

С.А. Чебуров*

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-11-80

ВИГОТОВЛЕННЯ ОСЕЙ ЧОРНОВИХ ПОПЕРЕДНЬО ОБРОБЛЕНИХ МЕТОДОМ ОБТОЧУВАННЯ КРУГЛОЇ ЗАГОТОВКИ

В статті надано визначення терміну вісь чорнова (заготовка профільна). Серед іншого, наведено інформаційні дані щодо технології отримання заготовок, а також методів виробництва осей чорнових в Україні. Осі чорнові в нашій країні виготовляються трьома різними методами гарячого деформування: вільним куванням, гвинтовим прокатуванням та радіально-ротаційним деформуванням. Представлено опис нового методу виготовлення осі чорнкової попередньо механічно обробленої. Надано посилання на роботу представлення порівняльних характеристик дефектів матеріалу осей чорнових різних типів, виготовлених різними методами, за різними технологіями, декількома Вітчизняними виробниками. Ці характеристики визначені підприємством ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ» під час різних видів випробувань осей чорнових, виготовлених у період із 2002 по 2017 рр. Наведено опис випробувань та перелік параметрів об'єктів випробувань, що визначалися: геометричні розміри, дефекти поверхні, маркування, контроль звукопровідності та наявності внутрішніх дефектів, хімічний склад осей, механічні властивості матеріалу, контроль макроструктури, забрудненість сталі неметалевими вкрапленнями, контроль мікроструктури, а також представлені результати випробувань осей чорнових попередньо оброблених, виготовлених методом обточування круглої трубної заготовки, проведених підприємством ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ» у період із 2018 по 2021 рр. Представлено висновки за результатами проведених випробувань, а саме: за перевіреними параметрами об'єкти випробувань відповідають вимогам нормативної документації, технологія витоплення сталі та технологія виготовлення осей чорнових, вироблених на ПАТ «ІНТЕРПАП НТЗ», забезпечують виконання вимог ДСТУ ГОСТ 31334:2009, ДСТУ ГОСТ 4728:2014 та ТУ У 30.2-23365425-701:2018. Наведено перелік використаної, під час написання роботи, літератури, що включає державні стандарти, технічні умови та статтю.

Ключові слова: вісь чорнова, безперервнолита технологія, кругла заготовка.

© Чебуров С.А., 2021

С. А. Чебуров

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-11-80

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОСЕЙ ЧЕРНОВЫХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННЫХ МЕТОДОМ ОБТОЧКИ КРУГЛОЙ ЗАГОТОВКИ

В статье дано определение термина ось черновая (заготовка профильная). Среди прочего, приведены информационные данные о технологии получения заготовок, а также методов производства осей черновых в Украине. Оси черновые в нашей стране изготавливаются тремя разными методами горячего деформирования: свободной ковкой, винтовой прокаткой и радиально-ротационным деформированием. Представлено описание нового метода изготовления оси черновой предварительно механически обработанной. Дана ссылка на работу: «Представление сравнительных характеристик дефектов материала осей черновых разных типов, изготовленных разными методами, по разным технологиям, несколькими отечественными производителями». Эти характеристики определены предприятием ИЦ ПВ ГП «УкрНИИВ» во время разных видов испытаний осей черновых, изготовленных в период с 2002 по 2017 гг. Приведено описание испытаний и перечень определяемых параметров объектов испытаний: геометрические размеры, дефекты поверхности, маркировка, контроль прозвучиваемости и отсутствия внутренних дефектов, химический состав, механические свойства материала осей, контроль макроструктуры, загрязненности стали неметаллическими включениями, контроль микроструктуры, а также представлены результаты испытаний осей черновых предварительно обработанных, изготовленных методом обточки круглой трубной заготовки, проведенных предприятием ИЦ ПВ ГП «УкрНИИВ» в период с 2018 по 2021 гг. Представлены выводы по результатам проведенных испытаний, а именно: по проверенным параметрам объекты испытаний соответствуют требованиям нормативной документации, технология изготовления стали и технология изготовления осей черновых, изготовленных на ПАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ», обеспечивают выполнение требований ДСТУ ГОСТ 31334:2009, ДСТУ ГОСТ 4728:2014 и ТУ У 30.2-23365425-701:2018. Приведено перечень использованной, при написании работы, литературы, которая включает государственные стандарты, технические условия статьи.

