



Основан в июне 1931 года

СТАЛЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

7
2019

МОСКВА

Учредитель:
ООО "Интернет Инжиниринг"

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Сосковец О. Н.

АЛЕКСЕЕВ Е. А.
(зам. главного редактора)

БРОДОВ А. А.

ГАСИК М. И.

ДУБРОВСКИЙ Б. А.

ЕЛАНСКИЙ Г. Н.

КАШАКАШВИЛИ Г. В.

КОЛИКОВ А. П.

КОСЫРЕВ К. Л.

ЛЕОНТЬЕВ Л. И.

МАЗУР В. Л.

МАНТУЛА В. Д.

МОЛОТИЛОВ Б. В.

ПАРШИН В. М.

ПЕТРИК С. М.

ПУМПИАНСКИЙ Д. А.

РУДСКОЙ А. И.

САВЕНКО А. Н.

СЕРОВ Г. В.

СИВАК Б. А.

СМИРНОВ Л. А.

УГАРОВ Ан. А.

УГЛОВ В. А.

ФИЛИППОВ Г. А.

ЧИЧЕНЕВ Н. А.

ЮСУПОВ В. С.

ЯРАНЦЕВ Б. М.

РЕДАКЦИЯ: **Е. А. Алексеев,**
А. В. Савенков, М. И. Терехова

Компьютерная верстка, дизайн,
допечатная подготовка цветных полос *Н. Н. Жильцов*
Компьютерный набор *М. Б. Самсонова*

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-55546 от 07.10.2013 г.

Адрес редакции:
127006, г. Москва, Старопименовский переулок, дом 8, стр. 1–1А
Тел.: (495) 699-8369, 699-9785
E-mail: stal@imet.ru; info@imet.ru
www.imet.ru

ООО «Национальное обозрение»
Подписано в печать 15.07.2019.
Формат 60×84/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная. Объем 10,5 печ. л.
Заказ №

Отпечатано в типографии
ООО «Первая оперативная типография»
115114, г. Москва, 2-й Кожевнический переулок, д. 12, стр. 5

Журнал включен в международные реферативные базы данных, РИНЦ, а также в перечень изданий, формируемый ВАК России, для опубликования основных научных результатов кандидатских и докторских диссертаций. Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».

Перепечатка материалов журнала «Сталь» допускается только с письменного разрешения редакции.
При цитировании ссылка обязательна.

Представленные заказчиками готовые формы рекламных материалов не подвергаются редакторской правке и печатаются в оригинале.

НОВЕЙШИЕ РАЗРАБОТКИ РЕЛЬСОВОЙ ПРОДУКЦИИ В АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Е. В. Полевой¹, Г. Н. Юнин²,
А. В. Головатенко¹, М. В. Темлянец³

¹ АО «ЕВРАЗ ЗСМК» (г. Новокузнецк, Россия).

² ООО «ЕвразХолдинг» (г. Москва, Россия).

³ ФГБОУ ВО «СибГИУ» (г. Новокузнецк, Россия)

Представлены результаты освоения технологии производства дифференцированно-термоупрочненных рельсов общего и специального назначения, включая рельсы низкотемпературной надежности, рельсы для скоростного движения, рельсы повышенной износостойкости и контактно-усталостной выносливости, а также перспективные разработки рельсов для высокоскоростного движения и рельсы для особогрузонапряженных дорог. Показано, что достигнутый комплекс свойств новых рельсов, при обеспечении своевременного технического обслуживания, способен обеспечить ресурс в 2-2,5 млрд т брутто.

Ключевые слова: рельс, пропущенный тоннаж, ресурс, термическая обработка, жизненный цикл, механические свойства.

В Послании Президента РФ В. В. Путина Федеральному Собранию в числе приоритетных задач было отмечено развитие транспортной инфраструктуры РФ, в которой железнодорожному сообщению отводится существенная роль. Поставленные задачи роста объемов грузового тяжеловесного транспорта и создания высокоскоростного пассажирского движения требуют разработки новых материалов верхнего строения пути с ресурсом в 2-2,5 млрд т брутто. Проведенная в 2013 г. в АО «ЕВРАЗ ЗСМК» коренная реконструкция производственных мощностей с внедрением современного технологического и контрольно-измерительного оборудования [1] позволила освоить выпуск рельсов, по качеству не уступающих лучшим мировым аналогам [2].

