

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev
ISSN 1609-1817
2017, Vol. 103, No. 4, pp. 23-29

ANALYSIS OF HARDNESS OF THE METAL OF RAIL 60 E1

Gavrilov Pavel, Cand.Sci.(Eng.), professor, Riga technical University, Riga, Latvia,
pavels.gavrilovs@rtu.lv

Victor Ivanov, PhD doctor student, Riga technical University, Riga, Latvia,
viktori4301187@inbox.lv

Ramis Zaripov, Master of Technical Sciences, teacher, Pavlodar State University named after S.Toraigyrov, Pavlodar, Kazakhstan, ramis.zaripov@mail.ru

Abstract. The main purpose of the rail is that they regulate the direction of the wheels when moving vehicles, and also assume the pressure of the wheels and transfer it to the parts of the upper path lying lower. As a rule, railway rails are made of steel with a carbon content. The fact that this steel will be of high quality is influenced by many factors - the chemical structure of steel, as well as its micro- and macrostructure.

The main indicator of rail quality is its hardness. During the movement of the car, the rolling surface of the wheel is constantly in contact with the rails and is subject to intensive action of various loads. The wheel, in contact with the rail with a small surface, transfers to it large static and dynamic loads. As a result, significant deformations and large contact stresses occur at the place where the wheels touch the rail. In this paper, the hardness of the metal of the rolling surface of the rail of the English company "ArcelorMittal" with the steel mark R350HT and the rail type ENSIDES A 60 E1 [1] is analyzed.

The aim of the work is to compare the rails of different brands and identify the most qualitative, as well as the effectiveness of the application of machining. The given researches will allow to define conformity to the standard and operational properties of a rail. The hardness was measured using a portable hardness tester "Krautkramer". The results of the research can be used in the construction of new railway lines and major repairs of existing routes.

The research process consisted of three stages:

- determination of the hardness of metal on the rolling surface on the Brinell scale of HB polished rails (by Speno) 60 E1, as well as new non-polished rails 60 E1, both in straight and curved sections of the track [2].

- analysis of the results obtained in the course of the study and comparison with the data of the English manufacturer's plant.

- conclusion and the main conclusions about the hardness of metal on the rolling surface of rail heads ENSIDES A 60 E1.

As a result, the research revealed the advantages of polished rails before new ones. The comparative analysis is presented in the form of a graph.

Key words: hardness, grade, metal, steel, rail, standard, rolling surface, analysis.

УДК 625.143.089

П. Гаврилов¹, В. Иванов¹, Р. Зарипов²

¹Рижский технический университет, г. Рига, Латвия

²Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан

АНАЛИЗ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛА РЕЛЬСА 60 E1

Аннотация. Основным показателем качества рельса является его твердость. В данной статье произведен анализ твердости металла поверхности катания рельса Английской фирмы "ArcelorMittal" с маркой стали R350HT и типом рельса ENSIDES A 60 E1 [1]. Данные исследования позволяют определить соответствие стандарту и эксплуатационным свойствам рельса.

Процесс исследования состоял из трех этапов:

- определение твердости металла на поверхности катания по шкале "Бринеля" НВ шлифованных рельсов (фирмой Speno) 60 E1, а также новых нешлифованных рельсов 60 E1, как в прямых, так и в кривых участках пути [2].

- анализ полученных в ходе исследования результатов и сравнение с данными Английского завода производителя.

- заключение и основные выводы о твердости металла на поверхности катания головок рельса ENSIDESA 60 E1.

Ключевые слова: твердость, марка, металл, сталь, рельс, стандарт, поверхность катания, анализ.

С 2013 года на Латвийской железной дороге широко применяются рельсы английской фирмы "ArcelorMittal" с маркой стали R350HT и типом рельсов ENSIDESA 60 E1 (рисунок 1). Данные рельсы уложены, как на главных, так и на приемо-отправочных путях. Рельсы должны соответствовать Европейскому стандарту EN 13674-1 2011 (XA) [1].

Для того чтобы рельсы служили длительно и надежно, металл, из которого они изготовлены, должны соответствовать необходимым условиям работы (стандартам или гостам). Именно поэтому важно контролировать допустимые значения основных механических показателей. А как известно, к механическим свойствам относятся твердость, прочность, ударная вязкость, пластичность [2].