Ключевые слова: ось черновая, непрерывнолитая технология, круглая заготовка.

Згідно з чинним в Україні стандартом ДСТУ ГОСТ 31334 [1], вісь чорнова (заготовка профільна) – це вісь, яка отримана методом гарячого деформування, піддана термічній обробці, має припуск під механічну обробку та пройшла ультразвуковий контроль.

Осі чорнові виготовляють із безперервнолитих заготовок за ДСТУ ГОСТ 4728 [2] або зі зливоків сталі марки ОС. Сталь повинна бути піддана позапічній обробці та вакуумуванню [3].

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Осі чорнові в нашій країні виготовляються зі злиwkів та, з 2009 року, підприємства-виробники впровадили у виробництво осі чорнові, що виготовлені із заготовок, які отримані за безперервною технологією.

Осі чорнові виготовляються на чотирьох вітчизняних підприємствах, трьома різними методами гарячого деформування: вільним куванням, гвинтовим прокатуванням та радіально-ротаційним деформуванням.

Загальний вигляд та характеристики осей чорнових (заготовок профільних) представлено у роботі [3].

На даний час ПУБЛІЧНИМ АКЦІОНЕРНИМ ТОВАРИСТВОМ «ІНТЕРПАЙП НИЖНЬОДНІПРОВСЬКИЙ ТРУБОПРОКАТНИЙ ЗАВОД» (ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»), що розташоване у м. Дніпро, проводиться впровадження у виробництво осей чорнових попередньо механічно оброблених, які виготовляються методом обточування круглої трубної заготовки. Ескіз загального вигляду круглої заготовки, для виготовлення осі чорнової, показаний на рисунку 1.

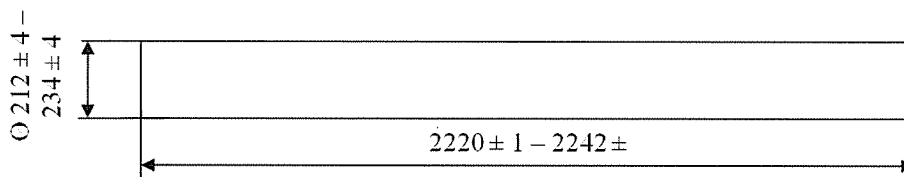


Рис. 1. Загальний вигляд круглої заготовки попередньо механічно обробленої для виготовлення осі чорнової

У якості осевої заготовки використовується заготовка постійного діаметра, яка виготовлена методом радіально-ротаційного деформування зі ступенем укова метала, при виготовленні, не менше трьох. Заготовки піддають термічній обробці, нормалізації, або нормалізації з наступним відпуском у відповідності до ТУ У 30.2-23365425-701 [4].

Випробувальним центром продукції вагонобудування та ливарного виробництва для вагонобудування ДП «УкрНДІВ» (ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ») проводяться випробування осей чорнових для рухомого складу залізниць різних вітчизняних виробників на відповідність їх показників вимогам нормативної документації.

У роботі [3] наведено порівняння характеристик дефектів матеріалу осей чорнових (заготовок профільних) різних вітчизняних виробників, виготовлених у період із 2002 по 2017 рр.

У період із 2018 по 2021 рр. ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ» проводив випробування осей чорнових, що виготовлені обточуванням круглої заготовки на підприємстві ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», з метою поставлення їх на виробництво та подальшої сертифікації.

Визначення геометричних розмірів проводилося методом вимірювання за допомогою універсальних засобів вимірювальної техніки.

Дефекти поверхні та маркування контролювалися візуально та за допомогою універсальних засобів вимірювальної техніки.

Контроль звукопровідності та наявності внутрішніх дефектів проводилося методом ультразвукового неруйнівного контролю за РД 32.144-2000 [5].