К началу 2019 г. АО «ЕВРАЗ ЗСМК» изготовило и поставило в адрес ОАО «РЖД» свыше 2,5 млн т дифференцированно-термоупрочненных рельсов общего и специального назначения. Согласно требованиям технических регламентов ТР ТС 003/2011 [3], ТР ТС 002/2011 [4] и действующего стандарта [5] перед началом поставок рельсы каждой категории должны быть подвергнуты сертификационным испытаниям, включая полигонные испытания на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» (г. Щербинка). В таблице представлены данные о результатах полигонных испытаний рельсов по состоянию на 01.03.2019.

Наработка рельсов общего назначения категории ДТ350 превысила отметку в 1,5 млрд т брутто, что является наилучшим показателем среди всех ранее поставленных рельсов отечественного производства, а также в сравнении с зарубежными рельсами, испытывавшимися на кольцо (рис. 1) [6]. При этом их надежность по показателю безотказности составила 690 млн т брутто, а без учета изъятия по дефекту болтового отверстия — 1 млрд 190 млн брутто, что свидетельствует о высокой стойкости рельсов.

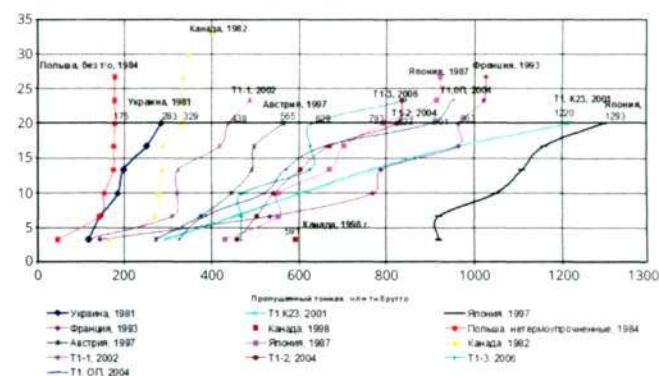


Рис. 1. Изъятия по дефектам рельсов на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» отечественных и зарубежных производителей отдельных партий, испытанных в период с 1981 по 2011 г.

Стоимость рельсов сертификационных партий производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК» на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» (г. Щербинка) по состоянию на 01.03.2019

Шифр партии	Категория рельсов	Пропущенный тоннаж, млн т брутто	Количество изъятых дефектных рельсов	γ-процентная наработка
K33	ДТ350	1509	5	84,4
K34	ДТ370ИК (R-400)	1076	6	80*
K35	ДТ350СС (R-590)	1076	2	93,3*
K36	ДТ350НН	701	0	100
K37	ДТ400ИК	157	0	100

* Испытания рельсов данных партий прекращены.

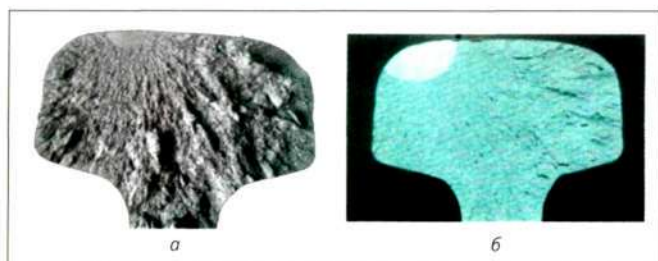


Рис. 2. Размер усталостного пятна при испытании рельсов различных категорий на пульсаторе: *a* — рельс категории ДТ350, размер усталостного пятна 4,0 – 7,0 мм; *б* — рельс категории ДТ350НН, размер усталостного пятна 5,3 – 11,0 мм

Рельсы специального назначения категории ДТ370ИК были изъяты из кольца после достижения 80 % гамма-ресурса свыше 1 млрд т брутто, что является высоким показателем с учетом работы рельса в кривой радиусом 400 м и грузонапряженности 250–300 млн т в год.

При аналогичной наработке были изъяты рельсы категории ДТ350СС. В этом случае гамма-ресурс свыше 1 млрд т брутто был достигнут при гамма, равной 93,3 %. Было зафиксировано два изъятия, что является хорошим результатом, с учетом работы этих рельсов в менее благоприятном участке — кривой радиусом 590 м. Относительно рельсов категории ДТ350 вся партия была изъята по причине того, что рельсы ДТ350СС и ДТ350 относятся к одной категории прочности, и после обязательного согласно методике подконтрольной эксплуатации подтверждения минимального гамма-процентного ресурса в 750 млн т брутто при гамма-ресурсе не менее 80 % было принято решение продолжить испытания одной партии рельсов категории ДТ350.