Твердость металлов и сплавов – первичная конструкционная характеристика, это свойство материала создавать сопротивление при проникновении в его поверхностные слои иного тела, которое не деформируется и не разрушается при сопутствующих нагрузках (индентора) [2].

Для определения твердости металла был выбран перегон Вецумнеки – Миса Латвийской железной дороги. На данном перегоне в 2015 году производился капитальный ремонт пути с укладкой новых рельсов английской фирмы "ArcelorMittal" ENSIDESA 02 14 60 E1, что означает: ENSIDESA завод-производитель, 02 месяц выпуска, 14 год выпуска и 60 E1 тип рельса.

После укладки, подбивки и стабилизации балластного слоя, были уложены плети и закреплены в

температурном интервале. Температура закрепления плети составила +27°C. После укладки новых длиномерных рельсов была произведена шлифовка поверхности катания головки рельса, рельсошлифовальным поездом URR-112 швейцарской фирмы «Speno».

На 2017 год, пропущенный тоннаж по данному перегону, составил 47,4 миллион тонн брутто. Измерение твердости происходило с помощью переносного твердомера "Krautkramer". На рисунке 1 отображены измерение твердости металла на поверхности катания шлифованного рельса в прямом участке пути. На рисунке 2 показано измерение твердости металла на поверхности катания шлифованного рельса в кривой R = 1307 м. На момент исследования боковой износ рабочей грани головки составил 3 мм, вертикальный износ 1 мм.

В качестве сравнения твердости поверхности катания были произведены измерения новых рельсов без пропущенного тоннажа, уложенных в процессе текущего содержания на перегоне Вецумнеки – Лачплесис, 219 км 1 пикете 12 сентября 2017 года. Новые рельсы производства Английской фирмы "ArcelorMittal" ENSIDESA 02 13 60 E1 и 01 16 60 E1. На рисунке 3 показано измерение твердости металла на поверхности катания нового рельса в кривом участке пути R = 956 м.

На рисунке 4 отображено измерение твердости металла на поверхности катания нового рельса ENSIDESA 01 16 60 E1 в прямом участке пути.

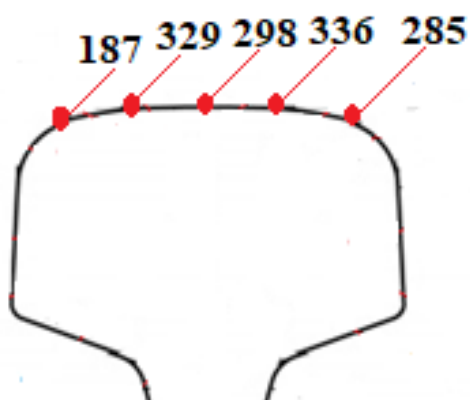


Рис. 1 - Измерение твердости металла на поверхности катания шлифованного рельса ENSIDESA 02 14 60 E1

Fig. 1 - Measurement of hardness of metal on the surface of polished rail ENSIDESA 02 14 60 E1

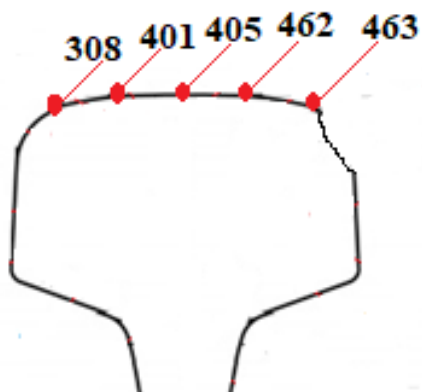


Рис. 2 - Измерение твердости металла (в кривой R = 1307 м) на поверхности катания шлифованного рельса ENSIDESA 02 14 60 E1

Fig. 2 - Measurement of metal hardness (curve R = 1307 m) on the surface of polished rail ENSIDESA 02 14 60 E1

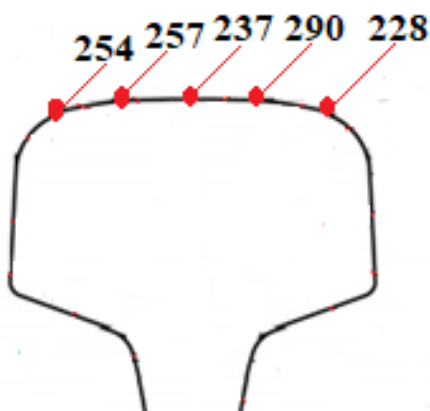


Рис. 3 - Измерение твердости металла (в кривой R = 956 м) на поверхности катания нового рельса ENSIDESA 05 13 60 E1