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Хімічний склад осей визначався методом фотоелектричного спектрального аналізу у відповідності до ГОСТ 18895 [6] та ДСТУ 8919:2019 [7].

Механічні властивості матеріалу осей чорнових визначали за: ГОСТ 1497 [8], ДСТУ ISO 6892-1 [9] – випробування на розтяг та за ДСТУ EN 10045-1 [10] і ГОСТ 9454 [11] – випробування на ударну в'язкість руйнування.

Контроль макроструктури осей чорнових проводили на протравлених повнопрофільних поперечних темплетях за ГОСТ 10243 [12].

Контроль забрудненості сталі неметалевими вкрапленнями виконували методом ШІ за ГОСТ 1778 [13] на 6 (шести) шліфах. Оцінка неметалевих вкраплень деформованого металу проводилася під мікроскопом, порівнянням з еталонними шкалами, під час перегляду всієї площини нетравленого шліфа.

Контроль мікроструктури матеріалу осей чорнових та визначення розміру зерна виконували за допомогою ГОСТ 5639 [14].

У таблиці 1 представлені результати випробувань осей чорнових, що виготовлені обточуванням круглої заготовки на підприємстві ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» у період із 2018 по 2021 рр.

Таблиця 1. Результати випробувань з визначення властивостей матеріалу чорнових попередньо механічно оброблених осей, які виготовлені із круглої заготовки у період із 2018 по 2021 рр.

Характеристики, що контролюються, параметри	Одиниці вимірювання	Нормативна документація, що містить значення, вимогу до параметру (позначення розділу, пункту документа)	Параметр		
			за документацією		фактично
			параметр	відхилення	параметр
1	2	3	4	5	6
Хімічний склад сталі марки ОС:					
- вуглець	%	п. 4.1.3 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 4.2 ДСТУ ГОСТ 4728 [2], п. 5.3.1 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	0,42-0,50	+0,03 -0,02	0,46-0,50
- марганець	%		0,60-0,90	+0,10 -0,05	0,72-0,85
- кремній	%		0,15-0,35	± 0,05	0,18-0,30
- фосфор, не більше	%		0,035	± 0,005	0,008-0,013
- сірка, не більше	%		0,035	± 0,005	0,002-0,007
- нікель, не більше	%		0,30	-	0,09-0,11
- хром, не більше	%		0,30	-	0,08-0,21
- мідь, не більше	%		0,25	-	0,16-0,18
- алюміній, не більше	%		0,035	-	0,006-0,029
- сірка + фосфор, не більше	%		0,045	-	0,010-0,016

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення таб.1

Механічні властивості сталі марки ОС: - тимчасовий опір, не менше - границя текучості, не менше - відносне подовження, не менше - ударна в'язкість при 20 °С КСУ: середнє значення, не менше мінімальне значення, не менше	МПа	п. 4.1.9 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 4.4 ДСТУ ГОСТ 4728 [2], п. 5.5 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	600	-	645,0-720,0
	МПа		310	-	366,0-435,0
	%		19	-	20,0-22,0
	Дж/см ²		44	-	51,5-61,0
	Дж/см ²		34	-	48,0-60,0
Макроструктура: - флокени, несущільності, чужорідні металеві та неметалеві включення, сліди усадкової раковини, рихлість, розшарування, тріщини, пухирі, кірочки		п. 4.1.13 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 4.7 ДСТУ ГОСТ 4728 [2], п. 5.3.2 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	не допускаються		відсутні
- осьова пористість, не більше	бал		2	-	1,0-2,0
- осьова ліквация, не більше	бал		2	-	0-1,0
- світла смужка, не більше	бал		2	-	0
- ліквацийні смужки та тріщини, не більше	бал		2	-	0
- крайове крапкове забруднення, не більше	бал		2	-	0
Ультразвуковий контроль осі: - затухання ультразвукових коливань на частоті 2,5 МГц, не більше	дБ	п. 4.1.14 ДСТУ ГОСТ 31334:2009 [1]	46		38-42
Неметалеві включення, не більше: - сульфіди	бал	п. 4.1.15 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 4.8 ДСТУ ГОСТ 4728 [2], п. 5.3.3 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	2,5		0-1,1
- оксиди рядкові	бал		2,5		0-0,2
- силікати пластичні	бал		2,5		0,1-0,42
- силікати крихкі	бал		2,5		0,4-1,0
- силікати, що не деформуються	бал		2,5		1,3-1,6
Мікроструктура: - структура		п. 4.1.16 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 5.7 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	однорідна перліт-но-феритна		однорідна перліт-но-феритна
- розмір зерна, не менше	бал		5	-	6-7