В настоящий момент, помимо упомянутых, на кольцо продолжают испытывать рельсы низкотемпературной надежности категории ДТ350НН, технология производства которых защищена патентом [7], и рельсы новой категории ДТ400ИК. Изъятий рельсов этих партий не было. Отличительной особенностью рельсов низкотемпературной надежности ДТ350НН является дополнительное требование ударной вязкости при отрицательных температурах, что достигается путем оптимизации химического состава и технологических режимов производства. При этом рельс обладает более высокой вязкостью, обеспечивающей более высокие показатели трещиностойкости, более низкую скорость роста трещин и большее сопротивление хрупкому разрушению при развитии усталостных повреждений (рис. 2).

В последние годы одно из основных направлений в железнодорожном транспорте как в России, так и за рубежом связано с развитием скоростных и высокоскоростных пассажирских перевозок [8 – 14]. Комбинатом разработана технология и освоено производство рельсов категории ДТ350СС, а также рельсов категории ДТ350ВС400, предназначенных для движения со скоростями до 400 км/ч, что предусмотрено проектом ВСМ Москва – Казань [10 – 14]. Эти рельсы

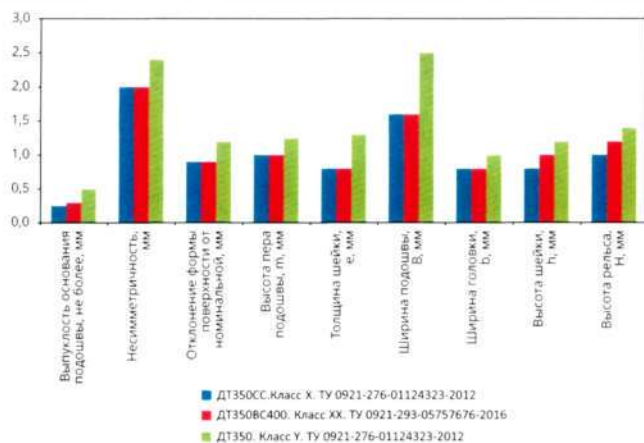


Рис. 3. Требования нормативно-технической документации к качеству исполнения профиля рельсов разных категорий

обладают повышенной прямолинейностью и точностью изготовления профиля, требования к которому представлены на рис. 3. Кроме того, для обеспечения безопасности к рельсам ДТ350ВС400 предъявляются требования по ударной вязкости, аналогичные требованиям к категории ДТ350НН. В настоящее время проводится сертификация этих рельсов.

В числе последних разработок комбината рельсы новой категории ДТ400ИК, предназначенные для работы в беспрецедентно тяжелых условиях дорог Сибирского региона, характеризующихся большим количеством кривых малого радиуса и особо высокой грузонапряженностью [15 – 16]. Эти рельсы обладают более высокими показателями прочностных свойств и твердости при более высоких показателях пластичности по сравнению с рельсами категории ДТ370ИК (рис. 4). Проведенные исследования с профильными научно-исследовательскими организациями¹ показали большую однородность и дисперсность микроструктуры рельсов и, как следствие, более высокие параметры износостойкости и контактно-усталостной выносливости по сравнению с ранее выпускавшимися рельсами ДТ370ИК и рельсами категорий прочности 350.

В настоящее время на комбинате разрабатываются рельсы ДТ370 общего назначения с более высоким комплексом свойств, оптимальной сферой использования таких рельсов будут кривые среднего радиуса > 650 м, а также работа в прямых в особогрузонапряженных условиях. Эти рельсы по прочностным характеристикам и твердости близки к рельсам категории ДТ370ИК, а по пластическим характеристикам — к рельсам общего назначения текущего производства (рис. 5). Судя по достигнутому комплексу свойств считаем достижимым ресурс рельсов категорий ДТ370 и ДТ400ИК в 2, а в перспективе и в 2,5 млрд т брутто.

Вместе с тем необходимо отметить, что огромное влияние на продолжительность жизненного цикла и ресурс рельсов оказывают условия эксплуатации. Поэтому особого внимания требуют изучение

¹ Работы выполнены совместно с АО «ВНИИЖТ» и ОАО УИМ.

