

УДК 006.063

С.В. Бондарев, О.М. Багров

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТОЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИТИХ НАДРЕСОРНИХ БАЛОК ТА БОКОВИХ РАМ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

В статті розглянуто методи вимірювання окремих показників литих надресорних балок та бокових рам візків вантажних вагонів для оцінки технологічної точності їх виготовлення.

Одним із показників, які характеризують дотримання рівня технологічної точності виготовлення литих надресорних балок та бокових рам візків вантажних вагонів, є граничне відхилення товщин стінок та ребер литих деталей.

У зв'язку з тим, що вантажні вагони курсують в межах єдиного залізничного простору країн СНД, відносно надресорних балок та бокових рам їх візків одночасно діють вимоги принаймні нормативних документів (НД) України та Росії.

Визначення цього показника вимагає чинний в Україні ОСТ 24.153.08-78 «Тележки двухосные грузовых вагонов колеи 1520 мм. Детали литые стальные. Технические требования» [1], а також чинний на цю продукцію в Росії ОСТ 32.183-2001 «Тележки двухосные грузовых вагонов колеи 1520 мм. Детали литые. Рама боковая и балка наддресорная. Технические условия» [2].

Вимоги щодо позначення точності виливків у креслениках, контролю точності виливків, допусків розмірів тощо встановлені чинним в Україні ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку» [3], а також чинним в Росії ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку» [4].

Відповідно до вимог ГОСТ 26645-85 [3] та ГОСТ Р 53464-2009 [4] норми точності вилівка зазначають в технічних вимогах кресленика вилівка або деталі, на якому зазначені розміри балки або рами. Їх наводять у наступному порядку: клас розмірної точності, ступінь короблення, ступінь точності поверхонь, клас точності маси та допуск зміщення вилівка. Ненормовані показники точності вилівків замінюють нулями, а позначення зміщення вилівків не зазначають.

Відповідність вилівків класу розмірної точності, що заданий, визначають за розміром, що задається з класом точності із найбільшим відхиленням від класу, що заданий для нього.

Сталеливарні підприємства, що виготовляють литі надресорні балки та бокові рами візків вантажних вагонів, контролюють товщини стінок та ребер литих надресорних балок та бокових рам візків вантажних вагонів (1.5 ОСТ 24.153.08-78 [1], 5.3 ОСТ 32.183-2001 [2]), як правило, один раз в місяць, під час проведення періодичних або типових випробувань на зразках балки та рами, які були піддані випробуванням граничним вертикальним навантаженням до втрати несучої спроможності.

© С.В.Бондарев, О.М. Багров, 2012

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Після руйнування зразки розрізають стрічковою пилою на окремі частини по перерізам згідно із затвердженою схемою.

Товщини стінок та ребер литих деталей перевіряють в контрольних точках за допомогою універсальних засобів вимірювальної техніки (штангенциркулів тощо). Результати вимірювань записують у таблицю розмірів стінок литих деталей та порівнюють із розмірами за креслеником литої деталі з урахуванням допуску згідно з ГОСТ 26645-85 [3] та ГОСТ Р 53464-2009 [4] для прийняття рішення про відповідність параметра вимогам кресленика.

Наприклад: в технічних вимогах кресленика 100.00.002-4 «Рама бокова» зазначено: «Точність виливка 11-0-0-13т. Дозволяється встановлювати верхнє граничне відхилення товщин стінок та ребер, що не обробляються, за класом точності 13т».

