



Научно-производственное
предприятие

**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

**ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ
КАЧЕСТВ СВАРНЫХ СТЫКОВ И РЕЛЬСОВ**

Авторы: Хлыст И.С., Кузьмиченко В.М., Хлыст С.В.



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ СВАРНЫХ СТЫКОВ И РЕЛЬСОВ



ДОКЛАД, НА ТЕМУ «ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ СВАРНЫХ СТЫКОВ И РЕЛЬСОВ, СОСТОИТ ИЗ ТРЕХ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ:

- 1. КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ НА ОАО «НСЗ» ОСТРЯКОВ ОР65
КАТЕГОРИИ Д3350 ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ**
- 2. КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕРМООБРАБОТКИ СВАРНЫХ
СТЫКОВ РЕЛЬСОВ НА СООТВЕТСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К
ПЕРСПЕКТИВНОМУ СТЫКУ ДЛЯ ПРОЕКТА НОВОГО РСП АО «ЕВРАЗ ЗСМК»**
- 3. СООБЩЕНИЕ КАСАТЕЛЬНО РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ РЕЛЬСОВ ТЕС-ДТ**



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ НА ОАО «НСЗ» ОСТРЯКОВ КАТЕГОРИИ Д3350
ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ**



Наименование параметра	Твердость	Глубина прокаливания
Среднее значение по существующей технологии	363-321НВ	7-9 мм
Нормативное значение по ГОСТ 33722-2016	для П3320: ПКГ 388-321НВ, на глубине 9 мм – не менее 31 HRC (ок. 300НВ) для Д3350: ПКГ 401-351НВ, на глубине 10 мм – не менее 33HRC	для П3320 – 7-9 мм для Д3350 – 10 мм
По технологии ТЕС-ДТ	ПКГ 390-370НВ, на глубине 10 мм 360 - 350НВ, на глубине 22 мм – 350-340 НВ	до 30 мм

Наименование параметра	Категория остряков	Временное сопротивление Н/мм²	Предел текучести Н/мм²	Относительное Удлинение %	Относительное сужение %	Ударная вязкость, Дж/см²
		не менее				
Среднее значение по существующей технологии	П3320	1080	735	8	20	22
ГОСТ 33722-2016 «Остряки СП»	Д3350	1100	800	6	15	15
Значения по ТЕС-ДТ	ОР65 Д3350 ТЭК	1260	860	12	39	36
Значения для рельсов ТЭК-ДТ	ДТ350 ТЭК	1355	1000	14	30	28



Научно-производственное
предприятие

**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ИЗГОТОВЛЕНИЕ НА ОАО «НСЗ» ОСТРЯКОВ КАТЕГОРИИ ДЗ350 ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ



ЕВРАЗ

Технический отдел рельсового производства
Бюро металловедения и термической обработки

21 июня 2017г.

ПРОТОКОЛ № 92

металлографического исследования качества металла остряка стрелочного перевода,
дифференцированно термоупрочнённого по технологии «ТЕС- ДТ»

В октябре 2016 года на АО «ЕВРАЗ ЗСМК» было изготовлено 16 штук остряковых рельсов типа ОР65 плавки 20728, химический состав которой был согласован с НПП «ТЭК». Данные остряковые рельсы были подвергнуты операции по выпрессовке корня остряка на ОАО «НСЗ» и затем переданы в НПП «ТЭК» для дифференцированной термообработки на установке ТЕС-ДТО-13,6 м. После термической обработки от остряка стрелочного перевода были отобраны две пробы длиной 140 и 135 мм (рис.1) и доставлены на исследование в АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Пробы условно маркировали номерами 1 и 2.

Химический состав

Результаты ковшевого анализа химического состава металла пл. 20782 представле-
ны в таблице 1.

Таблица 1

Материал	Массовая доля химических элементов, %									
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	V	
Пл. 20782	0,76	1,01	0,41	0,012	0,006	0,09	0,05	0,07	0,06	
Требования ГОСТ 9960-85 для стали марки Э73Ф	0,67-	0,75-	0,18-	не более		-	-	-	0,03-	0,06
	0,78	1,05	0,45	0,035	0,040					

Как видно из данных таблицы 1 по содержанию химических элементов плавочный химический состав металла удовлетворяет требованиям ГОСТ 9960-85 для стали марки Э73Ф. Содержание основных элементов и ванадия находятся ближе к верхнему пределу допускаемых стандартом значений.

Макроструктура

Макроструктуру металла острякового рельса выявляли методом горячего травления в 50% - ном водном растворе соляной кислоты полнопрофильного темплета, вырезанного из пробы № 1 в поперечном направлении. Оценку макроструктуры проводили в соответствии с РД 14-2Р-5-2004 «Классификатор дефектов макроструктуры рельсов, прокатанных из непрерывнолитых заготовок электростали».

По осевой ликвации (I), точечной неоднородности (II) и ликвационным полоскам (III) макроструктура металла исследуемой пробы удовлетворительная (рис. 2).

Механические свойства

Механические свойства при растяжении, ударную вязкость при температуре +20 °С, измерение твёрдости на поверхности катания головки проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 33722–2016 на образцах, вырезанных из проб. Твёрдость по сечению остряка измеряли методом Бринелля (шариком диаметром 10 мм при усилии 3000 кг), в следующих точках:

1) на глубине 10 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса;

В настоящий момент в активной фазе исполнения находится программа утвержденная в 2016г. старшим вице-президентом ОАО «РЖД» Гапановичем В.А. по испытанию дифференцированно-закаленных остряков ТЕС-ДТ с повышенным эксплуатационным ресурсом в условиях пути.



Научно-производственное
предприятие

**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ НА ОАО «НСЗ» ОСТРЯКОВ КАТЕГОРИИ Д3350
ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ**



**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСТРЯКОВЫХ РЕЛЬСОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННЫХ ПО
ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

№ образца	Механические свойства при растяжении				Ударная вязкость КСU _{+20°С} Дж/см ²
	σ _T	σ _B	δ ₅	ψ	
	Н/мм ²		%		
1	850	1260	12,0	39	36
2	820	1230	13,0	42	39
Требования ГОСТ 33722-для остряков стрелочных переводов категории ПЗ320	Не менее				
	735	1080	8,0	20	22
Требования ГОСТ 33722-для остряков стрелочных переводов категории Д3350	Не менее				
	800	1100	6,0	15	15

Таблица 3

Материал	Твердость, НВ							
	ПКГ	головка				шейка	подошва	
		10 мм	выкружка		22 мм			
Проба	388	373	368	373	350	325	335	343
Требования ГОСТ 33722- для остряков стрелочных перево- дов категории ПЗ320	321- 388	-						
Требования ГОСТ 33722- для остряков стрелочных перево- дов категории Д3350	350- 401	-						

