

УДК 629.4.027.

*С.А. Чебуров*

## ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕНОСТІ МАТЕРІАЛУ КОЛІС СУЦІЛЬНОКАТАНИХ НЕМЕТАЛЕВИМИ ВКРАПЛЕННЯМИ

*В статті наведено наявність дефектів типу неметалеві вкраплення в колесах суцільнокатаних, що визначені випробувальним центром ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ» під час різних видів випробувань у період із 2004 по 2019 рр.*

### Вступ

Згідно діючого в Україні стандарту ДСТУ ГОСТ 10791:2016 (ГОСТ 10791-2011, IDT) [1], колесо суцільнокатане – це колесо, яке виготовляється з суцільної заготовки методом деформування у нагрітому стані (гарячого деформування) і складається з ободу, диску та маточини.

Колеса суцільнокатані (далі – колеса) виготовляють із безперервнолитих заготовок або зі зливків та обов'язково піддають позапічній обробці та вакуумуванню.

Колеса в нашій країні виготовляють на єдиному підприємстві – ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», що розташоване у м. Дніпро.

Одним із важливих показників, який характеризує якість виготовлення коліс є забрудненість неметалевими вкрапленнями.

За визначенням неметалеві вкраплення – це вкраплення, що виявляються в структурі затверділого металу, представляють собою сполуки з елементами присутніми в металі, або з елементами, що входять у склад форми, з якою сполучається рідкий метал.

У зв'язку з тим, що неметалеві вкраплення в металі є, здебільшого, більш крихкими та неміцними, вони можуть негативно впливати на довговічність деталей:

- зменшувати механічні властивості матеріалу;
- великий розмір наявних в металі вкраплень може призвести до виникнення тріщин, особливо під час роботи деталей в умовах змінних навантажень або термічних впливів;
- порушують суцільність та діють як концентратори напружень.

**Постановка проблеми.** У відповідності до ДСТУ ГОСТ 10791:2016 (ГОСТ 10791-2011, IDT) [1], серед інших, не допускаються дефекти типу неметалеві вкраплення в матеріалі ободів коліс, бал яких перевищує вказаний у таблиці 1. Контроль забрудненості сталі неметалевими вкрапленнями проводять за методом ШІ ГОСТ 1778-70 [2] на 6 (шести) шліфах. За ДСТУ ГОСТ 10791:2016 (ГОСТ 10791-2011, IDT) [1] контролюються наступні види неметалевих вкраплень: оксиди рядкові, оксиди точкові, силікати крихкі, силікати пластинчасті, силікати, що не деформуються, сульфіди.

© *Чебуров С.А., 2019*

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

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.

Силікати, що не деформуються (глобулярні) – одиничні або групові округлі чи неправильної форми вкраплення силікатів і силікатних стекел, крупні частки оксидних вкраплень, частіше корунду.

Сульфіди – пластичні, непрозорі у темному полі зору, витягнуті за направленням волокна окремі вкраплення або групи вкраплень, як правило, подвійного сульфиду заліза та марганцю.

Таблиця 1. Забрудненість сталі ободів коліс неметалевими вкрапленнями

Тип вкраплень	Умовне позначення вкраплень	Середній бал, не більше, для коліс категорії*	
		A	B
Оксиди рядкові	OC	1,0	1,0
Оксиди точкові	OT	1,5	2,5
Силікати крихкі	CX	1,5	2,0
Силікати пластинчасті	СП	1,5	2,0
Силікати, що не деформуються	CH	2,0	2,5
Сульфіди	C	1,5	2,0

\* – розподіл на категорії відбувається за розміром дозволених внутрішніх дефектів, які виявляють під час ультразвукового контролю, та за рівнем забрудненості неметалевими вкрапленнями

Відбір проб виконують від партії коліс, яка була прийнята відповідними службами за зовнішнім виглядом та після проходження неруйнівного контролю. Відбір проводять від коліс вироблених із найменш якісної частини зливка.

Площа кожного шліфа повинна бути не менше 200 мм<sup>2</sup>. Всього вирізають 6 (шість) шліфів із 2 (двох) поперечних темплетів обода у відповідності до рисунка 1.

