                                 | КЖ-20   | 1964        | 73                               | 2,2                                   | 8,1                                                          | 4                                                             |
|                               | Лиски                                   | КЖ-20   | 1979        | 1500                             | 2,2                                   | 167                                                          | 82,2                                                          |
| Северо-Кавказское             | Батайск                                 | А-41    | 1960        | 70                               | 2,6                                   | 9,2                                                          | 4,5                                                           |
|                               |                                         | КЖ-20   | 1972        | 1250                             | 2,2                                   | 139,2                                                        | 68,5                                                          |
|                               | Морозовская                             | А-41    | 1981        | 480                              | 2,6                                   | 63,2                                                         | 31,1                                                          |
|                               | Минеральные Воды-Грузовое               | КЖ-20   | 1978        | 274                              | 2,2                                   | 30,5                                                         | 15                                                            |
|                               | Сальск-Грузовое                         | А-41    | 1981        | 235                              | 2,6                                   | 30,9                                                         | 15,2                                                          |
|                               | Гудермес-Грозненский                    | КЖ-20   | 1965        | 300                              | 2,2                                   | 33,4                                                         | 16,4                                                          |
|                               | Дербент-Махачкалинский                  | А-41    | 1982        | 240                              | 2,6                                   | 31,6                                                         | 15,5                                                          |
|                               | Красноярск                              | UGB150N | 1982        | 0 (неисправен)                   | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
| Красноярское                  | Ачинск                                  | А-41    | 1983        | 2124                             | 2,6                                   | 279,5                                                        | 137,5                                                         |
|                               | Боготол-Сибирский                       | А-41    | 1962        | 1020                             | 2,6                                   | 134,2                                                        | 66,1                                                          |
|                               | Абакан                                  | А-41    | 1989        | 99                               | 2,6                                   | 13                                                           | 6,4                                                           |
|                               | Канск-Иланский                          | А-41    | 1960        | 100                              | 2,6                                   | 13,2                                                         | 6,5                                                           |
|                               | Красноярск                              | UGB150N | 1982        | 0 (неисправен)                   | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
| Восточно-Сибирское            | Братское                                | А-41    | 1984        | 571                              | 2,6                                   | 75,1                                                         | 37                                                            |
|                               | Зиминское                               | А-41    | 1961        | 24                               | 2,6                                   | 3,2                                                          | 1,6                                                           |
|                               | Иркутское                               | А-41    | 1980        | 861                              | 2,6                                   | 113,3                                                        | 55,8                                                          |
|                               |                                         | А-41    | 1980        | 836                              | 2,6                                   | 110                                                          | 54,1                                                          |
|                               | Нижнеудинское                           | А-41    | 1961        | 2500                             | 2,6                                   | 328,9                                                        | 161,9                                                         |
|                               | СО Лена                                 | А-41    | 1980        | 2                                | 2,6                                   | 0,3                                                          | 0,1                                                           |
|                               | Новая Чара                              | А-41    | 1980        | 300                              | 2,6                                   | 39,5                                                         | 19,4                                                          |
|                               | Улан-Удэнское                           | А-41    | 1971        | 1200                             | 2,6                                   | 157,9                                                        | 77,7                                                          |
|                               |                                         | А-41    | 1980        | 1200                             | 2,6                                   | 157,9                                                        | 77,7                                                          |
| Свердловское                  | Серов                                   | А-41    | 1979        | 0 (неисправен)                   | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
|                               | Тюмень                                  | КЖ-20   | 1981        | 1521                             | 2,2                                   | 169,3                                                        | 83,3                                                          |
|                               | Югра                                    | КЖ-20   | 1987        | 471                              | 2,2                                   | 52,4                                                         | 25,8                                                          |