**ТВЕРДОСТЬ ОСТРЯКОВЫХ РЕЛЬСОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ АО «ЕВРАЗ ЗСМК»**

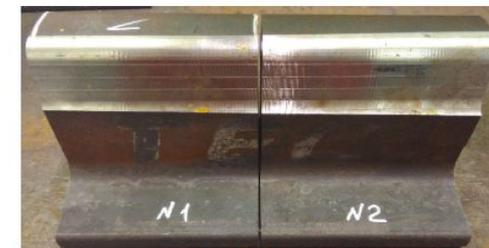
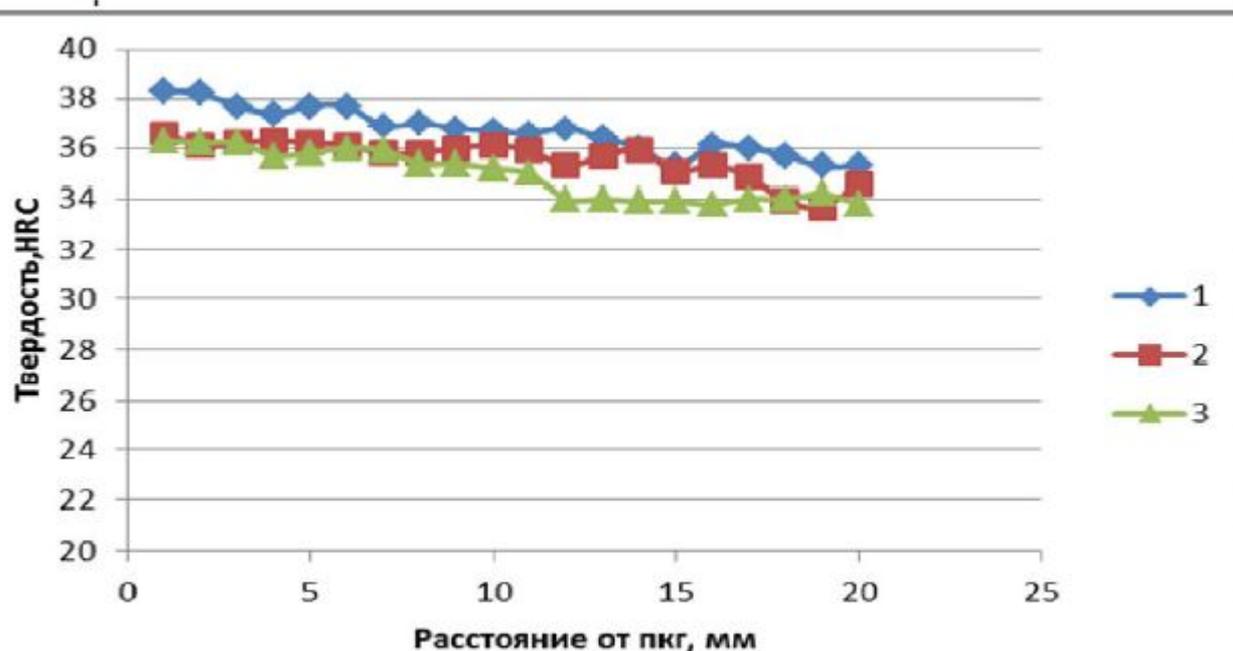


Рис.1



Рис.2

Таблица 4

Направление измерений	Твёрдость в головке HRC																			
	на расстоянии от поверхности, мм																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
вдоль вертикальной оси (линия 1)	38,3	38,2	37,7	37,4	37,7	37,7	36,9	37,0	36,8	36,7	36,6	36,8	36,4	36,0	35,3	36,1	36,0	35,7	35,3	35,3
со стороны выкружки (линия 2)	36,6	36,1	36,2	36,3	36,2	36,1	35,8	35,8	36,0	36,1	35,9	35,3	35,7	35,9	35,1	35,3	34,9	33,9	33,7	34,6
со стороны выкружки (линия 3)	36,3	36,2	36,2	35,7	35,8	36,0	35,9	35,4	35,4	35,2	35,0	34,0	34,0	33,9	33,9	33,8	34,0	34,0	34,2	33,8



Научно-производственное
предприятие

ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ НА ОАО «НСЗ» ОСТРЯКОВ КАТЕГОРИИ Д3350
ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-DT



В рамках данного проекта выполнены следующие работы:

- **подготовлена установка ТЭК-ДТО для дифференцированной термообработки остряков на площадке НПП «ТЭК»**
- **ЕВРАЗ ЗСМК выпустил остряковые рельсы ОР65, согласованного химического состава 73Ф по ГОСТ 9960-85;**
- **НПП «ТЭК» произвел подборку режимов ТО и термообработку пробной партии остряков ОР65;**
- **Проведен комплекс работ по технологической подготовке производства НСЗ для обработки остряков категории Д3350;**
- **Проведен комплекс лабораторных испытаний на ЕВРАЗ ЗСМК и НСЗ;**
- **На НСЗ изготавливается ремкомплект остряков ОР65 длиной 8300 мм для укладки в подопытную эксплуатацию на ЗапСиб ЖД + 1 контрольный остряк для проведения комплекса лабораторных испытаний на ЕВРАЗ ЗСМК и НСЗ.**

НПП «ТЭК» выражает благодарность ЦДИ, ЦТА ОАО «РЖД» и непосредственным исполнителям, участникам данного проекта за согласованность действий и техническую поддержку при проведении работ по данному проекту.



Научно-производственное
предприятие
ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ

**ТЕРМООБРАБОТКА СВАРНЫХ СТЫКОВ РЕЛЬСОВ НА СООТВЕТСТВИЕ
ТТ К ПЕРСПЕКТИВНОМУ СТЫКУ ДЛЯ ПРОЕКТА
НОВОГО РСП АО «ЕВРАЗ ЗСМК»**

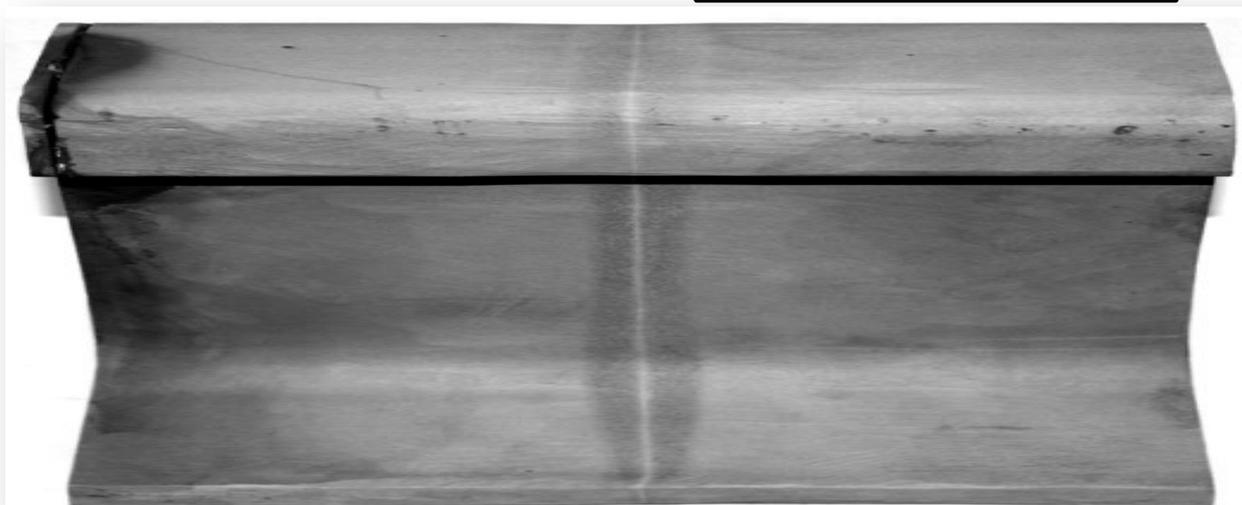


Технология дифференцированной термообработки сварных стыков рельсов TIS-TEC

Сварка рельсов



Комбинированная
термообработка
стыка TIS-TEC



Термообработка сварного шва по технологии TIS-TEC ведется в
комбинированном режиме



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

**ТЕРМООБРАБОТКА СВАРНЫХ СТЫКОВ РЕЛЬСОВ НА СООТВЕТСТВИЕ
ТТ К ПЕРСПЕКТИВНОМУ СТЫКУ ДЛЯ ПРОЕКТА
НОВОГО РСП АО «ЕВРАЗ ЗСМК»**



Для отработки режимов термообработки и подготовки партии сварных рельсовых стыков для лабораторных и стендовых испытаний во ВНИИЖТ были взяты образцы сварных рельсов (производства ЕВРАЗ ЗСМК категории ДТ350), с химическим составом, приведенным ниже.