У результаті проведених випробувань встановлено:

- за геометричними параметрами, якістю поверхні та наявністю дефектів, що виявляються методами неруйнівного контролю, осі, які виготовлені з круглої заготовки, відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1];

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- за хімічним складом, механічними властивостями, структурою матеріалу та наявністю неметалевих вкраплень ці осі відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1] та ДСТУ ГОСТ 4728 [2] (див. таблицю 1).

Висновки.

За результатами проведених ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ», у період із 2018 по 2021 рр., випробувань встановлено:

- за геометричними параметрами, якістю поверхні та наявністю дефектів, що виявляються методами неруйнівного контролю, осі, які виготовлені з круглої заготовки, відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1];

- за хімічним складом, механічними властивостями, структурою матеріалу та наявністю неметалевих вкраплень, осі, які виготовлені з круглої заготовки, відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1], ДСТУ ГОСТ 4728 [2] та ТУ У 30.2-23365425-701 [4].

Технологія витоплення сталі марки ОС та технологія виготовлення осей чорнових, вироблених на ПАТ «ІНТПРПАЙП НТЗ» забезпечують виконання вимог ДСТУ ГОСТ 31334 [1], ДСТУ ГОСТ 4728 [2] та ТУ У 30.2-23365425-701 [4].

Осі чорнові попередньо механічно оброблені, які виготовляються методом обточування круглої трубної заготовки за своїми характеристиками відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1] та ДСТУ ГОСТ 4728 [2], які пред'являють до осей чорнових для рухомого складу залізниць колії 1520 мм.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ГОСТ 31334:2009 (ГОСТ 31334-2007, IDT) Осі для рухомого складу залізниць колії 1520 мм. Технічні умови. 28 с. 2, 3 с.
2. ДСТУ ГОСТ 4728:2014 (ГОСТ 4728-2010, IDT) Заготовки осевые для железнодорожного подвижного состава. Технические условия. 8 с. 2-4 с.
3. «Порівняння характеристик дефектів матеріалу осей чорнових (заготовок профільних) різних вітчизняних виробників». Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад», вип. 16, – ДП «УкрНДІВ», м. Кременчук, 2018. – 7 с.
4. ТУ У 30.2-23365425-701:2018 Осі чорнові для вантажних вагонів. Технічні умови. 33 с. 7 с.
5. РД 32.144-2000 Контроль неразрушающий приемочный. Колеса цельнокатаные, бандажи и оси колесных пар подвижного состава. Технические требования. 26 с. 19-23 с.
6. ГОСТ 18895-97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа. 15 с. 2-6 с.
7. ДСТУ 8919:2019 Сталь. Метод фотоелектричного спектрального аналізу. 22 с. 2-14 с.
8. ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84) Металлы. Методы испытаний на растяжение. 26 с. 3-14 с.
9. ДСТУ ISO 6892-1:2019 (ISO 6892-1:2016, IDT) Металеві матеріали. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури. 70 с. 6-40 с.
10. ДСТУ EN 10045-1:2006 Металеві матеріали. Випробування на ударний вигин за Шарпі. Частина 1. Метод випробування (EN 10045-1:1990, IDT). 11 с. 2-6 с.
11. ГОСТ 9454-78 Металлы. Методы испытаний на ударный изгиб при пониженных комнатной и повышенных температурах. 13 с. 1-3 с.
12. ГОСТ 10243-75 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры. 29 с. 1-7 с.
13. ГОСТ 1778-70 (ИСО 4967-79) Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. 26 с. 1-8, 17 с.
14. ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Метод выявления и определения величины зерна. 21 с. 1-8 с.

