

УДК 629.4.023.11.004.64: 001.891.5

С.А. Чебуров

ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФЕКТІВ МАТЕРІАЛУ ОСЕЙ ЧОРНОВИХ (ЗАГОТОВОК ПРОФІЛЬНИХ) РІЗНИХ ВІТЧИЗНЯНИХ ВИРОБНИКІВ

В статті наведено наявність дефектів макроструктури та неметалевих вкраплень в чорнових осях, що визначені підприємством ДП «УкрНДІВ» під час різних видів випробувань, виготовлених на заводах України із 2002 по 2017 рр.

Згідно діючого в Україні стандарту ДСТУ ГОСТ 31334:2009 [1], вісь чорнова (профільна заготовка) – це вісь, яка отримана методом гарячого деформування, що піддана термічній обробці, має припуск під механічну обробку та пройшла ультразвуковий контроль.

Осі чорнові виготовляють із безперервнолитих заготовок за ДСТУ ГОСТ 4728:2014 [2] або зі зливків сталі марки ОС. Сталь повинна бути піддана позапічній обробці та вакуумуванню.

Осі чорнові в нашій країні виготовляються, здебільшого, зі зливків, на трьох підприємствах, трьома різними методами гарячого деформування: вільним куванням, гвинтовим прокатуванням та радіально-ротаційним деформуванням.

Наявність дефектів зменшує міцність виробів, особливо тих, що працюють під час перемінних навантажень, зміни температур або в корозійних середовищах. Дефекти погіршують фізико-механічні властивості металів, наприклад, міцність, пластичність, електропровідність і т.і. Найбільше впливають тонкі пласкі дефекти, що схильні до розвитку, наприклад, тріщини. Дефекти округлої форми (об'ємні) найменш схильні до розвитку та менше впливають на міцність виробів.

Макроскопічний аналіз полягає у визначенні будови металу неозброєним оком або крізь лупу із збільшенням у два, чотири рази, що дає змогу уявити загальну будову металу, умови витоПЛення, а також характер і якість обробки.

У відповідності до ДСТУ ГОСТ 31334:2009 [1] в осях чорнових не допускаються такі дефекти макроструктури як флокени, несущільності, чужорідні металеві та неметалеві включення, сліди усадкової раковини.

Також регламентовані дефекти макроструктури, що викладені у ДСТУ ГОСТ 4728:2014 [2], а саме, для заготовок зі зливків: точкова неоднорідність, центральна пористість, ліквацийний квадрат, підусадкова ліквация та загальна плямиста ліквация.

© *Чебуров С.А., 2018*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Точкова неоднорідність – дрібні, округлі, матові точки глибокого травлення, що розташовані по всьому перерізу зразка, за виключенням крайової зони. До уваги приймаються розміри точок і площа зразка, що ними ушкоджена.

Центральна пористість – дрібні пустоти, що не заварилися під час гарячої механічної обробки зливка. На макротемплеті пористість виявляється у вигляді дрібних або окремих великих темних точок – пор.

Ліквация – неоднорідність хімічного складу металів (сплавів), що виникає при їх кристалізації, проявляється як неоднорідний розподіл супутніх домішок (в литих металах) або легуючих елементів і домішок (у ливарних сплавах).

Ліквацийний квадрат (ліквацийне коло) – контури лікваций, що повторюють форму зливка. На макротемплеті виявляються у вигляді смужки металу, що травиться більш інтенсивно у порівнянні з іншою частиною шліфа.

Підусадкова ліквация – темні ділянки металу в центрі заготовок, що легко травляться.

Загальна плямиста ліквация – окремі темні плями різної форми та розмірів, що розташовані по перерізу основного металу зразка.

Контроль макроструктури осей чорнових проводять на протравлених повнопрофільних поперечних темплетях за ГОСТ 10243-75 [3].

У відповідності до ДСТУ ГОСТ 31334:2009 [1] не допускаються неметалеві вкраплення в матеріалі осей чорнових, бал яких перевищує 4,0. Контроль забрудненості сталі неметалевими вкрапленнями проводять за методом ШІ ГОСТ 1778-70 [4] на 6 (шести) шліфах. За ДСТУ ГОСТ 31334:2009 [1] контролюються наступні види неметалевих вкраплень: оксиди рядкові, оксиди точкові, силікати крихкі, силікати пластинчасті, сульфідні, нітриди (нітриди і карбонітриди рядкові, нітриди і карбонітриди точкові, нітриди алюмінію).

Оксиди – вкраплення окремих дрібних зерен у вигляді точок або рядків, що розташовані по всій площині шліфа.

Силікати крихкі – зруйновані в результаті деформації, витягнуті в суцільні рядки крихкі силікати або силікатні стекла.

Силікати пластинчасті – пластичнодеформовані вкраплення силікатів або силікатних стекел, що витягнуті за направленням волокна та відрізняються від сульфідів більш темним кольором та прозорістю у темному полі зору.

Сульфідні – пластичні, непрозорі в темному полі зору, витягнуті за направленням волокна окремі включення або групи включень, як правило, подвійного сульфиду заліза та марганцю.