Таблица 1.

№п/п	C	Mn	Si	Cr
1	0,76	0,78	0,53	0,37



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

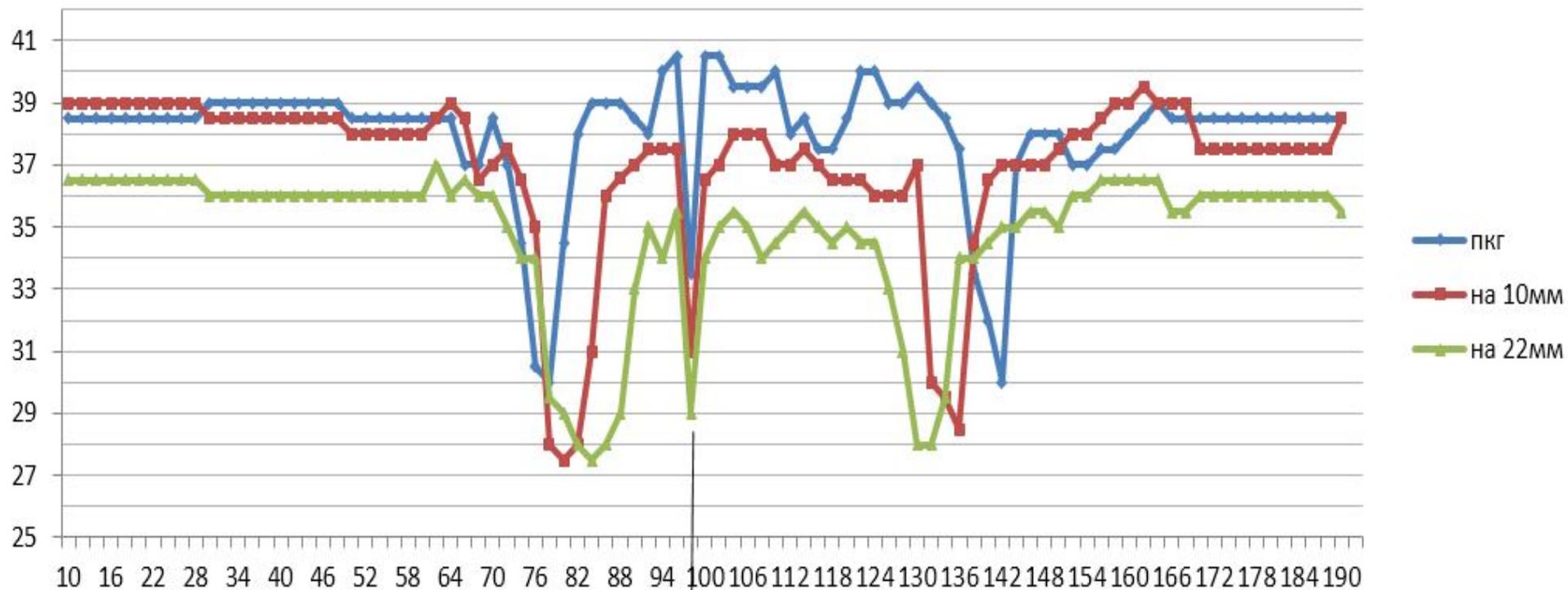
ТЕРМООБРАБОТКА СВАРНЫХ СТЫКОВ РЕЛЬСОВ НА СООТВЕТСТВИЕ

ТТ К ПЕРСПЕКТИВНОМУ СТЫКУ ДЛЯ ПРОЕКТА

НОВОГО РСП АО «ЕВРАЗ ЗСМК»



ТВЕРДОСТЬ СВАРНОГО СТЫКА РЕЛЬСОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННОГО ПО ТЕХНОЛОГИИ TIS-TEC





Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ТЕРМООБРАБОТКА СВАРНЫХ СТЫКОВ РЕЛЬСОВ НА СООТВЕТСТВИЕ

ТТ К ПЕРСПЕКТИВНОМУ СТЫКУ ДЛЯ ПРОЕКТА

НОВОГО РСП АО «ЕВРАЗ ЗСМК»



На темплете из зоны сварного стыка определяли распределение твердости по сечению головки рельса от поверхности катания к центру.

УСЛОВНЫЙ НОМЕР ТЕМПЛЕТА	ТОЧКА 1 (ПКГ)	ТОЧКА 2	ТОЧКА 3	ТОЧКА 4	ТОЧКА 5
Темплет сварного шва	385	360	363	359	341
Твердость основного металла	383	363	365	361	345
Технические требования ЕВРАЗ ЗСМК (зона сварного шва)	±5% от основного металла				
Требования ГОСТ Р 51685-2013 для категории ДТ350	352-401	не менее			
		341	341	341	321

На поверхности катания головки (точка 1);

На глубине 10 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса (точка 2);

На глубине 10 мм от поверхности выкружки рельса (точки 3 и 4);

На глубине 22 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса (точка 5).



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

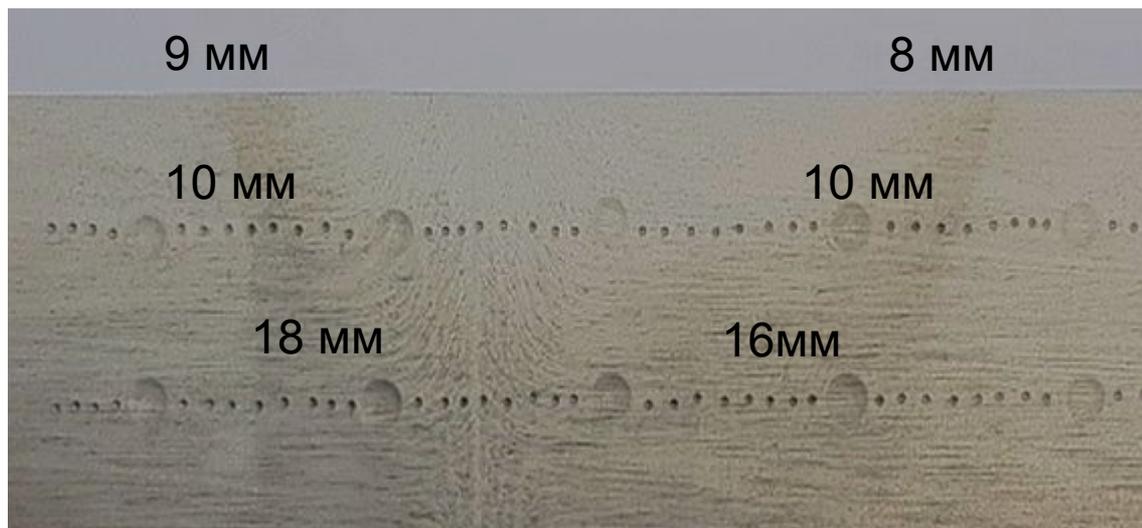
ТЕРМООБРАБОТКА СВАРНЫХ СТЫКОВ РЕЛЬСОВ НА СООТВЕТСТВИЕ

ТТ К ПЕРСПЕКТИВНОМУ СТЫКУ ДЛЯ ПРОЕКТА

НОВОГО РСП АО «ЕВРАЗ ЗСМК»