Оцінку неметалевих вкраплень деформованого металу виконують під мікроскопом, порівнянням з еталонними шкалами, під час перегляду всієї площини нетравленого шліфа, за середнім балом окремо для кожного виду вкраплень.

**Матеріал та результати досліджень.** Випробувальним центром продукції вагонобудування та ливарного виробництва для вагонобудування ДП «УкрНДІВ» (ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ») протягом останніх 15 років проводились випробування коліс на відповідність їх показників вимогам нормативної документації. Серед іншого, в процесі випробувань, проводився й контроль забрудненості неметалевими вкрапленнями.

В таблиці 2 наведено визначену наявність дефектів неметалевих вкраплень в колесах, виготовлених, здебільшого, на вітчизняних підприємствах у період із 2004 по 2019 рр.

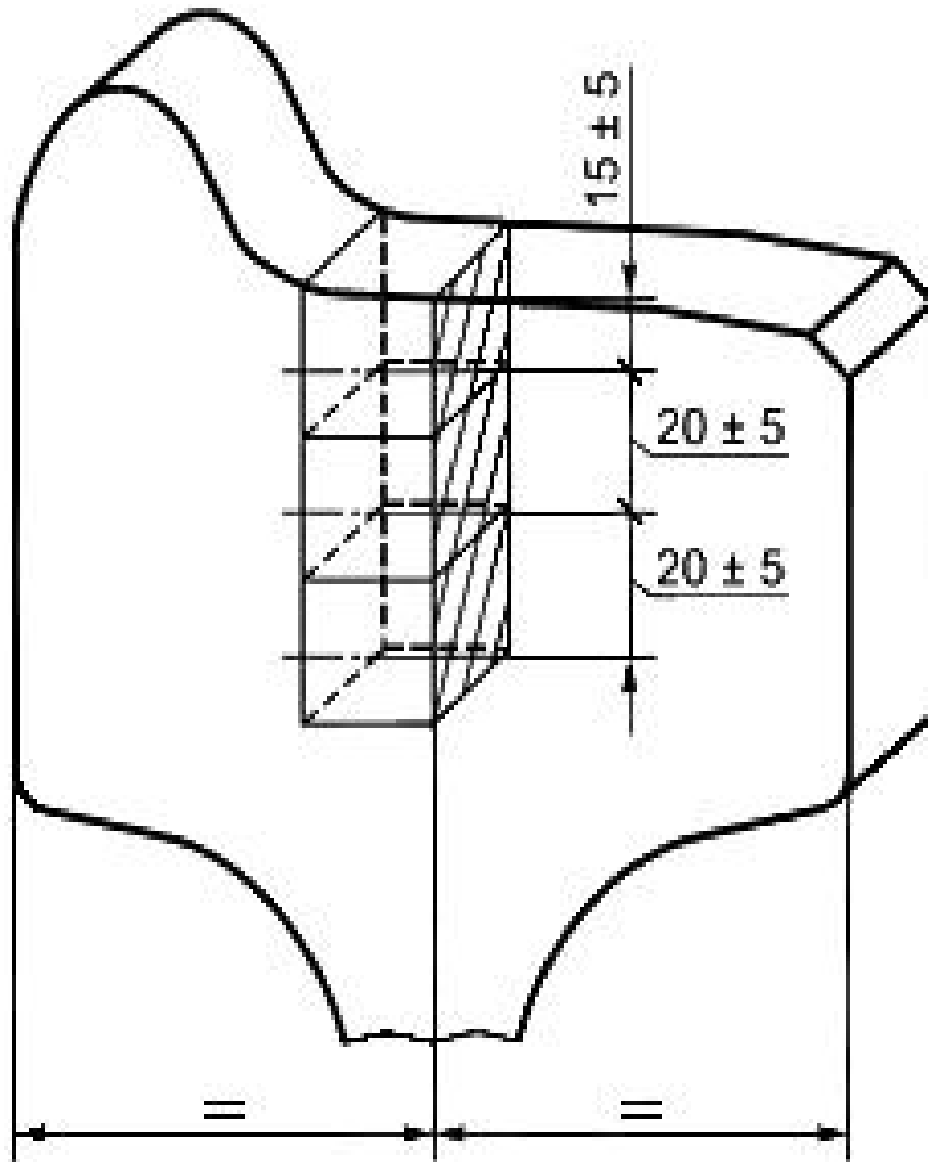


Рис. 1. Положення шліфів на поперечному темплеті обода колеса

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 2. Наявність неметалевих вкраплень в колесах, виготовлених у період із 2004 по 2019 рр.