Нітриди:

- рядки та розкидані по всьому полю зору жовто-рожеві кристали, в більшості правильної форми, нітридів і карбонітридів титана;

- рядки та розкидані по всьому полю блідо-рожеві вкраплення нітридів і карбонітридів ніобія неправильної округлої форми;

- темні кристали нітридів алюмінію, в основному, правильної форми.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Оцінку неметалевих вкраплень деформованого металу виконують під мікроскопом порівнянням з еталонними шкалами під час перегляду всієї площини нетравленого шліфа.

Випробувальним центром продукції вагобудування та ливарного виробництва для вагобудування ДП «УкрНДІВ» (ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ») на протязі останніх 15 років проводились випробування осей чорнових для рухомого складу залізниць різних вітчизняних виробників на відповідність їх показників вимогам нормативної документації. Серед іншого, в процесі випробувань, проводився й контроль макроструктури. Загальний вигляд осі чорнової зображено на рис. 1.

В таблиці 1 показана наявність дефектів макроструктури в чорнових осях, виготовлених із зливків, різних підприємств-виробників, під час проведення різних видів випробувань, на протязі останніх 15 років.

Забрудненість неметалевими включеннями осей чорнових, виготовлених із зливків на різних вітчизняних підприємствах, що виявлена під час проведення різних видів випробувань, на протязі останніх 15 років, наведено в таблиці 2.

З 2009 року підприємства-виробники впровадили виробництво осей чорнових виготовлених із заготовок, які отримані за безперервною технологією.

В таблицях 3, 4 наведено визначену наявність дефектів макроструктури та неметалевих вкраплень в чорнових осях, виготовлених із безперервнolитих заготовок на вітчизняних підприємствах із 2009 по 2017 рр.



Рис. 1. Загальний вигляд осі чорнової (заготовки профільної)

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 1. Наявність дефектів макроструктури в чорнових осях, виготовлених із зливків, різних підприємств-виробників із 2002 по 2017 рр.

№ п/п	Нормативне значення Виробники	Види дефектів макроструктури за ДСТУ ГОСТ 4728:2014 [2], бал												Примітка				
		точкова неоднорідність			центральна пористість			ліквіційний квадрат			підусадкова ліквіція				загальна плямиста ліквіція			
3,0		3,0			3,0			3,0			3,0			2,0				
ПрАТ «ЛІЦК»		ПрАТ «ЛІЦК»	ПАТ «ДМС»	ПрАТ «ДСС»	ПрАТ «ЛІЦК»	ПАТ «ДМС»	ПрАТ «ДСС»	ПрАТ «ЛІЦК»	ПАТ «ДМС»	ПрАТ «ДСС»	ПрАТ «ЛІЦК»	ПАТ «ДМС»	ПрАТ «ДСС»	ПрАТ «ЛІЦК»	ПАТ «ДМС»	ПрАТ «ДСС»		
1	2002 р.	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		2,0		2,0		
2	2005 р.		2,0		1,0		1,0		1,0		1,0		1,0		0		0	
3			2,0		1,0		1,0		1,0		1,0		1,0		0		0	
4			2,0	1,0		2,0	1,0		0,5	0		0	0		0	0		0
5	2006 р.	0; 1,0		0; 2,0			0				0			1,0; 2,0				
6	2007 р.			2,0			1,0			0			0					0
7	2008 р.	1,0	1,0		1,0	1,0		0	0		0	1,0		0	0			
8			1,5			1,0			0			0						
9		2,0	1,5		1,5	1,5		0	0		0	1,0		0	0			
10	2009 р.	2,0			0			0			0			0				
11					1,5						1,5			0				0
12	2010 р.		1,0	1,5		1,5	1,5			0	0		0			0		0
14	2011 р.	0,5			1,5			0			0			0		0		
15	2012 р.	0			0,5			0		2,0				0		0		
		0			1,0			0						0		0,5		
		0			1,0			0						0		0,5		
		0			0,5			0		2,0				0		0		
16	2014 р.	0,5			1,0			0			0			0		0		
		1,0			0,5			0			0			0		0		
		1,0			0			0			0			0		0		
17	2016 р.	0			0,5			0			0			2,0		0		0
18	2017 р.				1,5						1,0			0				0
19					1,5						1,0			1,0				0

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 2. Наявність неметалевих вкращень в чорнових осях, виготовлених із зливків, різних підприємств-виробників із 2002 по 2017 рр.