**МАРКРОСТРУКТУРА СВАРНОГО СТЫКА РЕЛЬСОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННОГО ПО
ТЕХНОЛОГИИ TIS-TEC**





Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ТЕРМООБРАБОТКА СВАРНЫХ СТЫКОВ РЕЛЬСОВ НА СООТВЕТСТВИЕ

ТТ К ПЕРСПЕКТИВНОМУ СТЫКУ ДЛЯ ПРОЕКТА

НОВОГО РСП АО «ЕВРАЗ ЗСМК»



ТВЕРДОСТЬ СВАРНОГО СТЫКА РЕЛЬСОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННОГО ПО ТЕХНОЛОГИИ TIS-TEC

№	Формулировка	Примечание
п/п в ТТ 5.2	Твердость металла в зонах термического влияния рельсов категории ДТ350 по ГОСТ Р 51685-2013 на поверхности катания, на глубине 10 и 22 мм от поверхности катания должна составлять не менее 270 НВ.	Формулировка ТТ до августа 2017 (включительно) выполняется НПП «ТЭК»
п/п в ТТ 5.2	Твердость металла в зонах термического влияния рельсов категории ДТ350 по ГОСТ Р 51685-2013 на поверхности катания должна отличаться <u>не более 10% от требований установленных ГОСТ Р51685-2013</u> , на глубине 10 и 22 мм от поверхности катания должна составлять не менее 270 НВ.	Формулировка ТТ с сентября 2017 планируется к выполнению НПП «ТЭК» в Октябре-Ноябре 2017
п.4.3.2 СТО РЖД 1.08.002-2009	Допускается снижение твердости металла головки сварных стыков рельсов на 15% от нижней границы твердости установленной по ГОСТ Р51685.	Выполняется НПП «ТЭК»
п/п 4.6.5 СТО РЖД 1.08.002-2009	Нагрев и перекристаллизация всего сечения рельса с последующей закалкой головки и нормализацией подошвы и шейки	Выполняется НПП «ТЭК»



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ



НПП «ТЭК» создана технология дифференцированной термообработки рельсов ТЭК-ДТ охлаждающей средой в которой является воздух, с изменяемой степенью влажности. Динамическое изменение влажности в процессе термообработки производится по программно-регулируемому режиму, при этом обеспечивается широкий диапазон регулирования скоростей охлаждения в диапазоне от 2-14°С/сек.

Способ ТЭК-ДТ позволяет проводить термообработку всех марок рельсовых сталей с широким диапазоном химического состава. По технологии ТЭК-ДТ были получены рельсы по механическим свойствам удовлетворяющие EN 13674-1:2011 категории R350HT, ГОСТ Р 51685-2013, включая ДТ350НН, ДТ370ИК, «**ИК+НН**» и других.

Образцы рельсов термоупрочненные по технологии ТЭК-ДТ прошли комплекс испытаний в России, в том числе в АО «ВНИИЖТ», АО «ЕВРАЗ НТМК», АО «ЕВРАЗ ЗСМК», а также в Исследовательском университете г.Карабюк и Kardemir A.S. Турция.



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

ПАТЕНТЫ



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ИЗОобрЕТЕНИЕ



СПОСОБ И УСТРОЙСТВО

Патентообладатель
отомственной
"Томская элект
Авторы: см. на

URKUNDE

CERTIFICATE

CERTIFICAT

Es wird hiermit bescheinigt,
dass für die in der Patentschrift
beschriebene Erfindung ein
europäisches Patent für die in
Patentschrift bezeichneten Ver-
tragsstaaten erteilt worden ist

Europäisches Patent Nr.

Patentinhaber

Scientific
Electron
Ul. Vysc
Tomsk

München, den
26.04.11

(19) (11) EP 2 573 194 B1

(12) EUROPAISCHE PATENTSCHRIFT

(46) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patentanmeldung des
26.04.2017 Patentblatt 2017/17

(51) Int. Cl.:
C21D 3/04 (2006.01) C21D 11/00 (2006.01)
C21D 11/67 (2006.01) C21D 11/13 (2006.01)
C21D 10/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 11839429.5

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/RU2011/009619

(22) Anmeldetag: 21.10.2011

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/064223 (18.05.2012 Gazette 2012/20)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR WÄRMEBEHANDLUNG VON SCHIENEN
METHOD AND DEVICE FOR HEAT TREATING RAILS
PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT THERMIQUE DE RAILS

(84) Baramete Verteilungsschlüssel:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: 11.11.2010 RU 2010145748

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.03.2013 Patentblatt 2013/13

(73) Patentinhaber: Scientific Manufacturing
Enterprise Tomsk
Electronic Company, Ltd.
Tomsk 634040 (RU)

(74) Vertreter: Skoboshanin, Sergej et al
V. Fäher, Ebbinghaus, Finck, Hano
Marshallplatz 3
81541 München (DE)

(75) Erfinder:
• KHLYST, Sergey Vasilievich
Tomsk 634062 (RU)
• KUZNECHENKO, Vladimir Mikhailovich
Tomsk 634066 (RU)
• SERGEEV, Sergey Mikhailovich
Tomsk 634062 (RU)
• SHESTAKOV, Andrey Nikolaevich
Tomsk 634063 (RU)
• KRICHENKO, Mikhail Nikolaevich
Tomsk 634062 (RU)
• PSHENICHNIKOV, Pavel Alexandrovich
Tomsk 634040 (RU)

• RANOV, Alexey Gennadievich
Tomsk 634040 (RU)
• KOZHEVNIKOV, Konstantin Gennadievich
Tomsk 634063 (RU)
• SONTAR, Alexey Vladimirovich
Tomsk 634040 (RU)
• KHLYST, Ilya Sergeevich
Tomsk 634062 (RU)
• KRICHENKO, Anatoly Alexandrovich
Sverdlovskaya obl. 622040 (RU)
• KUSHNAREV, Alexey Vladislavovich
Chelyabinskaya obl. 455023 (RU)

(56) Entgegengestaltung:
EP-A2-0 247 021 EP-B1-1 900 830
WO-A2-2008/077166 DE-A1-2 148 722
DE-A1-19 503 747 EA-B1-006 413
JP-A-56 269 818 RU-C1-2 359 646
UA-C2-41 983 U.S.A.-4 913 747
U.S.A.-4 953 832 U.S.A.-5 004 510

EP 2 573 194 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als abgelehnt, wenn die Einspruchsgebühren unterbreitet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2573194B1, 21.10.2011, METHOD AND
DEVICE FOR HEAT TREATING RAILS

РСТ/RU2014/000007, 13.01.2014,
СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ТЕРМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ стального изделия

РСТ/RU2012/000727, 27.10.2011,
УСТРОЙСТВО для ТЕРМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ РЕЛЬСОВ

RU 2487177, 28.07.2011, СПОСОБ И
УСТАНОВКА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
РЕЛЬСОВ

RU 2484148, 27.10.2011, СПОСОБ И
УСТАНОВКА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
РЕЛЬСОВ с заявкой РСТ/RU

RU 2456352, 11.11.2010, СПОСОБ И
УСТРОЙСТВО ТЕРМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ РЕЛЬСОВ РЕЛЬСОВ с
заявкой РСТ/RU

РСТ/RU Устройство контроля расхода и
равномерности распределения жидкости
многоканальной гидравлической
системы



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ



В последнее время в мировой практике внедрены **две новые технологии** дифференцированной термообработки рельсов: спреерная водо-воздушная технология на АРБЗ, Казахстан и воздушная, с изменяемой степенью влажности на Kardemir A.S., Турция.

В спреерной водо-воздушной технологии за счет расположения секций форсунок по длине и поверхности рельса обеспечивается быстрое охлаждение поверхности с последующим ступенчатым регулированием температуры.

Поскольку скорость охлаждения начального этапа составляет более 9 С/сек в диапазоне температур 770-670 С, то образование бейнито-мартенситных структур неизбежно в известных рельсовых сталях.

Бейнитные структуры (из-за высокой скорости охлаждения) на этапе ступенчатого регулирования и самоотпуска при 600 С преобразуются в троосто-сорбит отпуска. Получается смешанная структура перлит + сорбит отпуска.



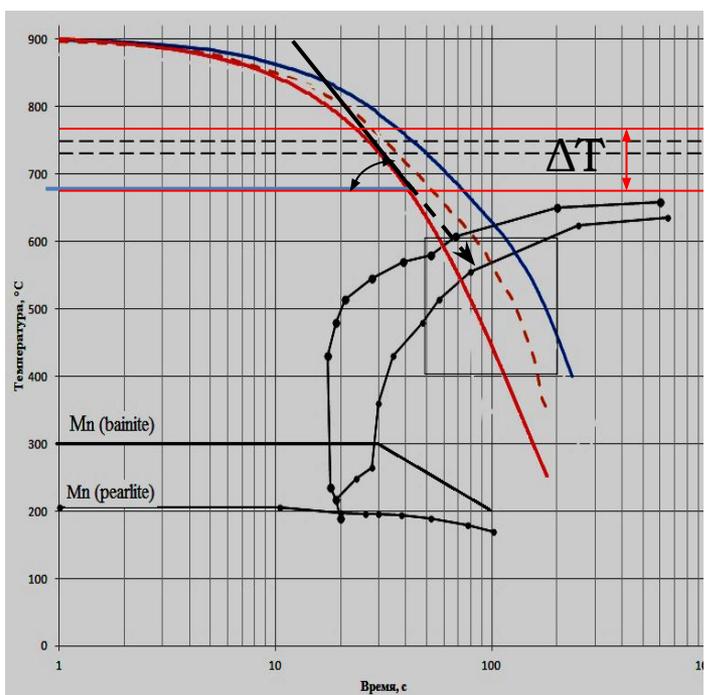
Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ



АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе исследований установлено, что соотношение массовых долей воздуха и воды в диапазоне от 100/1 до 1000/1, обеспечивает скорости охлаждения рельса в диапазоне от 14 до 2 °С/сек.

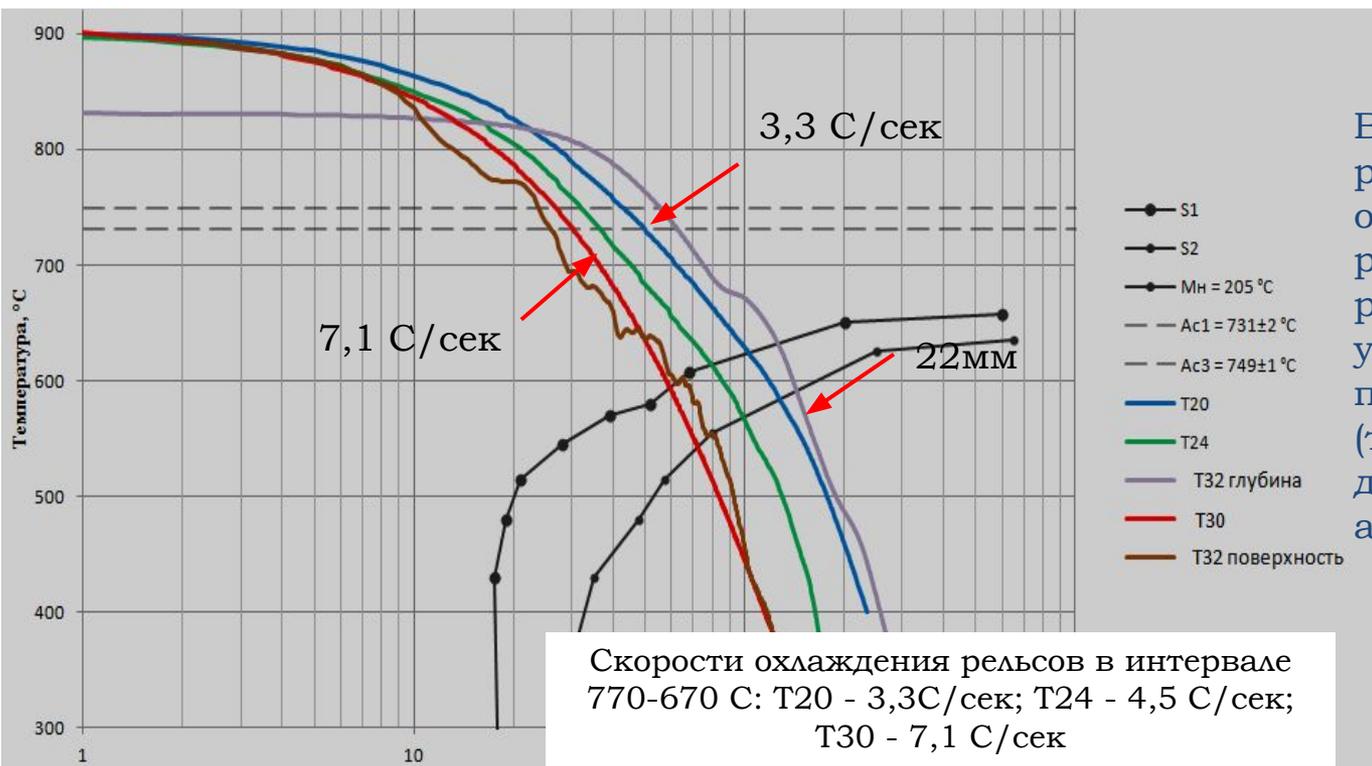


Поскольку скорость охлаждения в интервале $\Delta T=770-670$ С представляет собой угол наклона кривой изменения температуры рельса при входе в зону перлитных превращений, то нам необходимо обеспечить эту скорость таким образом, чтобы время нахождения стали в зоне перлитных превращений было достаточно для их завершения. При этом, чем круче угол (больше скорость охлаждения) тем выше твердость, но важно регулировать скорость охлаждения таким образом, чтобы не выйти из зоны перлитных превращений до завершения самих превращений.



Управление скоростью охлаждения **в процессе термообработки** при вышеобозначенных условиях позволяет управлять распределением твердости по сечению (градиентом твердости). После прохождения перлитных превращений в поверхностных слоях мы наращиваем охлаждение с целью получения более высокой твердости в глубине.

Обеспечивая разные градиенты твердости, мы формируем получение заданных высоких механических свойств рельсов. Например, для получения высокого значения КСУ (0,43-0,50 МДж/м² при +20 °С и 0,25-0,28 МДж/м² при -60 °С) необходимо чтобы градиент твердости имел более высокое значение. При этом твердость поверхности может достигать 390НВ и более.



Возможности по регулируемому охлаждению с различными скоростями рельсовой стали на установках ТЭК-ДТ показаны на рисунке (термокинетическая диаграмма распада аустенита стали 76Ф).



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



В ходе работ с рельсами различных производителей из стали марки 76Ф/76АФ/76ХАФ удалось достичь стабильных повторяемых результатов по твердости, механическим свойствам, микроструктуре рельсов и остаточным напряжениям.

Получены результаты:

- Пластинчатый перлит с дисперсностью перлитных колоний **20 мкм**;
- Уровень твердости **по ПКГ 388-398 НВ**;
- Высокая глубина упрочненного слоя **HV360** в головке: по оси 20-22 мм, по радиусу выкружек 32 – 34 мм;
- **Возможность управления распределением твердости по глубине**, в случае **прямого градиента твердости**, а также **«обратного» градиента твердости**;
- Высокий уровень механических свойств
 $\sigma_B = 1355 \text{ Н/мм}^2$; $\sigma_T = 980 \text{ Н/мм}^2$;
- Сжимающие напряжения: Головка – **до 405 МПа**; Подошва (после правки) – **до 100-200 МПа**; Схождение паза до 5 мм;
- Высокая ударная вязкость **0,43-0,50 МДж/м² при +20 °С** и **0,25-0,28 МДж/м² при -60 °С**;
- Высокий предел выносливости **476 МПа**;
- Высокая циклическая трещиностойкость **$K_{fc} = 87 - 96 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$** .



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



Одна из задач, которую мы решали при разработке технологии ТЭК-ДТ – это получение дифференцированно термообработанных рельсов с прочностными характеристиками соответствующих категориям «ИК+НН», ДТ370ИК, ДТ400 и ДТ350НН по ГОСТ Р 51685-2013 и категориям R350НТ и R400НТ по EN13674-1:2011.

Полученные механические свойства и твердость образцов соответствуют категории ДТ350НН, а также категории ДТ370ИК по ГОСТ Р51685-2013.

Проба	Категория	σ_B	σ_T	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²		Твёрдость, НВ							
		Н/мм ²		%		+20° С	-60°С	головка				шей ка	подошва		
								ПКГ	10м м	22м м	от выкружек		1	2	
ТЕС-ДТР-300-78-3 (Турция), 60E1	R350 НТ	1362	984	13,3	30	42-2 6	20-1 6	389	379	370	376	373	321	330	331
ТЭК-ДТ ЕВРАЗ НТМК	ДТ350 НН	1326	934	13,4	46,2	46	25	390	363	358	366	359	297	309	311
ТЭК-ДТ ЕВРАЗ ЗСМК	ДТ350 НН	1280	900	13,5	38	50	25	398	383	354	370	368	293	321	319
ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ350НН Прокатный (повторный нагрев)		не менее						352 -405	не менее				не более		
		1180	800	9	25	25	15 (25)		341	321	341	341	363		
ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ370ИК Прокатный (повторный нагрев)		не менее						370 -409	не менее				не более		
		1280	870	9 (8)	14 (20)	15	-		363	352	363	352 (388)	388		



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

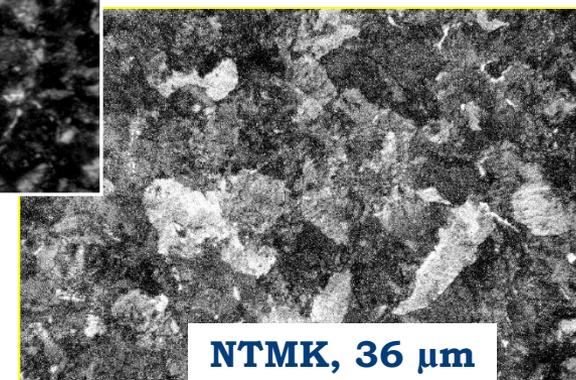
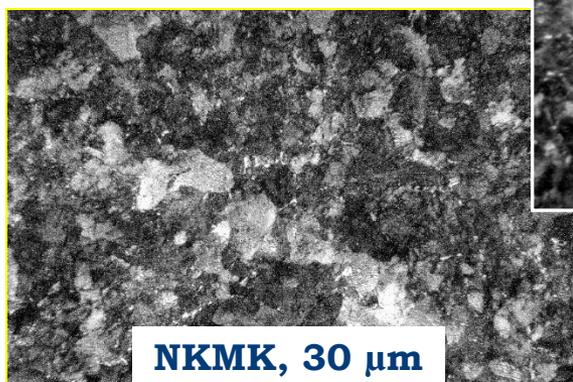
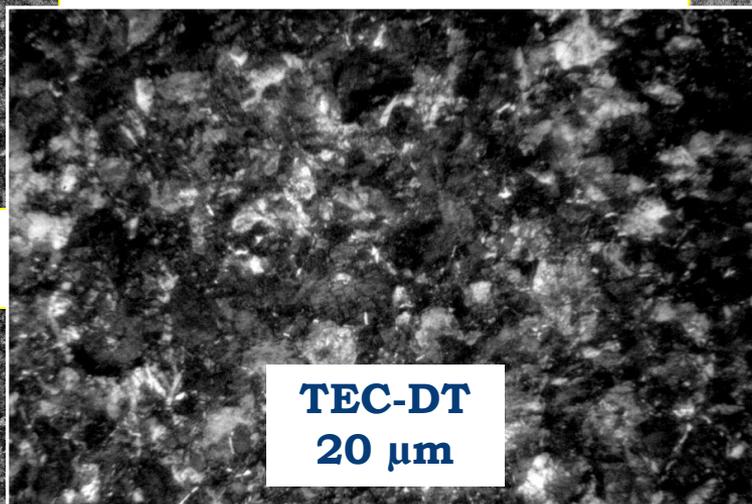
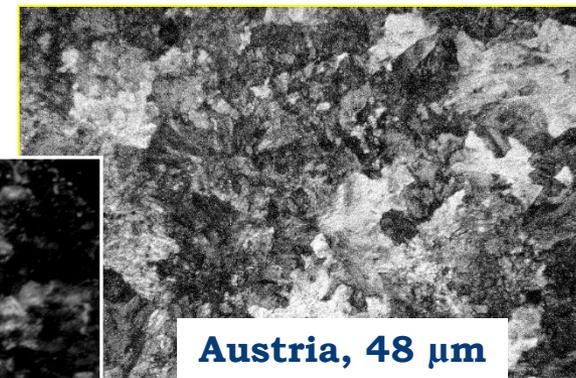
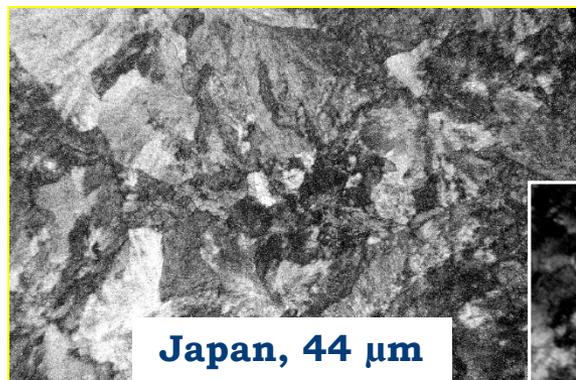
ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



Микроструктура головки рельсов, Х500 (пластинчатый перлит)

Дисперсность
перлитных
колоний, μm

Данные предоставлены ВНИИЖТ



Исследования микроструктуры показало, что образцы ЕВРАЗ НТМК термообработанные по технологии НПП «ТЭК» позволяет получить значительно более мелкую дисперсную структуру, за счет регулируемой скорости охлаждения в процессе термообработки.



