



УДК 669.539.382:669.17

DOI 10.17073/0368-0797-2025-1-40-43



Краткое сообщение
Short report

АНТОЛОГИЯ РЕЛЬСОВ ПРОИЗВОДСТВА «ЕВРАЗ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ» XXI ВЕКА

В. Е. Громов¹, С. В. Коновалов¹, Е. В. Полевой²

¹ Сибирский государственный индустриальный университет (Россия, 654007, Кемеровская обл. – Кузбасс, Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

² АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (Россия, 654043, Кемеровская обл. – Кузбасс, Новокузнецк, шоссе Космическое, 16)

✉ gromov@physics.sibsiu.ru

Аннотация. АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» является основным производителем рельсов в Российской Федерации. В работе прослежена эволюция рельсового сортамента комбината за последнюю четверть века. Выполнен краткий обзор публикаций по современным представлениям формирования структурно-фазовых состояний, дефектной субструктуры и свойств объемно и дифференцированно закаленных доэвтектоидных, заэвтектоидных и бейнитных рельсов при производстве и последующей длительной эксплуатации. Срок службы рельсов определяют многие факторы: чистота металла, структура, фазовый состав, условия эксплуатации, технология термообработки и др. Особое внимание уделено новому виду рельсовой продукции – рельсам категории ДТ400ИК повышенной износостойкости и контактной выносливости из заэвтектоидной стали, предназначенных для эксплуатации в сложных условиях. Рассмотрены перспективные направления расширения рельсового сортамента.

Ключевые слова: рельсы, объемная закалка, дифференцированная закалка, структура, свойства, эксплуатация

Для цитирования: Громов В.Е., Коновалов С.В., Полевой Е.В. Антология рельсов производства «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» XXI века. *Известия вузов. Черная металлургия*. 2025;68(1):40–43.
<https://doi.org/10.17073/0368-0797-2025-1-40-43>

ANTHOLOGY OF RAILS PRODUCED BY JSC EVRAZ UNITED WEST SIBERIAN METALLURGICAL PLANT IN THE 21ST CENTURY

V. E. Gromov¹, S. V. Konovalov¹, E. V. Polevoi²

¹ Siberian State Industrial University (42 Kirova Str., Novokuznetsk, Kemerovo Region – Kuzbass 654007, Russian Federation)

² JSC EVRAZ United West Siberian Metallurgical Plant (16 Kosmicheskoe Route, Novokuznetsk, Kemerovo Region – Kuzbass 654043, Russian Federation)

✉ gromov@physics.sibsiu.ru

Abstract. JSC EVRAZ United West Siberian Metallurgical Plant is the main manufacturer of rails in the Russian Federation. The work traces the evolution of the plant's rail assortment over the past quarter century. A brief review of publications on modern concepts of the formation of structural and phase states of defective substructure and properties of volumetrically and differentially hardened pre-eutectoid, trans-eutectoid and bainite rails during production and subsequent long-term operation was performed. The service life of rails is determined by many factors: metal purity, structure, phase composition, operating conditions, heat treatment technology, etc. Special attention is paid to a new type of rail products – rails of the DT400IK category with increased wear resistance and contact endurance made of eutectoid steel, designed for use in difficult conditions. The paper considers the promising areas of rail assortment expansion.

Keywords: rails, volumetric quenching, differential quenching, structure, properties, operation

For citation: Gromov V.E., Konovalov S.V., Polevoi E.V. Anthology of rails produced by JSC EVRAZ United West Siberian Metallurgical Plant in the 21st century. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2025;68(1):40–43. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2025-1-40-43>

В настоящее время на долю железных дорог в мире приходится до 85 % грузооборота и более 50 % пассажирских перевозок. В последнее время наблюдается значительное увеличение интенсивности перевозок железнодорожным транспортом и грузонапряженности, что требует высокой эксплуатационной стойкости рельсов. Для решения этих проблем используются технологии объемной и дифференцированной закалки 100-метровых рельсов, производство которых в России начато в 2013 г. [1]. Процессы формирования и эволюции структурно-фазовых состояний и свойств поверхностных слоев рельсов при длительной эксплуатации представляют сложный комплекс взаимосвязанных научных и технических вопросов. Важность информации в этой области определяется глубиной понимания фундаментальных проблем металловедения и термической обработки, с одной стороны, и практической значимостью проблемы – с другой [2].