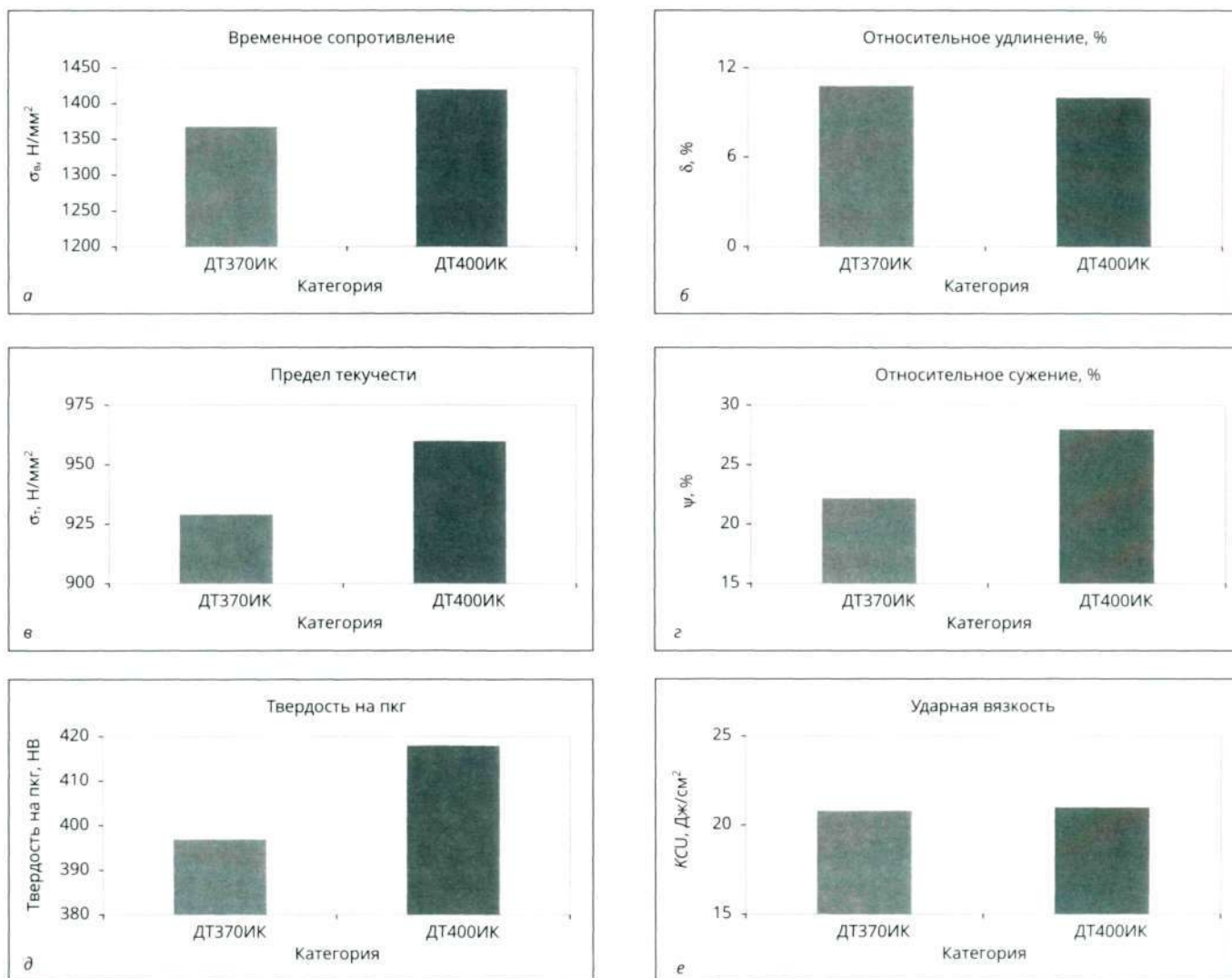


Рис. 4. Средние значения механических свойств и твердости рельсов категорий ДТ370ИК и ДТ400ИК

и регламентация процессов шлифования, лубрикации [17]. Остро стоит вопрос внедрения скоростного шлифования через 20–25 млн т брутто, что обеспечит возможность проведения профильного шлифования не через 75–85 млн т брутто, как сейчас и что не выполняется, а через 150 млн т брутто.