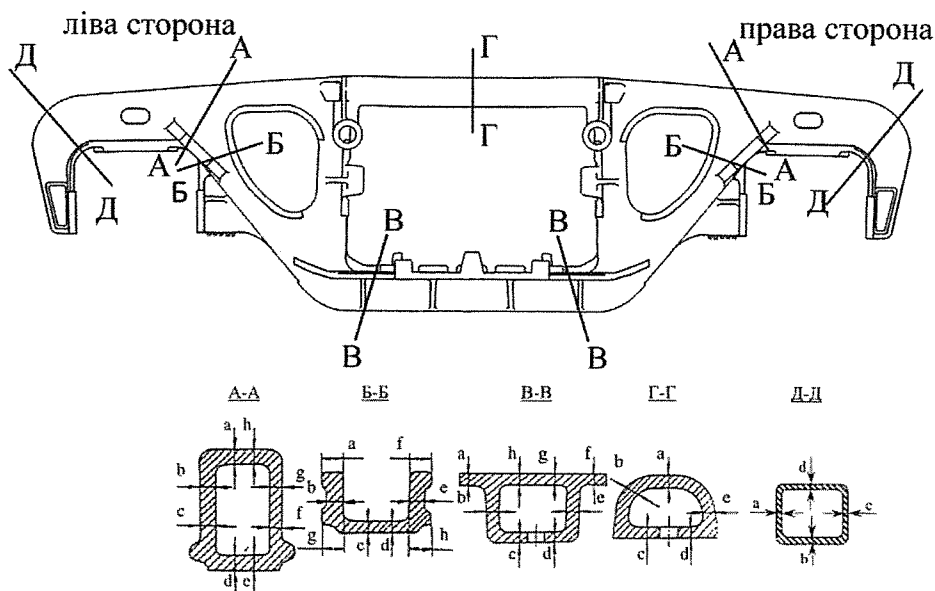
Це означає, що на розмір 20 мм згідно з ГОСТ 26645-85 [3] та ГОСТ Р 53464-2009 [4] нижнє граничне відхилення за класом точності 11 складає мінус 1,6 мм, верхнє граничне відхилення за класом точності 13т складає 5 мм, а для розміру 32 мм нижнє граничне відхилення за класом точності 11 складає мінус 1,8 мм, верхнє граничне відхилення за класом точності 13т складає 5,6 мм.

Якщо під час вимірювань розміру 20 мм фактичний результат склав 20,3 мм, а при вимірюванні розміру 32 мм отримали 33,2 мм, то приймають рішення, що лита деталь за цими розмірами відповідає вимогам кресленика.

У зв'язку з тим, що зони контролювання встановлюються нормативною документацією, зокрема Т 06.08 «Нормативи виробнично-технічного призначення сталевих литих деталей двовісних візків вантажних вагонів залізниць колії 1520 мм. Балка надресорна і рама бокова. Технічні вимоги» [5], контролювання інших зон виконують за рішенням та інструкцією підприємства-виробника.

Варіант схеми розрізання бокової рами та таблиці розмірів стінок литих деталей наведений на рис. 1.

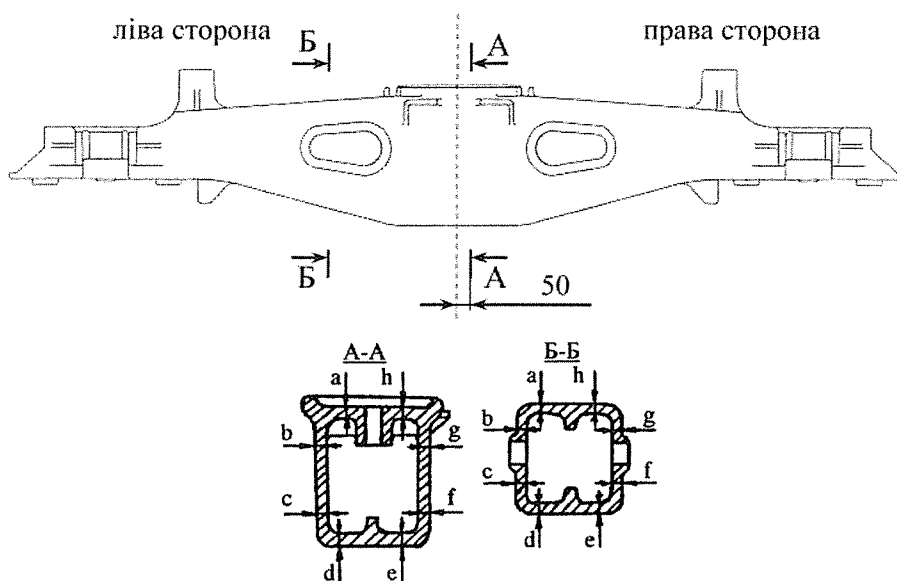
Варіант схеми розрізання надресорної балки та таблиці розмірів стінок литих деталей наведений на рис. 2.



РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

№ ч/ч	Ливарний номер деталі	Маса деталі, кг	Сторона (див. схему)	Перерізи															
				А-А								Б-Б							
				Місія вимірювання за перерізами															
				a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h
				Товщини за кресленником, мм															
				20	20	20	20-25	20	20	20	32	20	20-25	20	32	32	32		
				Допуски товщин за ГОСТ 26645-85, мм															
+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,6	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,6	+5,6	+5,6				
-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,8	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,8	-1,8	-1,8				
Фактичні товщини, мм																			
1			ліва	20,5	...														
			права	...							33,2	...							

Рис. 1. Схема розрізання бокової рами із таблицею розмірів



№ ч/ч	Ливарний номер деталі	Маса деталі, кг	Сторона (див. схему)	Перерізи															
				А-А								Б-Б							
				Місія вимірювання за перерізами															
				a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h
				Товщини за кресленником, мм															
				35 min	20	20	27	27	20	20	35 min	21	14	14	26	26	14	14	21
				Допуски товщин за ГОСТ 26645-85, мм															
-	+6,4	+6,4	+7,0	+7,0	+6,4	+6,4	-	+6,4	+5,6	+5,6	+7,0	+7,0	+5,6	+5,6	+6,4				
	-2,0	-2,0	-2,2	-2,2	-2,0	-2,0		-2,0	-1,8	-1,8	-2,2	-2,2	-1,8	-1,8	-2,0				
Фактичні товщини, мм																			
1			ліва	43,8	...														
			права	...							22,6	...							

Рис. 2. Схема розрізання надресорної балки із таблицею розмірів

Але вимірювання товщини стінок та ребер литих деталей в контрольних точках за допомогою штангенциркулів не дозволяє отримати повну інформацію про товщини стінок та ребер литих деталей в місцях з обмеженим доступом.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Для вимірювання товщини стінок та ребер литих деталей доцільно також використовувати ультразвукові товщиноміри, наприклад, моделей УТ-31, Булат-1S. Ці моделі дозволяють зберігати в пам'яті результати вимірювань з подальшим переглядом на ПЕОМ, що дає можливість автоматизувати обробку та аналіз інформації. Основні технічні характеристики товщиномірів вказано в табл. 1.

Таблиця 1. Основні технічні характеристики товщиномірів

Характеристики	Тип товщиноміра	Булат-1S	УТ-31
Діапазон товщин (залежить від типу перетворювача), що вимірюються, мм		0,8-200	1-75
Границя допустимого значення основної похибки, мм, не більше		$t \leq \pm(0,1T + 0,05)$	
Час встановлення показників на індикаторі з моменту акустичного контакту перетворювача з виробом, с		0,5	
Кількість результатів вимірювань, що зберігаються в пам'яті		1000	4000
Вимоги до якості поверхні товщин (залежить від типу перетворювача), шорсткість, R_z , не більше		200	
Габарити, мм		160×87×30	132×82×22

Перед застосуванням товщиноміра, якщо необхідно, треба підготувати поверхню, а саме видалити бруд, фарбу, окалину та досягнути необхідної шорсткості у відповідності до ГОСТ 2789-73 «Шероховатість поверхності. Параметри та характеристики» [6]. Під час проведення вимірювань необхідно дотримуватись певної схеми для спрощення подальшої обробки результатів. Після вимірювань результати завантажують в комп'ютер та обробляють.