№ з/п	Нормативне значення	Тип неметалевих вкраплень за ГОСТ 1778-70 [2], бал												Примітка	
		окисли ржавкові		окисли титанові		силікати крихілі		силікати пластичності		силікати що не деформуються		сульфати			
		1.0	ПАТ «ІНТЕРТАЙП НТЗ»	2.5	ПАТ «ІНТЕРТАЙП НТЗ»	2.0	ПАТ «ІНТЕРТАЙП НТЗ»	2.0	ПАТ «ІНТЕРТАЙП НТЗ»	2.5	ПАТ «ІНТЕРТАЙП НТЗ»	2.0	ПАТ «ІНТЕРТАЙП НТЗ»		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	2004	0,5	-	-	-	0	0	0	0	-	-	1,5	1,5		
2		0	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	2,6	2,6		
3		0,5	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
4		0,5	-	-	-	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0		
5		0,5	-	-	-	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0		
6		0,5	0,5	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	1,5	1,5		
7		0,5	0,5	-	-	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0		
8	2005	0,5	-	-	-	1,0	1,0	1,5	1,5	-	-	1,0	1,0		
9	2006	0	-	-	-	0,8	0,8	1,1	1,1	1,3	1,3	1,6	1,6		
10		0,5	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0		
11	2007	0,75	-	-	-	0	0	0	0	0,7	0,7	1,0	1,0		
12		0,8	-	-	-	0	0	0,1	0,1	1,2	1,2	1,0	1,0		
13		0,33	-	1,25	-	1,16	1,16	1,16	1,16	1,5	1,5	1,08	1,08		
14		0,7	-	1,58	-	0,2	0,2	0,4	0,4	1,5	1,5	1,5	1,5		
15		0,7	-	1,3	-	0,16	0,16	0,7	0,7	1,75	1,75	1,0	1,0		
16		0,5	-	1,33	-	1,0	1,0	0,5	0,5	1,17	1,17	1,5	1,5		
17		0	0	-	1,0	-	0	-	0	-	-	-	-	0,5	
18		0	0	-	1,5	-	0,1	-	0	-	-	-	-	0,75	
19		0,33	-	1,25	-	0,58	0,58	1,0	1,0	1,08	1,08	1,0	1,0		
20	2008	0,5	-	0	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,51	1,51		
21		0,5	-	0,5	-	0	0	0,3	0,3	1,4	1,4	1,1	1,1		
22		0,1	-	0,5	-	0	0	0,1	0,1	1,7	1,7	0,7	0,7		
23	2009	0,5	-	-	-	0,58	0,58	0,75	0,75	1,42	1,42	1,5	1,5		
24		0,58	-	-	-	0,83	0,83	0,67	0,67	1,16	1,16	1,08	1,08		
25		0,67	-	-	-	0,75	0,75	1,16	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0		
26		0,5	-	0,5	-	0,75	0,75	0,58	0,58	1,08	1,08	1,0	1,0		
27	2009	0,5	-	0,5	-	0,67	0,67	1,0	1,0	1,0	1,0	1,17	1,17		
28		0,67	-	0,5	-	0,75	0,75	0,67	0,67	1,58	1,58	1,58	1,58		
29		0,5	-	0,5	-	0,67	0,67	0,67	0,67	1,58	1,58	1,58	1,58		