Окончание табл. 8

End of Table 8

| Управление по железной дороге | СЛД ООО «ЛокоТех-Сервис» | Станок | Год выпуска | Среднегодовое количество обточек | Трудоемкость обточки, ч (хронометраж) | Загрузка станка при 8-часовом рабочем дне (247 раб. дней), % | Загрузка станка при 11-часовом рабочем дне (365 раб. дней), % |
|-------------------------------|--------------------------|--------|-------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Московское                    | Москва-Сортировочная     | КЖ-20  | 1959        | 0 (неисправен)                   | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
|                               |                          | КЖ-20  | 1977        | 121 (в КР)                       | 2,2                                   | 0                                                            | 0                                                             |
|                               | Смоленск                 | КЖ-20  | 1986        | 126                              | 2,2                                   | 14                                                           | 6,9                                                           |
|                               | Унеча                    | КЖ-20  | 1978        | 29                               | 2,2                                   | 3,2                                                          | 1,6                                                           |
|                               | Брянск-Льговский         | КЖ-20  | 1973        | 1120                             | 2,2                                   | 124,7                                                        | 61,4                                                          |
|                               |                          | КЖ-20  | 1987        | 0 (неисправен)                   | 0                                     | 0                                                            | 0                                                             |
| Приволжское                   | Астраханское             | КЖ-20  | 1984        | 593                              | 2,2                                   | 66                                                           | 32,5                                                          |
|                               | Волгоград                | КЖ-20  | 1970        | 720                              | 2,2                                   | 80,2                                                         | 39,5                                                          |
|                               | Саратов                  | КЖ-20  | 1974        | 350                              | 2,2                                   | 39                                                           | 19,2                                                          |
| Дальнево-сточное              | Амурское                 | А-41   | 1971        | 300                              | 2,6                                   | 39,5                                                         | 19,4                                                          |
|                               | Приморское               | А-41   | 1990        | 346                              | 2,6                                   | 45,5                                                         | 22,4                                                          |
|                               | Сибирцево (СО Ружино)    | КЖ-20  | 1984        | 280                              | 2,2                                   | 31,2                                                         | 15,3                                                          |
| Северное                      | Няндом-Северная          | КЖ-20  | 1971        | 290                              | 2,2                                   | 32,3                                                         | 15,9                                                          |
|                               | Сольвычегодск            | КЖ-20  | 1989        | 300                              | 2,2                                   | 33,4                                                         | 16,4                                                          |
| Горьковское                   | Муром-Восточный          | КЖ-20  | 1986        | 80                               | 2,2                                   | 8,9                                                          | 4,4                                                           |
|                               | Лянгасово-Западный       | КЖ-20  | 1989        | 272                              | 2,2                                   | 30,3                                                         | 14,9                                                          |
|                               | СО Зуевка                | КЖ-20  | 1983        | 66                               | 2,2                                   | 7,3                                                          | 3,6                                                           |
|                               | Красноуфимск-Уральский   | КЖ-20  | 1979        | 1350                             | 2,2                                   | 150,3                                                        | 74                                                            |
|                               | Юдино-Казанский          | КЖ-20  | 1978        | 700                              | 2,2                                   | 77,9                                                         | 38,4                                                          |
|                               | Горький-Центральный      | КЖ-20  | 1981        | 388                              | 2,2                                   | 43,2                                                         | 21,3                                                          |

Превышение нормативной загрузки станка при 8-часовом рабочем дне.

Превышение нормативной загрузки станка при 11-часовом рабочем дне, потребность в замене станка.

СО — сервисное отделение.

Проведя расчет оптимальных режимов резания с использованием ПО CoroPlus ToolGuide, заметим, что подача на оборот  $s = 0,69$  мм/об, скорость резания  $v = 212$  м/мин, скорость вращения колесной пары 54 об/мин. Рассчитав по полученным данным силы резания, получим  $P_z = 970$  Н,  $P_y = 320$  Н,  $P_x = 470$  Н. Схожие результаты приведены в работе [12]. Крутящий момент, необходимый для преодоления сил резания, составит 5 Н·м. Для плавной работы ШВП с рассчитанными ранее нагрузками предлагается использовать шаговый электродвигатель с планетарным соосным редуктором. Редуктор позволит использовать шаговый двигатель с крутящим моментом 2 Н·м и 10 Н·м момента на выходе, что уменьшит себестоимость станка [13].

Предлагаемая конструкция мобильного станка с ЧПУ (рис. 5) для обточки бандажей КП состоит из продольного 3 и поперечного 4 приобретаемых суппортов с разной длиной хода (100 мм для поперечного

и 300 мм для продольного). В качестве рамы для станка используются неравнобокие уголки 6 длиной, большей пролета между рельсами. Данная конструкция позволяет последовательно обрабатывать оба колеса. Обточив один бандаж 9, спарку суппортов необходимо вручную переместить к другому бандажу по профильным направляющим 7, закрепленным на раме. Перемещение выполняется до упора 5, после чего спарка фиксируется. Каретки направляющих 8 крепятся к пластинам 11 с проставками 12, установленными вдоль продольного суппорта. Закрепление станка на рельсах производится двумя болтами 1, упирающимися в один рельс, за второй рельс зацеплен базирующий уголок 2 (рис. 6) [14].