Fig. 3 - Measurement of metal hardness (curve R = 956 m) on the tread surface of a new rail ENSIDESA 13 05 60 E1

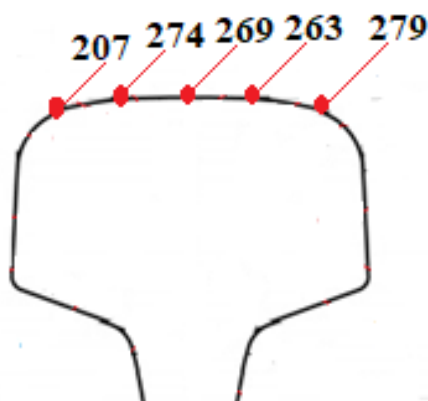


Рис. 4 - Измерение твердости металла на поверхности катания нового рельса ENSIDESA 01 16 60 E1

Fig. 4 - Measurement of metal hardness on the tread surface of a new rail ENSIDESA 01 16 60 E1

На основе полученных данных составлена таблица и произведены сравнения с паспортными данными завода-изготовителя. Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Средняя твердость в головке рельсов 60 E1 ENSIDESA на поверхности катания, не соответствует паспортным данным завода-изготовителя, за исключением шлифованного рельса в

кривой радиуса $R = 1307$ м. По результатам исследований твердость составила 408 HB, что на 51 HB выше паспортных значений. Увеличение твердости в кривых участках на поверхности катания можно объяснить повышенным взаимодействием бандажа колесной пары с поверхностью катания головки рельса.

Таблица 1 - Сравнение твердости рельсов на поверхности катания 60 E1 ENSIDESA с маркой стали R350HT с заводом изготовителя

Table 1 - Comparison of the hardness of rails on the rolling surface 60 E1 ENSIDESA with steel grade R350HT with the manufacturer's factory

Место определения твердости	Марка твердости рельса R350HT				
	Твердость завода изготовителя (HB)	Средняя твердость (рельсов 60 E1 ENSIDESA) (HB)			
		шлифованный рельс ENSIDESA 02 14 60 E1 (HB)	шлифованный рельс в кривой ENSIDESA 02 14 60 E1 (HB)	новый рельс в кривой ENSIDESA 05 13 60 E1 (HB)	новый рельс ENSIDESA 01 16 60 E1 (HB)
1	2	3	4	5	6
На головке, поверхность катания HB	357	287	408	253	258

На основании таблицы 1, построим графическое отображение твердости металла на рисунке 5.