S.A. Cheburov

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute»

33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine

Tel: (05366) 6-11-80

MANUFACTURE OF ROUGH AXLES PRE-MACHINED BY THE ROUNDING PROCESS

The article deals with the definition of the term “rough axle” (profile billet). Among other things, data on the manufacturing process of axle billets, as well as manufacturing methods for rough axles in Ukraine are presented. Rough axles in our country are manufactured using three different methods of hot-forming process: free forging, screw rolling and radial-rotation profile forming. New method of manufacturing a pre-machined rough axle is described. References to the paper, i.e., determination of comparative characteristics of internal defects of different types of rough axles produced by several domestic manufacturers using various methods and technological processes are made. These characteristics were determined by the Testing Center for railcar-building products of DP "UkrNDIV" during different types of testing rough axles manufactured in the period from 2002 to 2017. The testing is described and the parameters of the test objects which were determined, namely, geometrical dimensions, surface integrity, marking, testing of sound permeability and internal defects of the axles, chemical composition and mechanical characteristics of the axle structure, macrostructure cleanliness, nonmetallic inclusions in the steel, micrographic cleanliness are indicated. Also, the testing results of pre-machined rough axles, manufactured by the method of turning the round billet, carried out by the Testing Center of DP "UkrNDIV" in the period from 2018 to 2021 are presented. Findings based on the tests results are set forth, that is, the tested parameters of test objects meet the requirements of regulatory documentation, steel-melting and manufacturing technological processes for rough axles manufactured by PJSC "INTERPIPE NTRP" comply with DSTU HOST 31334:2009, DSTU HOST 4728:2014 and TU U 30.2-23365425-701:2018. The list of literature sources including state standards and technical specification used while writing the paper and the article itself are given.

Key words: rough axle, continuously steel-casting method, round billet.

REFERENCES

1. DSTU HOST 31334: 2009 (HOST 31334-2007, IDT) Axles for rolling stock of 1520 mm gauge railways. Specifications. 28 p., pp. 2- 3.
2. DSTU HOST 4728: 2014 (HOST4728-2010, IDT) Axle billets for railway rolling stock. Specification. 8 p., pp.2-4
3. "Comparison of the characteristics of defects in rough axles (profile billets) manufactured by various domestic producers." Collection of scientific works "Rail-bound rolling stock", vol. 16, DP "UkrNDIV", Kremenchuk, 2018, pp. 7
4. TU U 30.2-23365425-701: 2018 Rough axles for freight cars. Specifications. 33 p., 7 p.
5. RD 32.144-2000 Acceptance non-destructive testing. Solid-rolled wheels, rims and axles of wheel-sets for the rolling stock. Technical specifications. 26 p., pp. 19-23.
6. HOST 18895-97 Steel. Method of photoelectric spectral analysis, 15 p., pp.2-6
7. DSTU 8919: 2019 Steel. Method of photoelectric spectral analysis. 22 p., pp. 2-14.
8. HOST 1497-84 (ISO 6892-84) Metals. Methods of tension test. 26 p., pp. 3-14.
9. DSTU ISO 6892-1: 2019 (ISO 6892-1: 2016, IDT) Metallic materials. Tensile testing. Part 1. Test method at room temperature. 70 p., pp. 6-40
10. DSTU EN 10045-1: 2006 Metallic materials. Sharp impact test. Part 1. Test method (EN 10045-1: 1990, IDT). 11 p., pp. 2-6
11. HOST 9454-78 Metals. Methods for testing the impact strength at the low, room and elevated temperatures. 13 p., pp. 1-3
12. HOST 10243-75 Steel. Methods of test and evaluation of the macrostructure. 29 p., pp.1-7
13. HOST 1778-70 (ISO 4967-79) Steel. Metallographic methods for determination of nonmetallic inclusions. 26 p. pp.1-8, 17
14. HOST 5639-82 Steels and alloys. Method for detection and determination of grain size. 21 p. pp. 1-8.