Расшивка производственных ограничений при эксплуатации станков по обточке колесных пар производится при использовании следующих мероприятий:

- внедрение многозадачных станков, которые могут выполнять несколько операций последовательно,

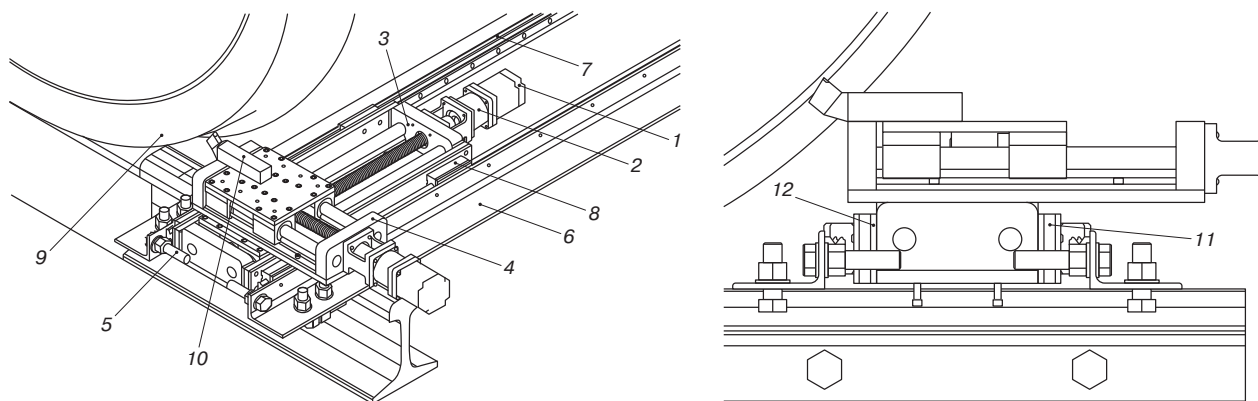


Рис. 5. Общий вид станка с ЧПУ для обточки КП [14]:

1 — шаговый электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — продольный суппорт; 4 — поперечный суппорт; 5 — упор; 6 — рама; 7 — направляющая; 8 — каретка; 9 — бандаж; 10 — резец; 11 — пластина; 12 — проставка

Fig. 5. General view of the numerically controlled machine for wheel pair turning [14]:

1 — stepping motor; 2 — gearbox; 3 — longitudinal support; 4 — transverse support; 5 — stopper; 6 — frame; 7 — guide; 8 — carriage; 9 — band; 10 — cutter; 11 — plate; 12 — spacer

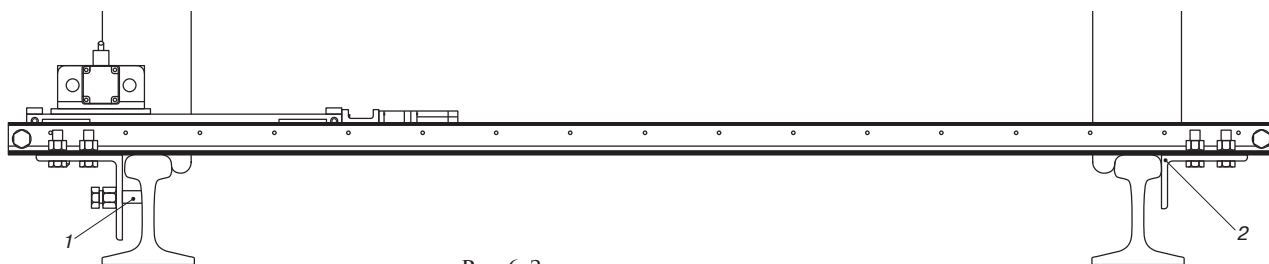


Рис. 6. Закрепление станка на рельсах:

1 — крепежные болты; 2 — базирующий уголок

Fig. 6. Fastening of the machine to the rails:

1 — fixing bolts; 2 — base corner

уменьшая время на транспортировку деталей между станками;

- применение различных систем охлаждения и фильтрации стружки для поддержания рабочих температур и чистоты рабочих зон, что также может положительно сказаться на сроках обработки;

- проведение мониторинга и анализа производительности. Регулярный анализ данных о времени обработки поможет выявить узкие места в процессе и оптимизировать его, перераспределяя станки из одного депо в другое.