Анализ литературных данных [3 – 5] показывает, что срок службы рельсов определяется многими факторами: чистотой металла, структурой, фазовым составом, условиями эксплуатации, технологией термообработки и др. В рельсах при современных скоростях движения железнодорожных составов и высоких контактных давлениях уже при сравнительно небольшом пропущенном тоннаже в поверхностных слоях наблюдается сильное изменение структуры, отмечаются аномально высокая микротвердость и явление распада цементита. В процессе длительной эксплуатации в рельсах накапливаются многочисленные дефекты, индуцируются сегрегационные, релаксационные, гомогенизационные и рекристаллизационные процессы, фазовые переходы, что может сопровождаться ухудшением физико-механических свойств и являться причиной выхода рельсов из строя.

Анализ исследований по проблеме установления физических механизмов упрочнения и формирования структурно-фазовых состояний в рельсах при длительной эксплуатации позволяет констатировать, что эта проблема является одной из ключевых для металловедения, термической обработки и физики конденсированного состояния.

В 2018 г. на АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат («ЕВРАЗ ЗСМК»)» начато производство новых рельсов из заэвтектонидной стали категории ДТ 400ИК. Это рельсы повышенной износостойкости и контактной выносливости, предназначенные для эксплуатации на прямых участках железнодорожного пути со скоростями движения до 200 км/ч и на кривых участках железнодорожного пути без ограничений по грузонапряженности [6].

На «ЕВРАЗ ЗСМК» большое внимание уделяется исследованиям износостойкости рельсовой стали в условиях абразивного изнашивания [7] и при реализации условий трения качения на специализированном оборудовании, в том числе с целью реализации тре-

бований зарубежных потребителей. Изучено влияние структуры и химического состава на трибологические свойства при сопоставимом уровне механических свойств и твердости. По результатам проведенных исследований разработано новое поколение рельсов общего назначения более высокой категории твердости – ДТ370, которые обладают комплексом повышенных физико-механических и потребительских свойств.

В работе [8] прослежена эволюция представлений о формировании структуры и свойств рельсов разных структурных классов производства «ЕВРАЗ ЗСМК» при прокатке, термообработке и эксплуатации за последнюю четверть века. Методами современного физического материаловедения и, в первую очередь, просвечивающей электронной микроскопии проведен послойный анализ и установлены количественные параметры дислокационной субструктуры, внутренних полей напряжений и структурно-фазовых состояний, образовавшихся в головке рельсов по центральной оси и по выкружке при объемной и дифференцированной закалке и их эволюция при длительной эксплуатации. Проведено сравнение трибологических параметров рельсов после объемной и дифференцированной закалки и длительной эксплуатации. Выявлена физическая природа и определены количественные значения механизмов упрочнения металла рельсов в процессе длительной эксплуатации.

Определены возможности повышения усталостной долговечности рельсов магнито- и плазменным упрочнением и электронно-пучковой обработкой, проанализированы ресурсосберегающие технологии и режимы термической обработки и прокатки рельсов производства «ЕВРАЗ ЗСМК». Проведенные исследования кинетики превращения аустенита направлены на оптимизацию химического состава и режимов термической обработки рельсовых сталей, в том числе при производстве сварных стыковых соединений [9].

По-прежнему актуальной остается проблема производства рельсов из стали с бейнитной структурой. Проведенные исследования перспективных сталей бейнитного класса показали их преимущество по комплексу физико-механических свойств относительно рельсов традиционного перлитного класса. По результатам расчетного математического моделирования разработан новый профиль рельсов типа Р71 с увеличенной массой погонного метра для эксплуатации на тяжеловесных направлениях дорог Восточного полигона. Новые рельсы отвечают всем современным вызовам: увеличению пропускной способности железных дорог, грузонапряженности перевозок, надежности элементов верхнего строения пути. Рельсы типа Р71 – первый шаг для создания в России надежного малообслуживаемого пути в условиях тяжеловесного движения. Совместно с представителями ОАО «РЖД» проведена приемочная комиссия, разработаны и согласованы технические

условия. Полигонные испытания на экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» и получение сертификата рельсов запланированы на третий квартал 2025 г. [10].