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Кінець таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30	2010	0,5		0,5		1,0		0,83		1,08		1,42		
31		0,5		0,5		0,92		0,83		1,0		1,25		
32	2011	0,58		0,5		0,83		0,67		1,83		1,25		
33		0,5		0,5		0,58		0,67		1,75		1,17		
34		0,5		0,5		1,08		0,75		2,17		1,67		
35	2012	0,17		0,25		1,17		0,33		0,67		0,33		
36		0		0,33		0,75		0,17		1,08		0,33		
37		0,5		0,5		0,5		0,5		1,33		1,08		
38		0,5		0,5		0,5		0,5		1,25		1,0		
39		0,5		0,67		0,83		1,25		1,92		1,42		
40	2013	0		0,5		0		0		0,92		0,33		
41		0		0,5		0		0		0,92		0,33		
42		0		0,5		0		0		0,83		0,5		
43		0		0,5		0		0		1,25		0,5		
44		0		0,5		0		0		1,08		0,75		
45		0		0,5		0		0		1,17		0,83		
46	2014	0,17		0,25		0,58		0,42		1,5		1,33		
47		0		0,25		1,0		0		1,58		0,92		
48		0		0,25		1,0		0		1,58		0,92		
49		0		0,5		0,42		0		1,17		1,25		
50		0		0,5		0		0		0,92		0,58		
51		0		0,5		0		0		1,5		0,75		
52		0		0,5		0,92		0,33		1,17		1,83		
53		0		0,5		0,67		0		1,08		1,58		
54		0		0,25		1,25		0		1,92		1,0		
55	2016	0		0,5		0,58		0		1,17		0,75		
56		0		0,5		0,25		0,58		1,17		1,0		
57		-		0,5		-		0,83		-		-		
58	2017	0	0		0	0,75	0,17		0,5		2,25		0,67	
59		0		0		0,58		0,17		1,58		0,5		
60	2019	0		0,5		0,58		0,17		1,58		0,5		

-- контроль даних показників не проводився

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Також додатково було проведено дослідження стабільності якості виготовлення сталі та технології виготовлення коліс на ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» щодо забруднення неметалевими вкрапленнями. Результати досліджень представлено у вигляді діаграм (графіків) на рисунках 2-7.