**Обсуждение и заключение.** Уход таких зарубежных станкостроительных компаний, как Rafamet, с российского рынка в 2022 г. привел к тому, что спрос на отечественные станки в данной отрасли значительно вырос. Однако на сегодняшний день отечественные колесообточники по техническим характеристикам уступают иностранным по производительности — например, UGE300/400N.

Проведенный анализ состояния парка колесотокарных станков в СЛД ООО «ЛокоТех-Сервис» показал, что 57 станков имеют срок службы 30 лет и более, при этом 9 из них полностью неработоспособны. Значительная

часть станочного парка составляют станки типа КЖ-20 и А-41 в равных количествах, устаревшие технически и морально. Узкие места, выявленные в СЛД после анализа загрузки подрельсовых станков 1950–1990 гг. выпуска, являются серьезной проблемой и отмечены в СЛД Ачинск, Нижнеудинское, Улан-Удэнское, Карасук, Лиски, Тюмень, где станки эксплуатируются с перегрузкой более 100 % по сравнению с требуемой (свыше 75 % при условии 11-часового рабочего дня). Несоответствия в загрузке станков приводят к простоем локомотивов в ожидании обточки на ТО-4 или на неплановых ремонтах.

Для решения проблемы узких мест в обточке КП локомотивов необходимо выполнить:

1. Разработку отечественного колесообточного оборудования нового поколения с применением реверс-инжиниринга конструкций и программного обеспечения зарубежных станков, таких как UGE300/400N, имеющих повышенные характеристики жесткости и стабильности при загрузке. При этом некоторые зарубежные модели имеют преимущества в системах ЧПУ и повышенном качестве обработки, тогда как отечественные могут быть более адаптированы к специфике российских условий эксплуатации.

2. Дооснащение существующего оборудования, в том числе путем разработки и изготовления ремонтными организациями (с привлечением научно-производственных организаций) собственных станков, включая мобильные колесотокарные профильной конструкции. Внедрение мобильных станков собственного изготовления позволит оперативно устранять поверхностные дефекты КП локомотива на ТО-2 вместо использования стационарного колесообточного оборудования на ТО-4 и повышения его загрузки.

3. Организацию рабочего процесса: введение единого стандарта для всех этапов работы с КП, включая очистку, проверку, обточку и контроль качества. Это позволит снизить время на переключение между этапами.

4. Обучение и повышение квалификации персонала: организацию тренингов для сотрудников на тему эффективного использования оборудования, понимания методов работы с современным инструментом.

**Благодарности:** авторы выражают благодарность рецензентам за полезные замечания, способствовавшие улучшению статьи.

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude to the reviewers for their constructive comments, improving the quality of the article.

**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 ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Бисерикан М. И., Иванова Ю. А., Иванов В. В. Совершенствование технологии обточки колес подвижного состава с усталостными дефектами // Омский научный вестник. 2012. № 2 (110). С. 120–125. EDN: <https://elibrary.ru/pbgnhf>.
- Biserikan M. I., Ivanova Yu. A., Ivanov V. V. Improvement of technology of turning of rolling stock wheels with fatigue defects. *Omskiy nauchnyy vestnik*. 2012;(2):120–125. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/pbgnhf>.
- Корольков Е. П., Коржин С. Н., Козлов М. П. Семь аргументов за переточку и внедрение колес с криволинейным профилем // Наука и техника транспорта. 2018. № 3. С. 29–33. EDN: <https://elibrary.ru/uyrhvu>.
- Korol'kov E. P., Korzhin S. N., Kozlov M. P. Seven arguments for regrinding and curved profile wheels. *Science and technology in transport*. 2018;(3):29–33. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/uyrhvu>.
- Влияние структуры и механических характеристик колесных стальных на изнашивание и режимы восстановления профиля колесных пар: монография / В. С. Кушнер и др.; под ред. И. А. Иванова, В. С. Кушнера; Минобрнауки России, ОмГТУ. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. 224 с. EDN: <https://www.elibrary.ru/vcbhmv>.
- Kushner V. S., Krut'ko A. A., Vorob'yev A. A., Gubenko S. I., Ivanov I. A., Kerentsev D. E. *Influence of the structure and mechanical*

*properties of wheel steels on wear and modes of wheel pair profile restoration: monograph*. Omsk: Omsk State Technical University Publ.; 2015. 224 p. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/vcbhmv>.

4. Тютин В. И. Шаблоны для измерения геометрических параметров колес // Локомотив. 1998. № 9. С. 29–30.