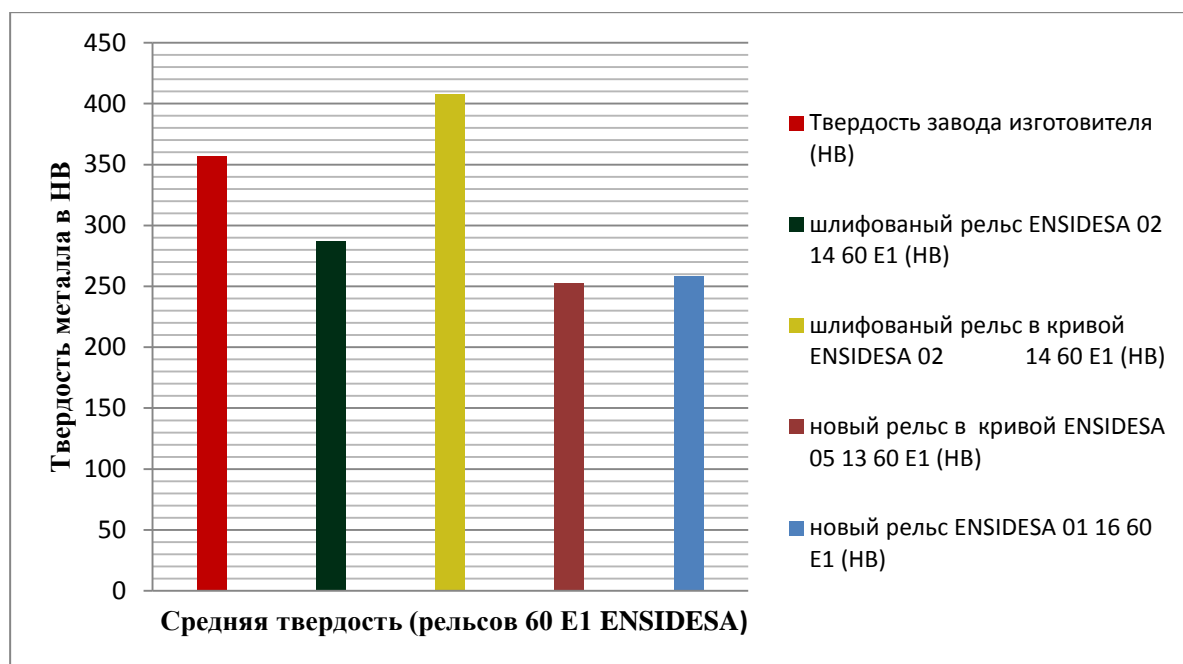


Рис. 5 - Графическое отображение результатов сравнение твердости рельсов на поверхности катания 60 E1 ENSIDESA

Fig. 5 - Graphical display of results a comparison of the hardness of the rails on the running surface 60 E1 ENSIDESA

Выводы:

1. Проверка твердости производилась по шкале Бринеля (HB) современным переносным прибором Krautkramer. В качестве исследования были выбраны два перегона Латвийской железной дороги Вецумнеки – Миса и Вецумнеки – Лачплесис. На участке Вецумнеки – Миса в 2015 году были уложены новые рельсы, выпущенные Английским фирмой “ArcelorMittal” ENSIDESA 02 14 60 E1, после укладки произведена шлифовка, а на участке Вецумнеки – Лачплесис той же фирмой, но без шлифовки.

2. По результатам исследования можно сделать следующий вывод, что твердость металла шлифованных рельсов оказалась выше на 31 HB, нежели чем у не шлифованных рельсов. Твердость шлифованных рельсов можно объяснить тем, что в зоне шлифования при углах наклона шлифовального круга от 15 до 35 градусов данный участок описывается

малыми радиусами, и поэтому в момент обработки появляются дополнительные удельные давления со стороны обрабатываемого материала и со стороны абразивного круга.

3. Способ шлифования повышает поверхностную твердость рельсов в 1,2 раза. Этому способствует применение прерывистых кругов, которые снижают температуру обрабатываемой поверхности, дополнительно деформируют материал и увеличивают степень его упрочнения.

4. Сравнивая полученную твердость металла нового рельса с паспортными данными завода-изготовителя, также имеются расхождения, твердость металла рельса ниже на 100 HB.

5. Для того чтобы повысить твердость поверхности катания рельса, необходимо после каждой укладки производить шлифовальные работы, так как снижение твердости может привести к быстрому износу головки рельса.

ЛИТЕРАТУРА

[1] НТД/ЦП 1-2-3-93 Классификация дефектов рельсов. Каталог дефектов рельсов. Признаки дефектных и острodefekтных рельсов. – М.: Транспорт, 1993. – 64 с.

[2] Rudyuk A.S., Azarkevich A.A., Voskovets Yu.A., Durasov A.V. Operating tests for rails made of basic oxygen steel K76F manufactured by «МК «Azovstal» PJSC at railways of Ukraine // *Металл и литье Украины*, 2013. – № 6 (241). – С. 25-28.

[3] Рудюк А.С., Азаркевич А.А., Гахеладзе Г.С. Повышение качества железнодорожных рельсов производства ПАО «МК «Азовсталь» // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2012. – № 7. – С. 149-151.

[4] Сталинский Д.В., Рудюк А.С., Лебедев А.Д. Пути повышения качества и эксплуатационной стойкости железнодорожных рельсов // *Залізничний транспорт України*. – 2008. – № 6. – С. 63-64.

[5] Термическая обработка рельсов с нагрева токами высокой частоты (ТВЧ) / Д.В. Сталинский, Д.К. Нестеров, А.С. Рудюк, В.Е. Сапожков. – Харьков: УкрГНТЦ «Энергосталь», 2009. – 395 с.