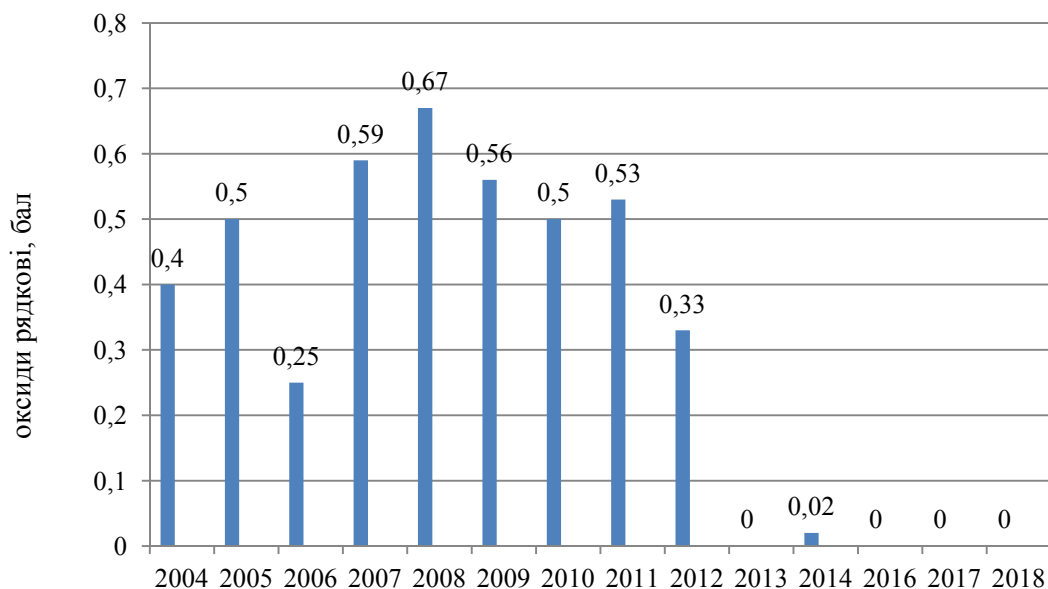


Рис. 2. Середній бал оксидів рядкових по роках виготовлення

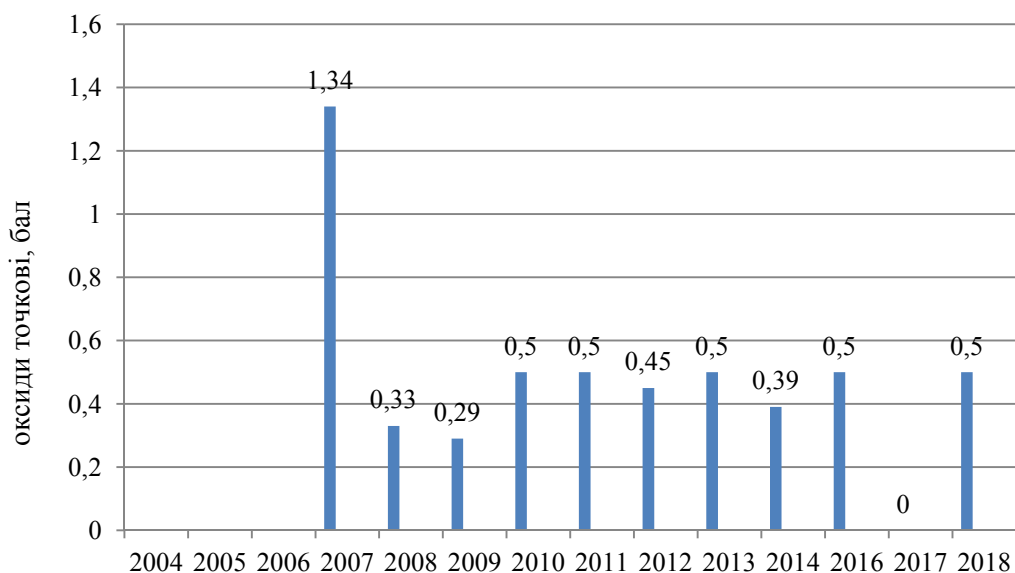


Рис. 3. Середній бал оксидів точкових по роках виготовлення

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

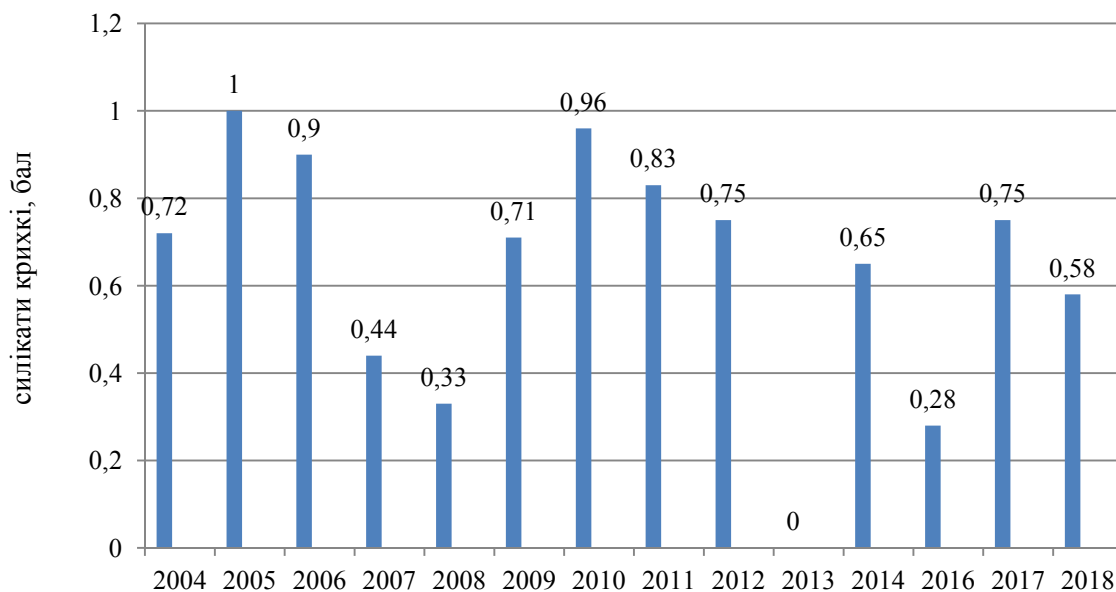


Рис. 4. Середній бал силікатів крихких по роках виготовлення

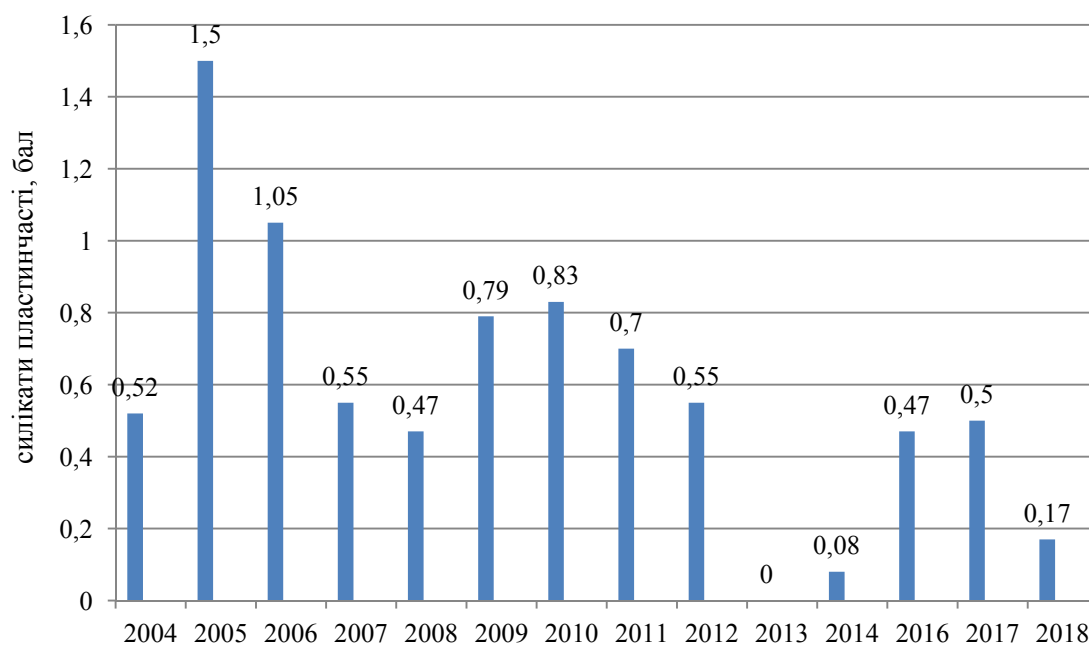


Рис. 5. Середній бал силікатів пластинчастих по роках виготовлення

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

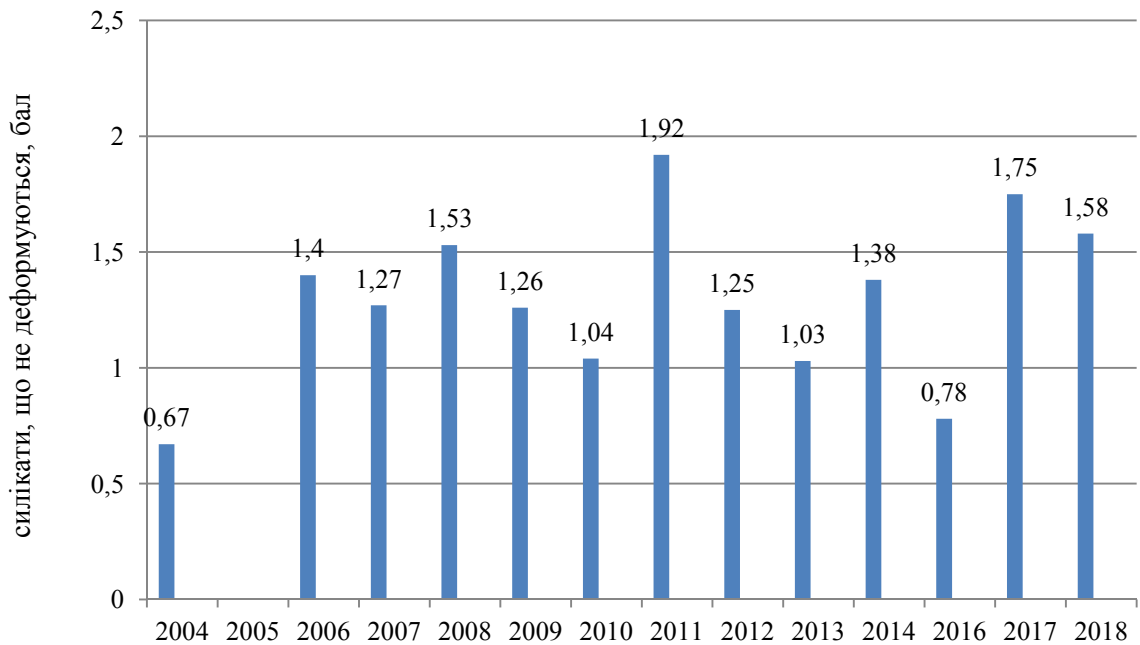


Рис. 6. Середній бал силікатів, що не деформуються по роках виготовлення

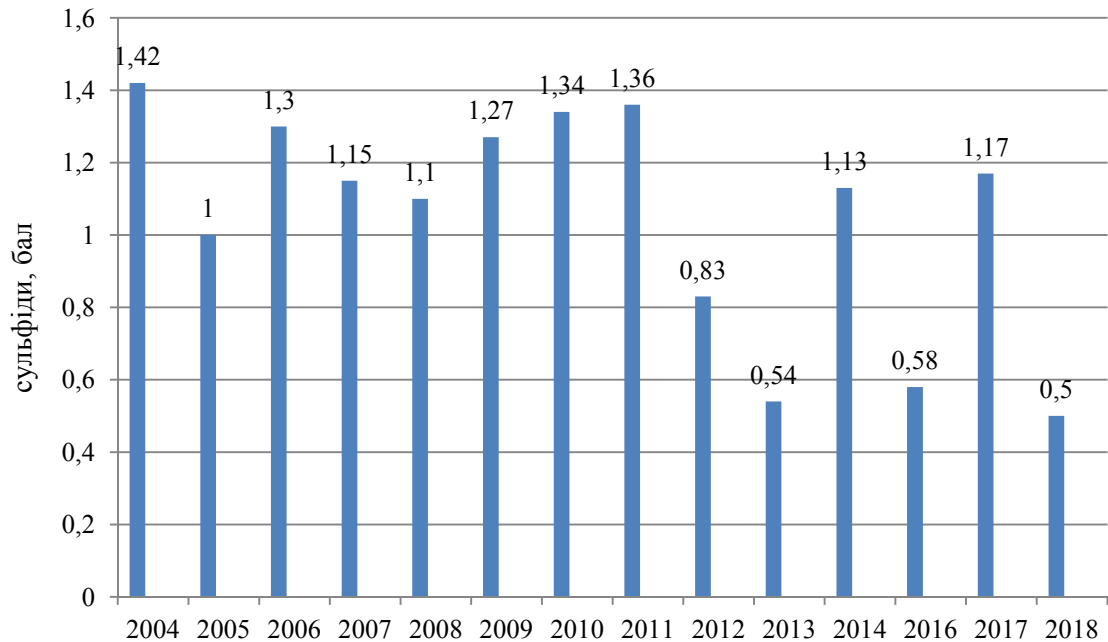


Рис. 7. Середній бал сульфідів по роках виготовлення