Комбинат производит разные виды остряковых рельсов и постоянно расширяет линейку выпускаемой продукции. Получен сертификат на новый вид остряковых рельсов – ОР65 категории НТ320ВС. Это рельсы специального назначения повышенной прочности. Они также предназначены для изготовления конструкций верхнего строения пути на дорогах скоростного совместного и высокоскоростного движения.

Перспективными являются направления: прокат 800-метровых рельсовых плетей с дифференцированным упрочнением и улучшение механических свойств дифференцированно термоупрочненных рельсов путем введения модифицирующих добавок, в частности, редкоземельных металлов. Такие технологические решения сделают путь почти «беззвучным» и снизят расходы на поддержание его состояния.

В приложении к Стратегии развития металлургической промышленности РФ до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ в конце 2022 г., поставлена задача по «разработке и освоению технологии производства дифференцированно термоупрочненных по всей длине рельсовых плетей длиной 800 м с одинаковым уровнем свойств по всей длине, обеспечивающих наработку пропущенного тоннажа 2,5 млрд т брутто и рельсовых креплений с аналогичными ресурсными параметрами». Разработка таких рельсов начата на «ЕВРАЗ ЗСМК». Вполне возможно, что для выпуска на заводе плетей длиной 800 м будут применены рельсы тяжелого типа.

По мере развития и расширения железнодорожной инфраструктуры спрос на рельсовую продукцию активно увеличивается. С каждым годом возрастают скорость подвижного состава и его масса, а, следовательно, и грузонапряженность железных дорог. Рельсовый прокат «ЕВРАЗ ЗСМК» будет полностью соответствовать повышенным требованиям XXI века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Юрьев А.Б., Юнин Г.Н., Головатенко А.В., Дорофеев В.В., Полевой Е.В. Разработка и внедрение первой в России технологии производства дифференцированно-термоупрочненных рельсов с использованием тепла прокатного нагрева. *Сталь*. 2016;(11):33–35.
Yur'ev A.B., Yunin G.N., Golovatenko A.V., Dorofeev V.V., Polevoi E.V. Development and implementation of the first in Russia technology for the production of differentially heat-strengthened rails using the heat of rolling heating. *Stal'*. 2016;(11):33–35. (In Russ.).