Внедрение новых подвижных составов и инновационных вагонов с повышенной нагрузкой на ось и более твердыми колесами требует также самого пристального изучения вопросов стойкости рельсов к износу и возникновению контактно-усталостных дефектов. Для достижения ресурса в 2,5 млрд т брутто нельзя обойтись без существенных изменений в системе технического обслуживания, когда возникающие эксплуатационные дефекты будут устраняться в нормированное время, вместо пассивного наблюдения за развитием и снижением скорости движения, принятым в настоящее время.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полевой Е. В., Юнин Г. Н., Темлянец М. В. Разработка и промышленное освоение технологии дифференцированной термической обработки железнодорожных рель-

сов с использованием тепла прокатного нагрева // Изв. вузов. Черная металлургия. 2016. № 10. С. 704 – 714.

2. Борц А. И. Исследования инновационной рельсовой продукции и перспективы ее дальнейшего развития / Улучшение качества и условий эксплуатации рельсов и рельсовых скреплений : сб. науч. докл. по материалам заседания некоммерческого партнерства «Рельсовая комиссия». — С-Петербург : ОАО УИМ, 2015. С. 107 – 121.
3. ТР ТС 003/2011 Технический регламент таможенного союза «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта».
4. ТР ТС 002/2011 Технический регламент таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта».
5. ГОСТ Р 51685–2013. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия.
6. Борц А. И. Шур Е. А. О значимости и необходимости полигонных испытаний рельсов на экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» и их отражение в нормативной документации // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. — М. : Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 2016. № 9. С. 90 – 95.
7. Пат. 2601847 РФ. Способ изготовления рельсов низкотемпературной надежности // Полевой Е. В., Юнин Г. Н., Волков К. В. и др.; опубл. 10.11.2016, Бюл. № 31.

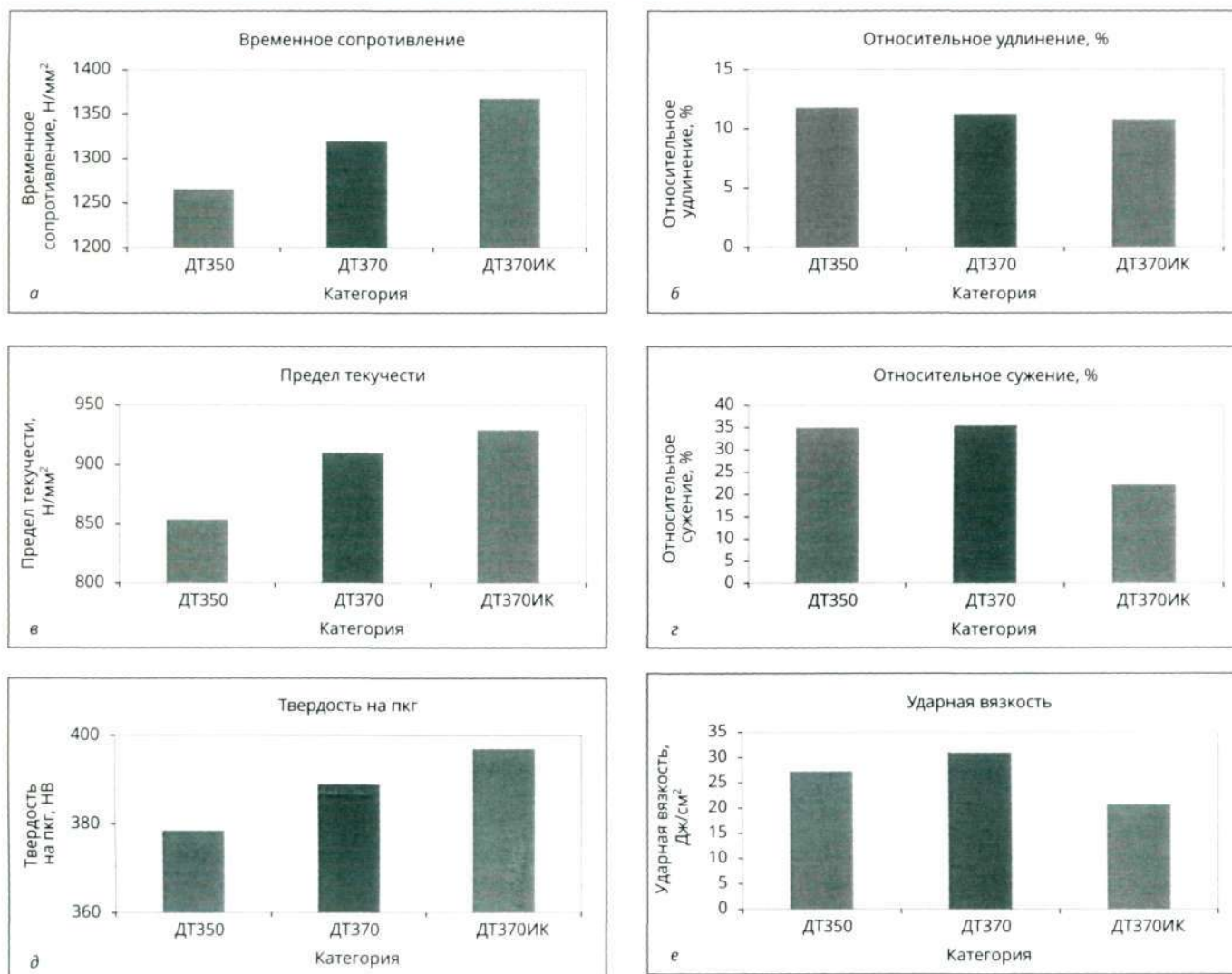


Рис. 5. Средние значения механических свойств и твердости рельсов категории DT350, DT370ИК и рельсов новой категории, условно обозначенной DT370

- Высокоскоростные сообщения в Республике Корея // Железные дороги мира. 2015. № 1. С. 22 – 24.
- Планирование высокоскоростных линий в Португалии // Железные дороги мира. 2011. № 9. С. 22 – 26.
- О Плана мероприятий по реализации проектов организации движения высокоскоростного железнодорожного транспорта : распоряжение Правительства РФ от 31.08.2011 № 1522-р // Собрание законодательства РФ. 2011. № 37. Ст. 5281.
- Андреева Т., Шевченко М. Пора начинать строить ВСМ // РЖД-Партнер. 2011. № 9. С. 82 – 84.
- О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (вместе с "Планом мероприятий по реализации в 2008 – 2015 годах Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года") : распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 № 877-р // Собрание законодательства РФ. 2008. № 29 (ч. II). Ст. 3537.
- О мерах по организации движения высокоскоростного железнодорожного транспорта в Российской Федерации : указ Президента РФ от 16.03.2010 № 321 // Собрание законодательства РФ. 2010. № 12. Ст. 1312.
- О комплексе мер по реализации основных положений Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации 2007 года : распоряжение Правительства РФ от 15.06.2007 № 781-р // Собрание законодательства РФ. 2007. № 26. Ст. 3196.
- Воробьев И. Ю. Результаты эксплуатации различных категорий рельсов на ВСЖД и горно-перевальном участке Слюдянской дистанции пути // Улучшение качества и условий эксплуатации рельсов и рельсовых скреплений: сб. науч. докл. по материалам заседания некоммерческого партнерства «Рельсовая комиссия». — Екатеринбург : ОАО УИМ, 2018. С. 250 – 264.
- Шарапов С. Н. Исаенко Э. П. Рекомендации по усилению пути на линиях с тяжеловесным движением. // Путь и путевое хозяйство. 2016. № 7. С. 2 – 7.
- Лисицын А. И. Абдурашитов А. Ю. О продлении межремонтного эксплуатационного ресурса рельсов // Путь и путевое хозяйство. 2019. № 2. С. 2 – 6.

Статья поступила в редакцию 26.03.2019 г.

pipes. The analysis of pipe manufacturers' production is specified by type of steel pipes produced in 2013-2018 years.

Key words: pipe production by types, pipe consumption, leading pipe manufacturers, share of pipe exports and imports, production reconstruction.

UDC 666.982.24

Development of Innovative Products for the Drawing Division

Fastykovsky A. R., Tchinokalo E. V. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 50 – 51.

A new type of product has been introduced – a long multiple-thread screw reinforcement produced by drawing without twisting.

Its advantages are described in comparison with the existing reinforcement profile Bp-1. The effect of the angle of inclination of the rollers and the number of threads of the screw surface on the drawing force was studied. A comparative evaluation of the mechanical properties of the four- thread screw profile and Bp-1 reinforcement with a diameter of 4 mm was carried out.

Key words: long multiple-thread screw reinforcement, drawing with twisting, drawing without twisting, energy consumption, drawing force, mechanical properties.