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

### Висновки

Як видно з таблиці 2 частіше суцільнокатані колеса, які виготовлені, здебільшого, на вітчизняному підприємстві у період із 2004 по 2019 рр., містять дефекти неметалевих вкраплень типу сульфіди та силікати, що не деформуються (глобулярні), розміри та кількість яких є допустимими (задовольняють вимогам стандарту ДСТУ ГОСТ 10791:2016 (ГОСТ 10791-2011, IDT) [1]).

За результатами аналізу діаграм (рисунок 2-7) можна зробити висновок, що ситуація з забрудненістю неметалевими вкрапленням матеріалу коліс суцільнокатаних, виробництва ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», знаходиться, в цілому, у стабільному стані, з невеличким їх зниженням, а наявність неметалевих вкраплень типу оксиди рядкові практично знижено до «0».

Підприємством ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», за роки праці за цим напрямком, було досягнуто стабільно високу якість виготовлення коліс суцільнокатаних із зливків або із безперервнолитих заготовок.

Технологія витолення сталі та технологія виготовлення коліс суцільнокатаних на ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» забезпечують виконання вимог ДСТУ ГОСТ 10791:2016 (ГОСТ 10791-2011, IDT) [1] щодо забрудненості неметалевими вкрапленнями.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ГОСТ 10791:2016 (ГОСТ 10791-2011, IDT) Колеса цельнокатаные. Технические условия.
2. ГОСТ 1778-70 (ИСО 4967-79) Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений.