

Summary

Rudyuk A. S., Azarkevich A. A., Voskovets Yu. A., Durasov A. V.

Operating tests for rails made of basic oxygen steel K76F manufactured by «МС «АЗОВСТАЛ» PJSC at railways of Ukraine

There are provided preliminary results of operating tests for R65 rails made of basic oxygen steel of K76F mark manufactured by «МС «Azovstal» PJSC at railways of Ukraine. The rail durability at curved segments was investigated.

Keywords

basic oxygen steel, rails, traffic density, operation durability, transit tonnage, curved segments

Поступила 01.06.13

УДК 669.141.245

**А. С. Рудюк, А. А. Азаркевич, А. Д. Лебедев, Е. С. Попов*, Е. В. Гончаренко*,
О. И. Труфанова***

Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр металлургической промышленности «Энергосталь», Харьков

*ПАО «Металлургический комбинат «АЗОВСТАЛЬ», Мариуполь

Повышение качества и расширение сортамента закаленных рельсов из конвертерной стали

Представлены требования к качеству рельсов, основные элементы оборудования и технологии поверхностной закалки рельсов типов Р65 и UIC60 из стали марки К76Ф в рельсозакалочной машине рельсобалочного цеха ПАО «МК «АЗОВСТАЛЬ». Проанализировано различие рельсов типов Р65 и UIC60. Показано, что наибольшую твердость по сечению закаленного слоя головки имеют рельсы, закаленные по поверхности катания и боковым граням головки. Разработана технология закалки рельсов типа Р65 по поверхности катания и боковым граням головки и рельсов типа UIC60 по поверхности катания.

Ключевые слова: сталь, рельсы, тип, закалка, водовоздушная смесь, воздух, самоотпуск, твердость, механические свойства

До 2011 г. в ПАО «МК «АЗОВСТАЛЬ» рельсы производили из мартеновской стали марки М76Т, при этом рельсы типа Р65 подвергали закалке в рельсозакалочной машине (РЗМ) с нагрева токамами высокой частоты (ТВЧ) [1].

Технология закалки рельсов в РЗМ включает стыковку рельсов в непрерывную движущуюся нить, нагрев ТВЧ головки рельсов, регулируемое первичное охлаждение головки, последующий разогрев охлажденного поверхностного слоя головки за счет тепла внутренних слоев (самоотпуск в течение ~35 с) и окончательное вторичное охлаждение водой.

При прохождении рельсов через РЗМ головку рельсов последовательно нагревают в трех секциях индукторов до температуры закалки, после чего поверхность катания головки охлаждают водовоздушной смесью в системе первичного охлаждения, состоящей из шести коллекторов. Максимальный расход воды на коллектор первичного охлаждения составляет 6,7 л/мин. При необходимости произво-

дят также охлаждение боковых граней головки воздухом.

Одним из основных показателей качества рельсов является их твердость, с повышением которой увеличивается износостойкость.

Эксплуатация рельсов типа Р65 из стали марки М76Т, закаленных по поверхности катания и боковым граням, показала, что за счет повышения твердости боковых граней скорость их износа в ~1,7 раза ниже по сравнению с рельсами, закаленными только по поверхности катания [2].

Требования к рельсам, закаленным только по поверхности катания (ДСТУ 4344), представлены в табл. 1.

В 2011 г. ПАО «МК «АЗОВСТАЛЬ» и ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» освоили производство рельсов типа Р65, закаленных по поверхности катания из конвертерной стали марки К76Ф [3]. В 2012 г. начали разработку технологии производства рельсов типа Р65 из стали марки К76Ф, закаленных по поверхности

Требования к твердости закаленного слоя рельсов

Нормативный документ	Точка измерения твердости, номер	Расстояние от боковой грани, мм	Глубина от поверхности катания, мм			Твердость, НВ
			по оси	по выкружкам	по боковым граням	
ДСТУ 4344:2004	1	–	5	–	–	311-401
	2	–	11	–	–	302-401
	3	–	–	13	–	302-401
ТУ У 27.1-26524137-1354:2007	4	5	5	–	15	311-401
	5	10	11	–	23	302-401
	6	5	–	13	30	311-401

катания и боковым граням, удовлетворяющих требованиям ТУ У 27.1-26524137-1354:2007 (табл. 1) и предназначенных для укладки на кривых участках пути. Поверхность катания этих рельсов охлаждали водовоздушной смесью, а боковые грани – только воздухом, подаваемым под давлением 2 ати (рис. 1).

Конфигурация закаленного слоя головки рельсов, закаленных по поверхности катания и закаленных по поверхности катания и боковым граням, а также размещение точек измерения твердости по Бринеллю приведены на рис. 2.

Отработку технологии закалки боковых граней рельсов типа Р65 производили на рельсах из стали марки К76Ф текущего производства, химический состав которых представлен в табл. 2.

После проведения серии опытных закалок и анализа результатов изготовили первые опытные партии закаленных рельсов. Режимы термической обработки рельсов опытных плавков приведены в табл. 3.

Механические свойства и твердость по сечению закаленного слоя опытных рельсов типа Р65 из стали марки К76Ф, закаленных по поверхности катания и боковым граням, полностью удовлетворяли предъявляемые требования (табл. 4, 5). Твердость поверхности катания, микроструктура, остаточные напряжения и результаты копровых испытаний также

соответствовали предъявляемым требованиям. Все это позволило начать промышленное производство рельсов типа Р65 из стали марки К76Ф, закаленных по поверхности катания и боковым граням.

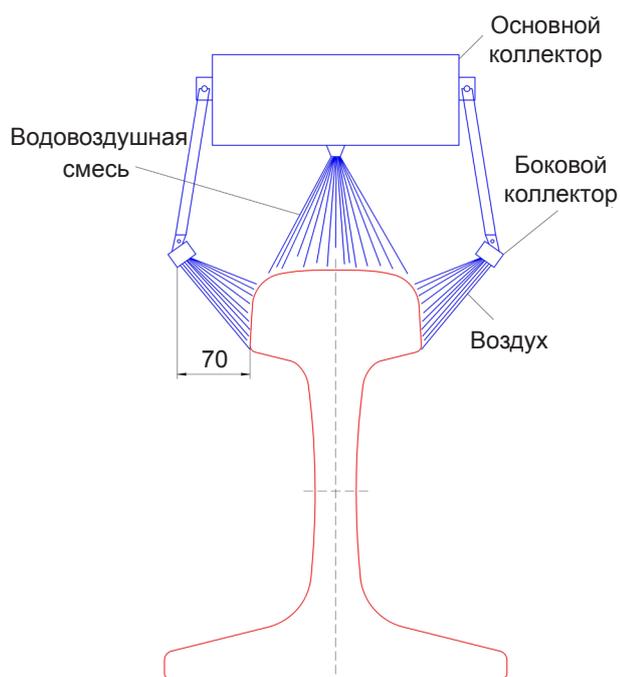


Рис. 1. Схема охлаждения боковых граней

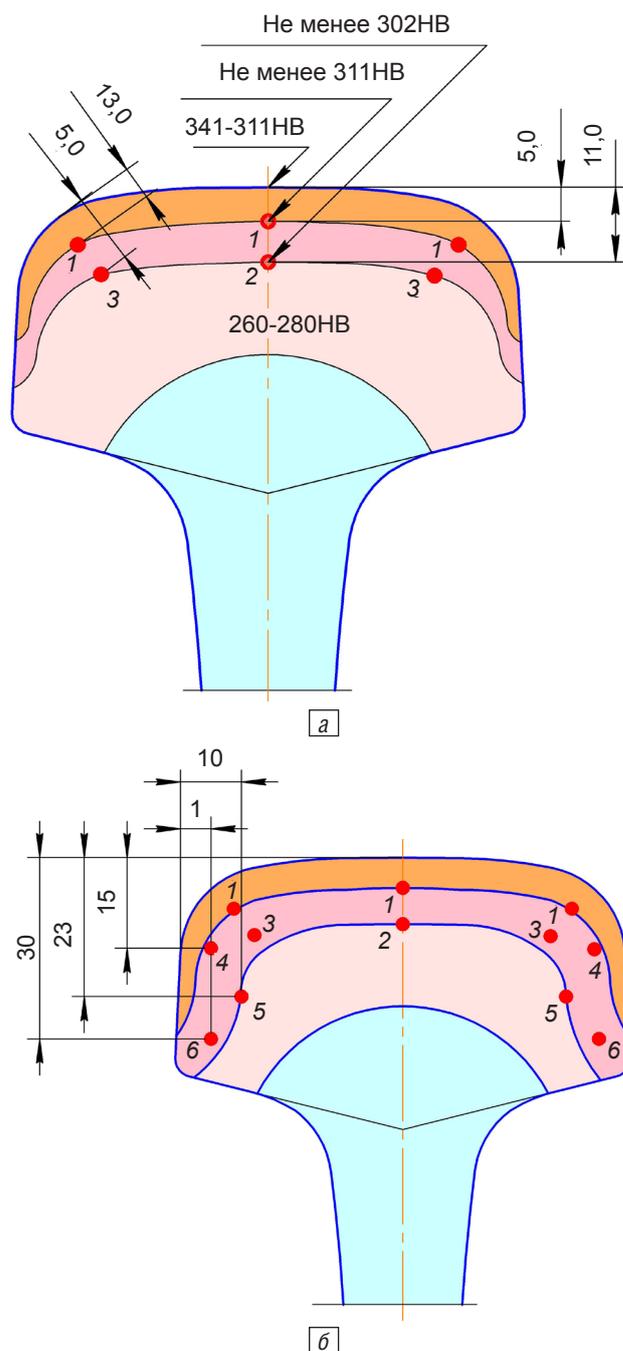


Рис. 2. Конфигурация закаленного слоя головки рельсов и места измерения твердости: закалка по поверхности катания (а); закалка по поверхности катания и боковым граням (б)

Химический состав опытной рельсовой стали

Тип рельса	Шифр плавки	Массовая доля элементов, %					
		C	Mn	Si	S	P	V
P65	КФ997	0,78	0,89	0,35	0,008	0,020	0,066
	КФ1129	0,75	0,90	0,29	0,004	0,021	0,056
UIC60	КФ948	0,75	0,95	0,36	0,016	0,023	0,064
	КФ949	0,76	0,93	0,32	0,008	0,023	0,065
Требования ДСТУ 4344		0,71-0,82	0,80-1,30	0,25-0,45	0,035	0,040	0,03-0,07

Таблица 3

Режимы закалки рельсов опытных плавов

Шифр плавки	Скорость движения рельса, V, мм/с	Температура, °C		Расходы воды, л/мин						суммарный
				по коллекторам						
		нагрева	самоотпуска	1	2	3	4	5	6	
Рельсы типа P65										
КФ997	43	940	540	2,7	3,8	4,6	4,3	4,3	2,4	22,1
КФ1129	43	940	535	3,1	3,5	3,9	4,3	4,0	2,7	21,5
Рельсы типа UIC60										
КФ948	43	935	530	3,1	3,8	4,1	5,1	4,7	2,5	23,3
КФ949	43	935	530	2,7	3,1	4,3	5,0	5,0	2,6	22,7

Таблица 4

Механические свойства закаленных рельсов из стали марки K76Ф

Шифр плавки	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	Временное сопротивление, σ_b , Н/мм ²	Относительное		Ударная вязкость КСУ, Дж/см ²	Расширение паза, мм
			удлинение, δ , %	сужение, ψ , %		
Рельсы типа P65, закаленные по поверхности катания и боковым граням						
КФ997	895	1284	10,5	28	34-40	2,1
КФ1129	1036	1292	10,0	35	36-39	1,8
Рельсы типа UIC60, закаленные по поверхности катания						
КФ948	816,0	1237,0	10,5	31,0	35-36	1,7
КФ949	879,0	1316,0	8,5	27,0	36-36	2,5
Требования ДСТУ 4344	≥800	≥1196	≥8	≥ 25	≥25	≤3,0

Таблица 5

Твердость по сечению закаленного слоя головки рельсов типа P65

Шифр плавки	Точка измерения твердости, номер	Расстояние от боковой грани, мм	Глубина от поверхности катания, мм			Твердость, НВ
			по оси	по выкружкам	по боковым граням	
КФ 997	1	–	5	–	–	354-363
	2	–	11	–	–	337-363
	3	–	–	13	–	341-363
	4	5	–	–	15	345-373
	5	10	–	–	23	329-345
	6	5	–	–	30	329-345
КФ 1129	1	–	5	–	–	345-363
	2	–	11	–	–	345-363
	3	–	–	13	–	341-363
	4	5	–	–	15	341-359
	5	10	–	–	23	329-341
	6	5	–	–	30	333-345

Необходимо отметить, что закалка боковых граней способствовала повышению на ~20 НВ твердости закаленного слоя головки рельсов на глубине 5-11 мм по оси и 5-13 мм на выкружках по сравне-

нию с рельсами, закаленными только по поверхности катания.

Твердость боковых граней в основном находится в пределах 329-363 НВ, что удовлетворяет требованиям

Анотація

Рудюк О. С., Азаркевич А. А., Лебедєв О. Д., Попов Є. С., Гончаренко Є. В., Труфанова О. І.

Підвищення якості та розширення сортаменту загартованих рейок із конвертерної сталі

Представлено вимоги до якості рейок, основні елементи обладнання та технології поверхневого гартування рейок типів Р65 і UIC60 зі сталі марки К76Ф в рейкогартівній машині рейкобалкового цеху ПАТ «МК «АЗОВСТАЛЬ». Проаналізовано відмінність рейок типів Р65 і UIC60. Показано, що найбільшу твердість по перетину загартованого шару головки мають рейки, загартовані по поверхні катання та бічним граням головки. Розроблено технологію гартування рейок типу Р65 по поверхні катання та бічним граням головки і рейок типу UIC60 по поверхні катання.

Ключові слова

сталь, рейки, тип, гартування, водоповітряна суміш, повітря, самовідпуск, твердість, механічні властивості

Summary

Rudyuk A. S., Azarkevich A. A., Lebedev A. D., Popov Ye. S., Goncharenko Ye. V., Trufanova O. I.

Quality improving and widening of the range of hardened rails made of converter steel

There are presented the requirements for rails quality, main elements of equipment and technologies of surface hardening of rails of P65 and UIC60 types made of steel grade K76F in rail hardening machine of rail-beam shop at «MC «AZOVSTAL» PJSC. The difference between P65 and UIC60 types of rails was analyzed. It was shown that rails hardened along rolling surface and head sides edges are the hardest at head hardened layer cross-section. There was developed a technology for hardening of P65 rails along rolling surface and head sides edges and UIC60 rails along rolling surface.

Keywords

steel, rails, type, hardening, water-air mixture, air, self-tempering, hardness, mechanical characteristics

Поступила 01.06.13

УДК 669.14:672.1

С. Я. Шипицин, Ю. З. Бабаскин, В. П. Короленко, Н. Я. Золотарь

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

Новые рельсовые и колесные стали для железнодорожного транспорта недалекого будущего*

Разработаны высокопрочные рельсовые и колесные перлитные стали с дисперсионным упрочнением наноразмерными, некогерентными, внутризеренными нитридами ванадия, которые превышают стандартные на 100-150 МПа по прочности, в 2 раза по циклической трещиностойкости, почти в 2 раза по износостойкости в условиях трения скольжением и качением, на 100 °С по теплостойкости и пониженной в 2 раза склонностью к образованию хрупких поверхностных мартенситных слоев. Это прогнозирует повышение не менее, чем в 2 раза надежности и долговечности рельсов и колес, в том числе для условий повышенных скоростей движения и грузоподъемности подвижного состава. В ДП «Укрзалізниця» представлены предложения о проведении опытно-промышленных испытаний сталей.

Ключевые слова: рельсовые и колесные стали, дисперсионное нитридное упрочнение, механические и функциональные свойства, износ

Надежность и эксплуатационный ресурс железнодорожных рельсов и колес массового производства, которые находятся в наиболее жестких условиях эксплуатации и главным образом определяют

технично-экономические показатели эффективности работы железнодорожного транспорта, уже не отвечают современным требованиям повышенных скоростей движения и грузоподъемности подвижного

*Исследования выполнены в рамках проекта 7.8 Программы «Ресурс» НАН Украины «Повышение эксплуатационной надежности и долговечности комплекса «железнодорожные рельсы – колеса – тормозные колодки» за счет улучшения механических и триботехнических свойств рельсовых и колесных сталей и колесного чугуна нового поколения». Научный руководитель проекта академик НАН Украины В. Л. Найдек