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

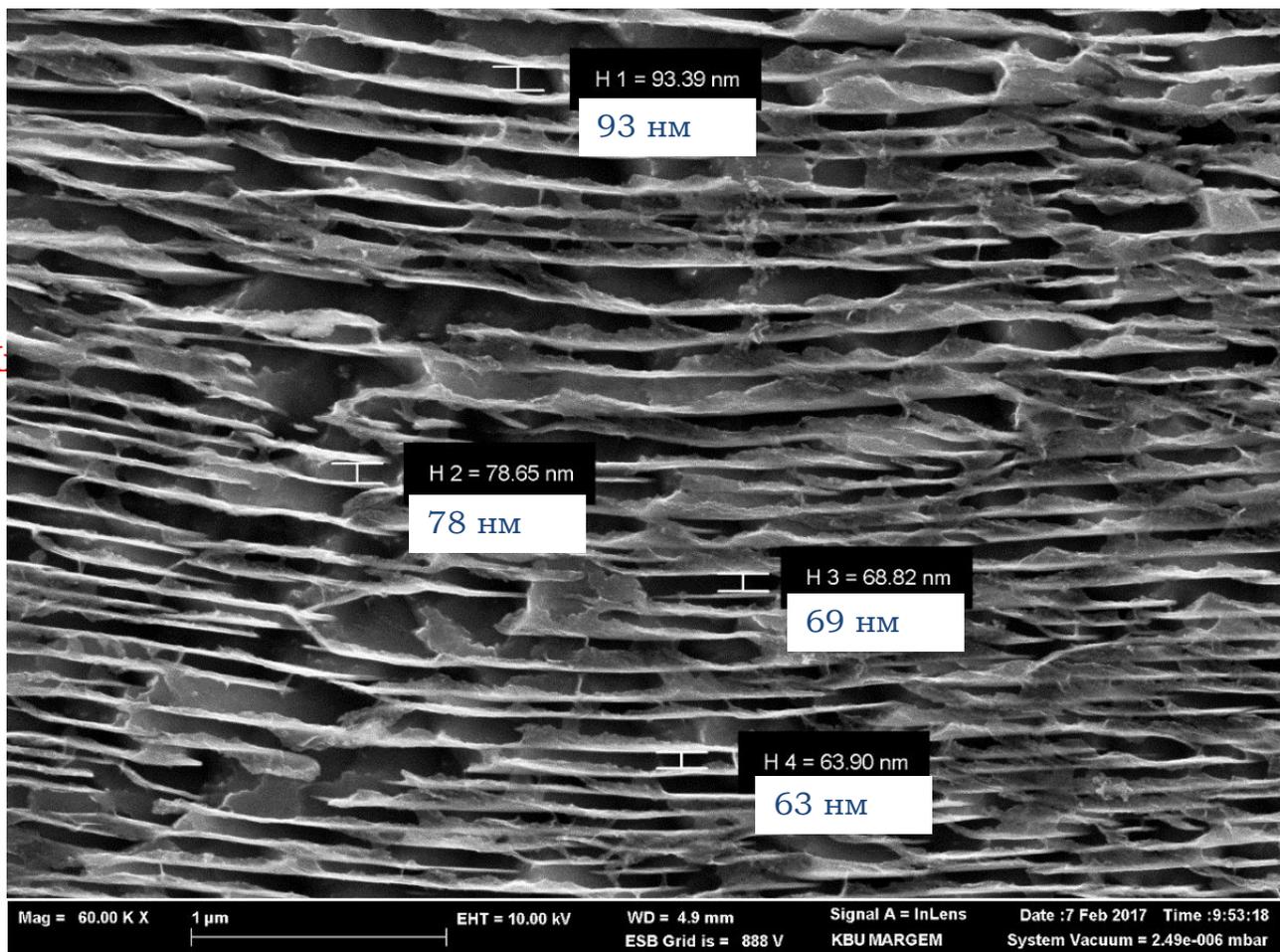
ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



Расстояние между пластинками феррита в перлите составляет **от 60 до 100 нм**. Дисперсность перлитных колоний до 20 мкм. Такая микроструктура позволяет получить высокий уровень свойств в т.ч. трещиностойкости рельсов (K_{Ic}).

Увеличение 60.00K





Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



Одним из важнейших преимуществ технологии ТЕС-ДТ является то, что сжимающие напряжения в головке, и низкий уровень напряжений в подошве рельса вместе с мелкодисперсной перлитной структурой позволяют достигать высокого уровня механических свойств рельсов, включая усталостную прочность и трещиностойкость. Технология ТЕС-ДТ обеспечивает уровень остаточных напряжений в различных частях рельсов в диапазоне от -200 до 100 МПа (Данные значения могут регулироваться посредством режима термообработки).

Данные предоставлены ВНИИЖТ

Производитель	Усталостная прочность, МПа	Трещиностойкость, Kfс МПа m1/2	Остаточные напряжения, N/mm2	
			Головка	Подошва
ТЕС-ДТ (отдельный нагрев)	476	87 - 96	-405	-207
ТЕС-ДТР-300-78-3 * (прокатный нагрев)	465	46 - 49	-205	100 (регулируется)
France	477	-	-100	-100
Japan, NS	430	32 - 38	287	226
Canada	453	-	-140	-120
Austria	423	32 - 36	194	179
ГОСТ Р 51685, ДТ350	≥370	≥32	---	----
EN13674-2011 R350HT	≥370	≥32	---	----

* - Статическая трещиностойкость K1C для рельсов ТЕС-ДТР-300-78-3 с прокатного нагрева



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



Возможности технологии ТЭК-ДТ предлагаемой НПП «ТЭК» позволяют получать перспективные рельсы нового качества «НН+ИК» или ДТ400, с высокими показателями твердости и механическими характеристиками. При этом подтверждены возможности технология по термообработке рельсов различных химических составов и производителей.