[6] URL: <http://corporate.arcelormittal.com>

REFERENCES

[1] NTD/TSP 1-2-3-93 *Klassifikaciya defektov rel'sov. Katalog defektov rel'sov. Priznaki defektnyh i ostrodefektnyh rel'sov* [in Russian: Classification of rail defects. Catalog of defects of rails. Signs of defective and highly defective rails]. Moscow, Transport Publ., 1993, 64 p.

[2] Rudyuk A.S., Azarkevich A.A., Voskovets Yu.A., Durasov A.V. *Operating tests for rails made of basic oxygen steel K76F manufactured by «МК «Azovstal» PJSC at railways of Ukraine*. Metall i lit'e Ukrainy [Metal and casting of Ukraine], 2013, № 6 (241), pp. 25-28.

[3] Rudyuk A.S., Azarkevich A.A., Gaheladze G.S. *Povyshenie kachestva zheleznodorozhnyh rel'sov proizvodstva PAO «МК «Azovstal»* [in Russian: Improving the quality of railway rails produced by PJSC "МК" Azovstal"]. Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost' [Metallurgical and mining industry], 2012, No. 7, pp. 149-151.

[4] Stalinskij D.V., Rudyuk A.S., Lebedev A.D. *Puti povysheniya kachestva i ehkspluatacionnoj stojkosti zheleznodorozhnyh rel'sov* [in Russian: Ways to improve the quality and serviceability of railway rails]. Zaliznychnyi transport Ukrainy [Railway transport of Ukraine], 2008, No. 6, pp. 63-64.

[5] *Termicheskaya obrabotka rel'sov s nagreva tokami vysokoj chastoty (TVCH)* [in Russian: Thermal treatment of rails with heating currents of high frequency (HD)]. D.V. Stalinskij, D.K. Nesterov, A.S. Rudyuk, V.E. Sapozhkov. Kharkiv, UkrSSEC "Energostal" Publ., 2009, 395 p.

[6] URL: <http://corporate.arcelormittal.com>

АНАЛИЗ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛА РЕЛЬСА 60 E1

Гаврилов Павел, к.т.н., профессор, Рижский технический университет, г. Рига, Латвия
pavels.gavrilovs@rtu.lv

Иванов Виктор, докторант, Рижский технический университет, г. Рига, Латвия
viktori4301187@inbox.lv

Зарипов Рамис Юринович, магистр технических наук, преподаватель, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан, ramis.zaripov@mail.ru

60 E1 РЕЛЬСТЕРДІҢ МЕТАЛЛ ҚАТТЫЛЫҒЫН ТАЛДАУ

Гаврилов Павел, т.ғ.к., профессор, Рига техникалық университеті, Рига қ., Латвия
pavels.gavrilovs@rtu.lv

Иванов Виктор, докторанты, Рига техникалық университеті, Рига қ., Латвия
viktori4301187@inbox.lv

Зарипов Рамис Юринович, оқытушы, С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан, ramis.zaripov@mail.ru

Аңдатпа. Темір жол сапасының негізгі көрсеткіші қаттылығы. Бұл мақалада R350HT болат «АрселорМиттал» компаниясының және ENSIDESА 60 E1 рельсі түріне бар рельстің бойында жылжу кезінде металл қаттылығын анықтаудың анализі көрсетіген. Ағылшын фирмасы беті қаттылығын талдайды. Бұл зерттеулер рельстің стандартқа сәйкестігін және қолдану қасиеттерін анықтайды.

Зерттеу үдерісі үш кезеңнен тұрады:

- E1 60 ажарлы рельсінің және жаңа ажарланбаған 60 E1рельсінің сондай-ақ қисық бет учаскелерінде «Brinell» HB сырғанау бетіндегі металл қаттылығын анықтау;

- зерттеу барысында алынған нәтижелердің талдауын жасау және ағылшын өндіруші зауытының мәліметтерімен салыстыру;

- ENSIDESА 60 E1 рельс бастың сырғанау бетіндегі металл қаттылығының негізгі қорытындысы және түйіні.

Түйінді сөздер: қаттылық, сынық, металл, болат, рельс, стандартты, илектеу беті, талдау.

Статья поступила в редакцию 11.10.17. Актуализирована 15.11.17. Принята к публикации 24.11.17