Tyutin V. I. Templates for measuring wheel geometries. *Locomotive*. 1998;(9):29–30. (In Russ.).

5. Афанасьев А. А. Промышленная политика России по достижению технологического суверенитета: теоретико-методологические основы и практические аспекты. М.: Первое экономическое издательство, 2023. 204 с. EDN: <https://elibrary.ru/cytckm>.

Afanasyev A. A. *Industrial policy of Russia to achieve technological sovereignty: theoretical and methodological foundations and practical aspects*. Moscow: First Economic Publ.; 2023. 204 p. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/cytckm>.

6. Афанасьев А. А. Об оценке влияния международных санкций на условия функционирования отечественной промышленности // Экономические отношения. 2022. № 2. С. 179–194. <https://doi.org/10.18334/eo.12.2.114858>.

Afanasyev A. A. Concerning the assessment of the impact of international sanctions on Russian industry. *Journal of International Economic Affairs*. 2022;(2):179–194. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/eo.12.2.114858>.

7. Формирование научно обоснованных требований к инновационному подвижному составу в части надежности / О. Н. Назаров [и др.] // Техника железных дорог. 2018. № 3. С. 40–48. EDN: <https://elibrary.ru/xvviyp>.

Nazarov O. N., Babkov Yu. V., Belova E. E., Perminov V. A. Formation of scientifically based requirements for innovative rolling stock in terms of reliability. *Railway Equipment*. 2018(3):40–48. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/xvviyp>.

8. Лакин И. И., Пустовой И. В. Как повысить коэффициент технической готовности локомотивов // Локомотив. 2016. № 11. С. 26–27. EDN: <https://elibrary.ru/wwyoyd>.

Lakin I. I., Pustovoy I. V. How to improve the technical availability of locomotives. *Locomotive*. 2016;(11):26–27. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/wwyoyd>.

9. Филимонов С. В. Оптимальная обточка бандажей как способ повышения их ресурса // Вестник МИИТа. 2003. № 9. С. 79–82.

Filimonov S. V. Optimal band turning as a way to increase service life. *Vestnik MIITa*. 2003;(9):79–82. (In Russ.).

10. Воротилкин А. В. Повышение эффективности локомотивного и вагонного хозяйств // Железнодорожный транспорт. 2011. № 2. С. 24–27. EDN: <https://elibrary.ru/nuefzh>.

Vorotilkin A. V. Improving the efficiency of locomotive and carriage facilities. *Zhelezнодороzhnyy transport*. 2011;(2):24–27. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/nuefzh>.

11. Куликовский М. Ю., Шапошников А. М. Разработка конструкции мобильного станка с ЧПУ для обточки бандажей (колес) колесных пар // Семьдесят третья Всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием, Ярославль, 20 апреля 2020 г.: сб. материалов конф.: в 2 ч. Ярославль: Издательство ЯГТУ, 2020. Ч. 2. С. 159–163. EDN: <https://www.elibrary.ru/phccjj>.

Kulikovsky M. Yu., Shaposhnikov A. M. Development of mobile CNC machine design for turning of wheel pair bands (wheels). In: *The Seventy Third Russian National Scientific and Technical Conference of students, undergraduates and postgraduates of higher educational institutions with international participation, 20 April 2020, Yaroslavl: Conf. Proceedings. 2 parts*. Yaroslavl: YSTU Publ.; 2020. Part 2. p. 159–163. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/phccjj>.

12. Богданов А. Ф., Иванов И. А., Терехов П. М. Восстановление профиля поверхности катания колесных пар без выкатки // Бюллетень результатов научных исследований / ПГУПС. 2014. № 1 (10). С. 58–68. EDN: <https://elibrary.ru/sevted>.

Bogdanov A. F., Ivanov I. A., Terekhov P. M. Reprofileing the wheel pair tread surfaces without removing. *Bulletin of scientific research results*. 2014;(1):58–68. (In Russ.). <https://elibrary.ru/sevted>.

13. Куликовский М. Ю., Петрова Д. П., Шапошников А. М. Мобильный станок для обточки бандажей (колес) колесных пар // История и перспективы развития транспорта на севере России. 2020. № 1. С. 82–86. EDN: <https://www.elibrary.ru/gokyko>.

Kulikovskiy M. Yu., Petrova D. P., Shaposhnikov A. M. Mobile machine for turning wheel pair bands (wheels). *Istoriya i perspektivy razvitiya transporta na severe Rossii*. 2020;(1):82-86. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/gokyko>.