2. Gromov V.E., Yuriev A.B., Morozov K.V., Ivanov Yu.F. Microstructure of Quenched Rails. Cambridge: CISP Ltd.; 2016:195.
3. Yuriev A.B., Gromov V.E., Ivanov Yu.F., Rubannikova Yu.A., Starostenkov M.D., Tabakov P.Y. Structure and Properties of Lengthy Rails after Extreme Long-Term Operation. Materials Research Society LLC USA; 2021:190.
4. Длинномерные рельсы: структура и свойства после сверхдлительной эксплуатации: Монография. Издание 2-е, доп. и переработанное / А.А. Юрьев, Р.В. Кузнецов, В.Е. Громов, Ю.Ф. Иванов, Ю.А. Шлярова. Новокузнецк: Полиграфист; 2022:311.
5. Электронная микроскопия рельсов из заэвтектоидной стали после эксплуатации / В.Е. Громов, С.А. Невский, М.А. Порфирьев, Р.Е. Крюков. Новокузнецк: Полиграфист; 2024:212.
6. Полевой Е.В., Юнин Г.Н., Головатенко А.В., Темлянцева М.В. Новейшие разработки рельсовой продукции в АО «ЕВРАЗ ЗСМК». *Сталь*. 2019;(7):55–58.
Polevoy E.V., Yunin G.N., Golovatenko A.V., Temlyantsev M.V. Recent developments of rail steel products at the “EVRAZ West Siberian Iron & Steel Works”. *Stal'*. 2019;(7):55–58. (In Russ.).
7. Полевой Е.В., Молоканов Р.Н., Борисов А.С., Юнусов А.М., Бессонова О.В. Опыт ЕВРАЗ ЗСМК по производству рельсов для тяжеловесного движения на экспорт. *Путь и путевое хозяйство*. 2024;(6):18–20.
Polevoi E.V., Molokanov R.N., Borisov A.S., Yunusov A.M., Bessonova O.V. Experience of EVRAZ ZSMK in the production of rails for heavy-haul traffic for export. *Railway Track and Facilities*. 2024;(6):18–20. (In Russ.).
8. Антология структурно-фазовых состояний и свойств российских рельсов XXI века / В.Е. Громов, А.Б. Юрьев, А.А. Юрьев, С.В. Коновалов, М.А. Порфирьев, А.А. Серебрякова. Новокузнецк: Полиграфист; 2024:181.
9. Полевой Е.В., Симонов Ю.Н., Козырев Н.А., Шевченко Р.А., Михно А.Р. Исследование фазовых и структурных превращений при формировании сварного соединения из рельсовой стали. Сообщение 3. Использование термодинамической и изотермической диаграмм распада аустенита для выбора оптимальных режимов электроконтактной сварки. *Известия вузов. Черная металлургия*. 2021;64(6):420–426.
<https://doi.org/10.17073/0368-0797-2021-6-420-426>
Polevoi E.V., Simonov Yu.N., Kozyrev N.A., Shevchenko R.A., Mikhno A.R. Phase and structural transformations when forming a welded joint from rail steel. Report 3. The use of thermokinetic and isothermal diagrams of austenite decomposition for selection of optimal modes of electric contact welding. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2021;64(6):420–426. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17073/0368-0797-2021-6-420-426>
10. Патент на полезную модель 224546U1 RU. Железнодорожный рельс / В.В. Дорофеев, А.В. Добрянский, Г.Н. Юнин, А.В. Головатенко, Р.Н. Молоканов, Д.В. Овчинников. Заявл. 18.12.2023, опубл. 28.03.2024. Бюл. № 10.

Сведения об авторах

Information about the Authors

Виктор Евгеньевич Громов, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля, Сибирский государственный индустриальный университет

ORCID: 0000-0002-5147-5343

E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

Сергей Валерьевич Коновалов, д.т.н., профессор, проректор по научной и инновационной деятельности, Сибирский государственный индустриальный университет

ORCID: 0000-0003-4809-8660

E-mail: konovalov@sibsiu.ru

Егор Владимирович Полевой, к.т.н., начальник бюро металловедения и термической обработки технического отдела рельсовой площадки, АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»

E-mail: egor.polevoj@evraz.com

Viktor E. Gromov, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof, Head of the Chair of Science named after V.M. Finkel', Siberian State Industrial University

ORCID: 0000-0002-5147-5343

E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

Sergei V. Konovalov, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Vice-Rector for Research and Innovation, Siberian State Industrial University

ORCID: 0000-0003-4809-8660

E-mail: konovalov@sibsiu.ru

Egor V. Polevoi, Cand. Sci. (Eng.), Head of Bureau of Metal Science and Heat Treatment of Technical Department of the Rail Site, JSC EVRAZ United West Siberian Metallurgical Plant

E-mail: egor.polevoj@evraz.com

Вклад авторов

Contribution of the Authors

В. Е. Громов – общая концепция работы, анализ литературных данных по влиянию различных факторов на срок службы рельсов.

С. В. Коновалов – анализ работ по механизмам упрочнения металла рельсов при длительной эксплуатации.

Е. В. Полевой – анализ разработок ЕВРАЗ ЗСМК по производству рельсов в XXI веке.

V. E. Gromov – conceptualization, analysis of literary data on the influence of various factors on rails service life.

S. V. Konovalov – analysis of researches on the mechanisms of metal strengthening of rails during long-term operation.

E. V. Polevoi – analysis of developments of JSC EVRAZ United West Siberian Metallurgical Plant rail production in the 21st century.

Поступила в редакцию 10.09.2024

После доработки 10.11.2024

Принята к публикации 17.11.2024

Received 10.09.2024

Revised 10.11.2024

Accepted 17.11.2024