UDC 621.9.004.6

Manufacture of Spare Parts and Metal Structures for Repair of Basic Metallurgical Facilities

Bulavenko A. V. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 52 – 53.

History of the machine shop at EVRAZ ZSMK.

UDC 621.01:669-2:622.781

Synthesis of Three Component Mixing Mechanisms Used in Metallurgy

Popugaev M. Gh., Dvornikov L. T. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 53 – 54.

Key words: mixer, synthesis, mechanism, structure, kinematic pair.

UDC 625.143:669.14.018.294.2

Recent Developments of Rail Steel Products at the "EVRAZ West Siberian Iron & Steel Works"

Polevoy E. V., Yunin Gh. N., Golovatenko A. V., Temliantsev M. V. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 55 – 58.

The article presents the results of mastering the production technology of differentiated thermo strengthened rails for general and special purposes, including rails of low temperature reliability, rails for high-speed movement, rails of increased wear resistance and contact fatigue endurance, as well as promising developments of rails for high-speed movement and rails for especially heavy roads. It is shown that the achieved set of properties of the new rails, while ensuring timely maintenance, is able to provide a resource of 2-2.5 billion tons gross.

Key words: rail, missing tonnage, resource, heat treatment, life cycle, mechanical properties.

UDC 621.771.262:339.564

Manufacture of Rails for Exports in Conformity with Foreign Standards

Dorofeev V. V., Dobriansky A. V., Pervushin D. E., Dorofeev A. V., Sapelkin O. I. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 59 – 61.

Large-scale revamping of rail production in 2012 in JSC "EVRAZ ZSMK" allowed manufacturing the product in accordance with global trends in the rails manufacturing. Despite the fact that about 80% of the rails produced in Russia is shipped by EVRAZ to JSC "Russian Railways", the company plans to develop the share of export sales. The main results of work on the development of rails manufacturing according to foreign standards with different levels of technical requirements and the projected prospects for the supply of rail exports in the coming years are presented.

Key words: rails, roll pass design, universal rail and beam mill, foreign standard, rail head hardening.

UDC 621.771.26.04

On the Problem of Steel Rails Wear Resistance

Polevoy E. V., Yunin Gh. N., Yunusov A. M., Dobuzhskaya A. B., Galitsyn Gh. A. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 62 – 65.

UDC 621.771.26.04

On the Problem of Quality Requirements for Railway Rails and Methods of Their Control (in Way of Discussion)

Polevoy E. V., Yunin Gh. N., Smirnov L. A. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 66 – 68.

Rails are a critical component of ensuring the safety of railway traffic, therefore, the establishment of qualitative characteristics influencing their usage-of-mixture resistance and duration of life cycle is of paramount importance. In this work a comparative analysis of the feasibility, necessary and sufficiency, requirements currently, requirements for rail products, as well as prospective demands for quality rails, correlated with performance properties.

Key words: rail, performance properties, heat treatment, life cycle, mechanical properties, defects, missed tonnage.

UDC 543.062:669.1

Participation of the "EVRAZ West Siberian Iron & Steel Works"

Central Plant Laboratory in the Procedure of Certification Analysis and Interlaboratory Comparative Tests

Samoplias V. N. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 69 – 71.

The experience of Central Plant Laboratory of the EVRAZ ZSMK in the participation in inter-laboratory comparative tests conducted by JSC "The Institute for Certified Reference Materials" (JSC "ICRM") is presented. ICT are conducted to determinate the values of certified characteristics of reference materials and testing the qualification of laboratory personal. The dates of participation and data on values of the work are presented.

Key words: reference materials; interlaboratory comparative tests; ICT; testing of laboratory qualification; Central Plant Laboratory of EVRAZ ZSMK.

UDC 620.191/.192

On the Influence of Conditional Defects Detected by Ultrasound Control upon the Consumer Properties of Rails

Golovatenko A. V., Konovalov A. N., Polevoy E. V., Mamontov M. M., Yunusov A. M. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 72 – 74.

The paper presents data on the distribution of internal defects identified in the automated acceptance ultrasonic pulse-echo monitoring of rails over the rail profile elements and their frequency distribution over the conditional length. Comparison of methods for the control of non-metallic inclusions and the evaluation of the macrostructure with the contamination of the rail metal with non-metallic inclusions are carried out. The effect of internal defects in the rail neck on the rail properties with alternating loads is studied. According to the results of the work, it was concluded that the sensitivity of the echo-pulse control of the rail neck set in GOST R 51685-2013 was insufficiently substantiated and proposals for its optimization were presented.