14. Мобильный колесотокарный станок с ЧПУ для последовательной обточки колесных пар локомотивов / М. Ю. Куликовский [и др.] // Семьдесят четвертая Всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием, Ярославль, 21 апреля 2021 г.: сб. материалов конф.: в 2 ч. Ярославль: Издательство ЯГТУ, 2021. Ч. 2. С. 48–52. EDN: <https://www.elibrary.ru/boswmh>.

Kulikovskiy M. Yu., Shaposhnikov A. M., Eliseykin E. I., Rafikov R. H. Mobile cnc lathe for sequential turning of locomotive wheelsets. In: *The Seventy Fourth Russian National Scientific and Technical Conference of students, undergraduates and postgraduates of higher educational institutions with international participation, 21 April 2021, Yaroslavl: Conf. Proceedings. 2 parts*. Yaroslavl: YSTU Publ.; 2021. Part 2. p. 48–52. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/boswmh>.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### Рафик Хайдарович РАФИКОВ,

канд. техн. наук, начальник отдела транспортного машиностроения, Инновационный инжиниринговый центр (121059, г. Москва, ул. Брянская, д. 5), Author ID: 792534, <https://orcid.org/0000-0003-3577-3401>

### Андрей Сергеевич ШИНКАРУК,

канд. техн. наук, главный ревизор по безопасности движения, Федеральная пассажирская компания (ФПК, 107078, г. Москва, ул. Маши Порываевой, д. 34), Author ID: 1209386, <https://orcid.org/0000-0001-8462-8265>

### Евгений Игоревич ЕЛИСЕЙКИН,

аспирант, Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ, 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10); руководитель проектов транспортного машиностроения, Инновационный инжиниринговый центр (121059, г. Москва, ул. Брянская, д. 5), Author ID: 1147151

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### Rafik H. RAFIKOV,

Cand. Sci. (Eng.), Transport Engineering Manager, Innovative Engineering Centre (121059, Moscow, 5, Bryanskaya St.), Author ID: 792534, <https://orcid.org/0000-0003-3577-3401>

### Andrey S. SHINKARUK,

Cand. Sci. (Eng.), Chief Traffic Safety Auditor, Federal Passenger Company (107078, Moscow, 34, Mashy Poryvayevoy St.), Author ID: 1209386, <https://orcid.org/0000-0001-8462-8265>

### Evgeniy I. ELISEYKIN,

Postgraduate, Railway Research Institute (129626, Moscow, 10, 3rd Mytishchinskaya St.); Transport Engineering Project Manager, Innovative Engineering Centre (121059, Moscow, 5, Bryanskaya St.), Author ID: 1147151

## ВКЛАД АВТОРОВ

**Рафик Хайдарович РАФИКОВ.** Разработка методологии, проведение экспериментов и анализ полученных данных, написание статьи (40%).

**Андрей Сергеевич ШИНКАРУК.** Анализ отечественных и зарубежных моделей колесообрабатывающих станков, участие в написании статьи (35%).

**Евгений Игоревич ЕЛИСЕЙКИН.** Подготовка раздела «Обсуждение и заключение», а также рекомендаций по устранению выявленных узких мест в обточке колесных пар локомотива (25%).

## CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

**Rafik H. RAFIKOV.** Methodology development, experiments and data analysis, article writing (40%).

**Andrey S. SHINKARUK.** Analysis of domestic and foreign wheel processing machines, contributions to the article (35%).

**Evgeniy I. ELISEYKIN.** Preparation of the Discussion and Conclusion section, and guidelines to address identified bottlenecks in locomotive wheel pair turning (25%).

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

*The authors have read and approved the final manuscript.*

Статья поступила в редакцию 21.04.2024, рецензия от первого рецензента получена 12.05.2024, рецензия от второго рецензента получена 27.07.2024, рецензия от третьего рецензента получена 01.11.2024, принята к публикации 14.11.2024.

The article was submitted 21.04.2024, first review received 12.05.2024, second review received 27.07.2024, third review received 01.11.2024, accepted for publication 14.11.2024.

## АО «ВНИИЖТ»

Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта



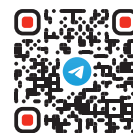
Сайт ВНИИЖТ

Узнать больше о научных проектах ВНИИЖТ можно на нашем сайте

Подписывайтесь на ВНИИЖТ в социальных сетях, чтобы быть в курсе актуальных новостей о жизни института



ВК ВНИИЖТ



ТГ ВНИИЖТ