№ п/п	Нормативне значення	Тип неметалевих вкращень за ГОСТ 1778-70 [4], бал																		Примітка			
		окисиди рядкові		оксиди точкові		силікати крихкі		силікати пластинчасті		сульфіди		нітриди і карбонітриди											
		4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0											
	Виробники	ПрАТ «ЛПЦ»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «ДСС»	«ЛПЦ»	«ДМК»	«ДСС»	ПрАТ «ЛПЦ»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «ДСС»	«ЛПЦ»	«ДМК»	«ДСС»	ПрАТ «ЛПЦ»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «ДСС»	«ЛПЦ»	«ДМК»	«ДСС»	ПрАТ «ЛПЦ»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «ДСС»	
1	2002 р.	2,4*			2,4*			2,4*			2,4*			2,4*			2,4*			2,4*			
2	2005 р.	2,0-3,0	1,7		3,0-3,5	-	0	1,3			0	1,2		0	2,8		0			0			
3		2,0-2,5	1,3		2,0-3,5	-	0	1,2			0	1,2		0	2,7		0			0			
4		2,2	1,5					1,7	1,3		1,3		1,3		3,5	1,8							
5	2006 р.	2,8; 1,7			-			2,7; 2,3			2,0; 2,2						2,5; 1,67						
6	2007 р.			0,29						0,29							0,65						
7	2008 р.	1,0	1,5		1,0	-	0	0,3			0	1,2		2,5	2,5		2,5		1,57				
8			1,0					0,9				0,7											
9		1,0	1,0					0,5	1,3		0,5	1,3		1,0	2,3								
10	2009 р.	1,0						0			0			1,5									
11				1,5						0,5							0,5						
12	2010 р.		0,5	2,08					0	0									1,5	2,25			
14	2011 р.	0			-			0			0								1,0				
15	2012 р.	0			2,0			0			0								1,5				
		0			2,0			0			0,5								1,0				
		0			2,0			0			0,5								1,0				
		0			-			0			0								1,5				
16	2014 р.	0,42			-			0			0								0,75				
		0			2,0			0			0								0,5				
		0			1,5			0			0								0,5				
17	2016 р.	0			2,0			0			0								2,0				
18	2017 р.			2,3						0									2,0				
19				1,33						0,58									0,5				
																							0,5

* – під час сертифікаційних випробувань осей чорнових для рухомого складу залізниць, що виготовлялися за ГОСТ 30272-96 [5], попередньо механічно оброблених, проводився контроль неметалевих вкращень із занесенням в протокол середнього показника за всіма типами вкращень

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 3. Наявність дефектів макроструктури в чорнових осях, виготовлених із безперервнолитих заготовок, різних підприємств-виробників із 2009 по 2017 рр.

№ п/п	Види дефектів макроструктури за ДСТУ ГОСТ 4728:2014 [2], бал												Примітка
	точкова неоднорідність		центральна пористість		лікваційний квадрат		підсадкова ліквіація		загальна плямиста ліквіація		Примітка		
	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»			
1	0	3,0	0	3,0	0	3,0	0	3,0	0	2,0			
2		1,5; 1,5		1,0; 1,0	0	0		0; 1,0		1,0; 1,0			
3		1,0		0,5	0,5	0		0		0			
4		1,0		1,0	0,5	0		0		0			

Таблиця 4. Наявність неметалевих вкраплень в чорнових осях, виготовлених із безперервнолитих заготовок, різних підприємств-виробників із 2009 по 2017 рр.

№ п/п	Тип неметалевих вкраплень за ГОСТ 1778-70 [4], бал												Примітка	
	окисиди рядкові		окисиди точкові		силікати крихкі		силікати пластинчасті		сульфіди		нітриди і карбонітриди			Примітка
	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»	ПрАТ «АЕС»	ПАТ «ДМК»		
1	1,0	4,0	-	4,0	0	4,0	0	4,0	1,0	4,0	-	4,0		
2		0,5; 0,5		0,5; 0,5	0	0		0		1,5; 1,0		0		
3		1,67		2,5	0,33	0,33		0		0,67		0		
4		0		0	0,33	0,33		0		0,58		0		

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Висновки

Підприємствами України, за роки праці за цим напрямком, було досягнуто стабільно високу якість виготовлення осей чорнових (заготовок профільних) із зливків або із безперервнолитих заготовок сталі марки ОС:

- зведено до мінімуму присутність в структурі металу ліквіційних утворень – підусадкової та загальної плямистої ліквіції у відповідності до ГОСТ 10243-75 [3];

- в матеріалі практично відсутній такий тип дефектів неметалевих вкраплень, згідно з ГОСТ 1778-70 [4], як нітриди.

Технологія витоплення сталі марки ОС та технологія виготовлення осей чорнових на Вітчизняних підприємствах забезпечують виконання вимог ДСТУ ГОСТ 31334:2009 [1] та ДСТУ ГОСТ 4728:2014 [2] щодо макроструктури матеріалу та неметалевих включень.

ЛІТЕРАТУРА

1. 1. ДСТУ ГОСТ 31334:2009 (ГОСТ 31334-2007, IDT) Оси для рухомого складу залізниць колії 1520 мм. Технічні умови. – К.: ДП «УкрНДНЦ» – 28 с.
2. 2. ДСТУ ГОСТ 4728:2014 (ГОСТ 4728-2010, IDT) Заготовки осевые для железнодорожного подвижного состава. Технические условия. – К.: ДП «УкрНДНЦ» – 8 с.
3. 3. ГОСТ 10243-75 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры. – 29 с.
4. 4. ГОСТ 1778-70 (ИСО 4967-79) Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. – 26 с.
5. 5. ГОСТ 30272-96 (ИСО 1005-3-82) Оси черновые (заготовки профильные) для подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм. Технические условия. – 19 с.