Key words: ultrasonic pulse echo control, non-metallic inclusion, consumer properties of rails, fatigue test, conditional Limit of Endurance, macrostructure, microstructure.

UDC:504.06

Fundamental Aspects of the "EVRAZ West Siberian Iron & Steel Works" Environmental Activity

Popov A. A., Shadura O. N. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 75 – 76.

UDC 621.3.067

LOTO Blocking System at the "EVRAZ West Siberian Iron & Steel Works": the Lives and Health of the Labourers Are of Primary Importance

Skvortsov V. V. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 77 – 78.

UDC 65.012.8

Dangers in Production and Labour Protection

Morozova E. A. // *Stal'*. 2019. No. 7. P. 79 – 80.

СОДЕРЖАНИЕ

К 55-летию ЕВРАЗ ЗСМК: комбинат со славной историей	2
--	---

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Никитин Л. Д., Дячок Н. Г., Ващенко А. В., Шенцов А. И., Кутрань В. И. Использование техногенных отходов при производстве агломерата и чугуна	8
--	---

СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Амелин А. В., Щипанов С. С., Амелин Ал. В., Фойгт Д. Б. Освоение непрерывной разливки стали в АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	14
Лубяной Д. А., Переходов В. Г., Черепанов А. Г., Буймов Д. В. Результаты внедрения новых технологий и пути повышения стойкости сменного сталеразливочного оборудования	17

ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЯ

Уманский А. А., Бойков Д. В., Кузнецов Е. П., Тверской А. Б., Захарова Т. П. Исследование технологических особенностей выплавки рельсовой электростали с использованием железа прямого восстановления	20
Бойков Д. В., Лубяной Д. А., Мамедов Р. О., Лубяной Д. Д. Использование науглероживателей и термовременной обработки для производства рельсовой стали	23
Сметанников А. В., Шуклин А. В., Захарова Т. П., Фейлер С. В., Неунывакина Д. Т. Применение перспективных флюсообразующих материалов для повышения стойкости футеровки дуговой сталеплавильной печи	28

ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Уманский А. А., Хамичонок В. В., Темлянец М. В., Матвеев Н. Г., Утробин М. В. Комплексные исследования влияния технологических параметров сталеплавильного и прокатного переделов на качество заготовок и сортового проката	32
--	----

ПРОИЗВОДСТВО ТРУБ

Ушаков А. С., Кондратов Л. А. О производстве стальных труб	37
---	----

МЕТИЗНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Фастыковский А. Р., Чинокалов Е. В. Разработка инновационной продукции волочильного производства	50
---	----

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Булавенко А. В. Изготовление запчастей и металлоконструкций для ремонта основных металлургических агрегатов	52
--	----

Попугаев М. Г., Дворников Л. Т. Синтез трехзвенных смесительных механизмов, применяемых в металлургии	53
--	----

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Полевой Е. В., Юнин Г. Н., Головатенко А. В., Темлянец М. В. Новейшие разработки рельсовой продукции в АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	55
Дорофеев В. В., Добрянский А. В., Первушин Д. Э., Дорофеев А. В., Сапелкин О. И. Производство на экспорт рельсов по зарубежным стандартам	59
Полевой Е. В., Юнин Г. Н., Юнусов А. М., Добужская А. Б., Галицын Г. А. К вопросу износостойкости рельсов	62
Полевой Е. В., Юнин Г. Н., Смирнов Л. А. К вопросу о требованиях к качеству железнодорожных рельсов и методах их контроля (в порядке обсуждения)	66
Самоплас В. Н. Участие ЦЗЛ АО «ЕВРАЗ ЗСМК» в проведении аттестационного анализа стандартных образцов и межлабораторных сравнительных испытаний	69
Головатенко А. В., Коновалов А. Н., Полевой Е. В., Мамонтов М. М., Юнусов А. М. О влиянии условных дефектов, выявленных УЗК, на потребительские свойства рельсов	72

ЭКОЛОГИЯ

Попов А. А., Шадур О. Н. Основные аспекты природоохранной деятельности АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	75
---	----

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Скворцов В. В. Система блокировки ЛОТО на ЕВРАЗ ЗСМК: жизнь и здоровье работников на первом месте	77
Морозова Е. А. Опасности на производстве и охрана труда	79

* * *

Правила оформления статей	30
--	----