Проба	Категория	Твёрдость, НВ							
		головка					шейка	подошва	
		ПКГ	10мм	22мм	от выкружек			1	2
ТЕС-ДТР-300-78-3 (Турция), 60E1	R350 НТ	389	379	370	376	373	321	330	331
ТЭК-ДТ ЕВРАЗ НТМК	ДТ350НН	390	363	385	366	359	297	309	311
ТЭК-ДТ ЕВРАЗ ЗСМК	ДТ350НН	398	383	354	370	368	293	321	319
76Ф АЗОВСТАЛЬ	ДТ350	383	373	352	363	361	321	321	298
76Ф ЧМК	ДТ350	383	375	352	365	363	321	323	317
ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ350, ДТ350НН	352 -405	не менее					не более		
		341	321	341		341	363		
ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ370ИК	370 -409	не менее					не более		
		363	352	363		352	388		

Марка стали	Chemical elements content, %							
	C	Mn	Si	V	Cr	Ni	Cu	N
ТЭК-ДТ	0,70-0,80	0,75-1,25	0,39-0,5	0,01-0,12	0,001-0,28	0,12	0,006	0,014
EN 13674-1: 2011	0,70-0,82	0,65-1,25	0,13-0,60	0,03	0,15-0,3	-	-	0,01 %
ГОСТ Р 51685-2013	0,71-0,82	0,75-1,15	0,25-0,45	0,05-0,15	Σ не более 0,40			-
					0,15	0,15	0,20	



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

**ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ**

ОХЛАЖДЕНИЕ И ВЫГРУЗКА РЕЛЬСОВ



• **Описание внедрённой установки.**

- Рельсобалочный стан для Kardemir A.S. был поставлен компанией SMS и запущен в 2007 году. Данный стан предполагал производство рельсов и балок в нетермоупрочненном состоянии.
- Имеющееся оборудование и планировка цеха требовали, чтобы установка ТЕС-DTP-300-78-3 была размещена в ограниченном пространстве технологического проёма для обслуживания рольгангов и холодильника шириной 2850мм. На фотографии можно увидеть максимально рациональное решение, разработанное специалистами НПП «ТЭК» для преодоления этого ограничения. Также для реализации такого решения от Kardemir A.S. требовалось доработать алгоритм работы существующего рельсового манипулятора, а также организовать схему кантования рельса. Только в этом случае появлялась возможность загрузки рельса в установку термообработки ТЕС-DTP-300-78-3. В итоге в технологическом проёме разместили линию термообработки, которая состоит из 12 стандартных модулей охлаждения, систем подачи воздуха и воды. Kardemir A.S. была внедрена оригинальная схема кантования и загрузки рельса в установку.



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

**Установка дифференцированной термообработки
рельсов ТЕС-DTP-300-78-3**



Основные параметры:

1. Производительность: 400,000 т/год
2. Такт (время охлаждения): 270-330 сек (120-150сек)
3. Тип установки: модульная, садочная
4. Длина раската от 12м до 78м
5. Соответствие стандартам: EN 13674-1, GOST R51685-2013; UIC 860, DIN 5901 – 5902, AREMA



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ



С марта 2017г Kardemir A.S., на установке ТЕС-DTP-300-78-3 с производительностью 260 штук в сутки (400 000 тон/год), производит термообработанные рельсы длиной 78 м с прокатного нагрева профилей 49E1, 54E1, 60E1 категории R350HT по EN13674-2011.





Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ

ЗАГРУЗКА РЕЛЬСОВ В УСТАНОВКУ



УСТАНОВКА ТЕС-DTP-300-78-3 ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 400 000 ТОН В ГОД, Kardemir
A.S., Турция



ЗАГРУЗКА РЕЛЬСА В УСТАНОВКУ



ЦЕНТРИРОВАНИЕ РЕЛЬСА В УСТАНОВКЕ



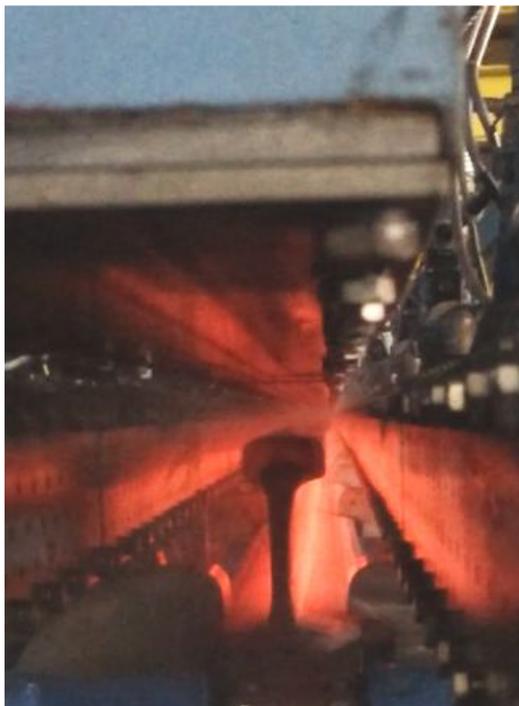
Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

**ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ РЕЛЬСОВ**

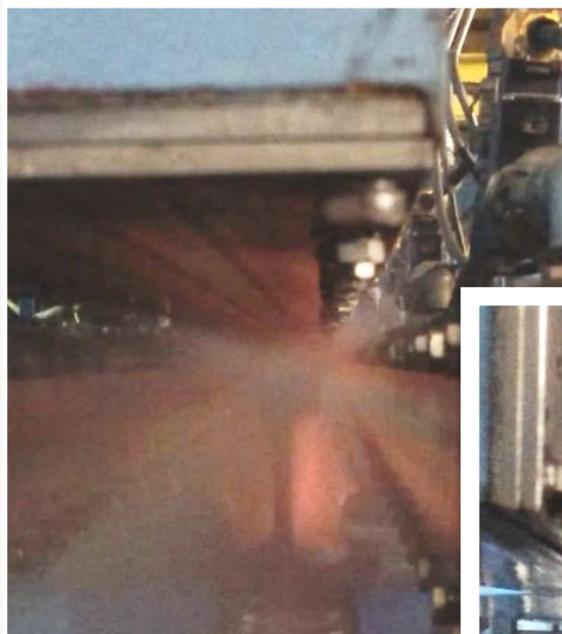
ОХЛАЖДЕНИЕ И ВЫГРУЗКА РЕЛЬСОВ



УСТАНОВКА ТЕС-DTP-300-78-3 ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 400 000 ТОН В ГОД, Kardemir
A.S., Турция



ОХЛАЖДЕНИЕ РЕЛЬСА



ВЫГРУЗКА РЕЛЬСА



Научно-производственное
предприятие

**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**



ВИДЕО ПО РАБОТЕ УСТАНОВКИ ТЕС-DTP-300-78-3



Научно-производственное
предприятие
**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**

**ОПЫТ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ
СВАРНЫХ СТЫКОВ И РЕЛЬСОВ**



ПРЕДСТОЯЩИЕ РАБОТЫ

- 1. КАСАТЕЛЬНО ОСТРЯКОВ ОР65 КАТЕГОРИИ ДЗ350 ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ:** - ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ПРАВКА, ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ В ЛАБОРАТОРИИ ЕВРАЗ ЗСМК И НСЗ, СБОРКА РЕМКОМПЛЕКТА И УКЛАДКА НА ПОДОПЫТНУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ.
- 2. КАСАТЕЛЬНО СВАРНЫХ СТЫКОВ РЕЛЬСОВ:** ПОДГОТОВКА ПАРТИИ ТЕРМОУПРОЧНЕННЫХ СВАРНЫХ СТЫКОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ВО ВНИИЖТ.
- 3. КАСАТЕЛЬНО РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ:** РАБОТЫ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ УСТАНОВКИ ДЗР ЕВРАЗ ЗСМК НА ПРЕДМЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ ДО ТЕХНОЛОГИИ ТЕС-ДТ, ПОСТАВКА УСТАНОВКИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ РЕЛЬСОВ ДЛЯ ЕВРАЗ НТМК С ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 250 000 ТОН В ГОД И КАТЕГОРИЯМИ ПРОИЗВОДИМЫХ РЕЛЬСОВ ДТ350НН И ДТ400.



Научно-производственное
предприятие

**ТОМСКАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
КОМПАНИЯ**



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!