У зв'язку з тим, що литво має неоднорідну структуру, та в контрольних точках можлива поява ливарних дефектів, вимірювання доцільно проводити не менше трьох разів з визначенням похибки вимірювання.

Переваги методу вимірювання товщини стінок та ребер литих деталей за допомогою ультразвукового товщиноміра:

- дозволяє контролювати товщини стінок та ребер литих надресорних балок та бокових рам візків без руйнування об'єктів вимірювання;
- дозволяє, на підставі даних про товщини стінок, робити висновки про можливий знос та пошкодження моделей;
- дозволяє визначати помилки виготовлення та установки стержнів, оперативно впливати на удосконалення технології виготовлення литих деталей;
- у поєднанні з традиційним методом руйнівного контролю дозволяє отримати найбільш повну інформацію про товщини стінок та ребер литих деталей в місцях з обмеженим доступом для вимірювання універсальними засобами вимірювальної техніки;
- дозволяє отримати значну кількість статистичних даних для оцінки якості продукції та стабільності технології її виготовлення;
- в цілому сприяє зменшенню економічних витрат під час виготовлення невеликих партій литих деталей, особливо на початковій стадії освоєння технології виготовлення литих деталей.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Відповідно до вимог НД підприємство-виробник окрім інших технологічних інструкцій повинно мати узгоджену у встановленому порядку з Укрзалізницею (УЗ) технологічну інструкцію «Контроль товщини стінок литих рам та балок при приймально-здавальних випробуваннях» (1.5 ОСТ 24.153.08-78 [1], 5.3 ОСТ 32.183-2001 [2]).

Тому під час розробки або перегляду цієї інструкції доцільно приділити увагу методу вимірювання товщини стінок та ребер литих деталей за допомогою ультразвукового товщиноміра.

Фактичні результати вимірювань порівнюють із розмірами за креслениками литих деталей, з урахуванням допусків згідно з ГОСТ 26645-85 [3] та ГОСТ Р 53464-2009 [4] і використовують для оцінки технологічної точності.

Оцінку технологічної точності виготовлення литих надресорних балок та бокових рам візків вантажних вагонів за показником товщини стінок та ребер литих деталей можна виконувати також із застосуванням запасу технологічної точності виготовлення, характеристики, що рекомендована ДСТУ 3414-96 «Система сертифікації УкрСЕПРО. Атестація виробництва. Порядок проведення» [7].

Під час обробки результатів виключаються результати вимірювань, що відрізняються від середнього значення показника більше, ніж на 5 %.

За фактичне значення показника приймають середньоарифметичне значення результатів вимірювань.

Розрахунок середньоарифметичного значення результатів вимірювань параметрів B_j , виконують за формулою (1):

$$\bar{B}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{ij}, \quad (1)$$

де e_{ij} - i -й результат вимірювання j -го параметру;
 n - кількість вимірювань.

Відносну похибку i -го вимірювання j -го параметру (δ_{ij} , %) розраховують за формулою (2):

$$\delta_{ij} = \frac{e_{ij} - \bar{B}_j}{\bar{B}_j} \cdot 100. \quad (2)$$

Відносну похибку вимірювання j -го параметру (δ_j , %) розраховують за формулою (3):

$$\delta_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{ij}. \quad (3)$$

Відносну похибку результатів випробувань з метою визначення j -го параметру (δ_j^a , %) розраховують за формулою (4):

$$\delta_j^a = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \delta_i^2}, \quad (4)$$

де δ_i - границя i -й похибки визначення параметра (δ_i - відносна похибка методу вимірювання параметру, δ_2 - відносна похибка засобу вимірювальної техніки, що використовується для вимірювання параметру, ..., δ_m - похибка оператора);

k - коефіцієнт, що визначається прийнятою довірчою імовірністю.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Якщо довірчу ймовірність приймають рівною 0,95, то $k = 1,1$.

Після, розрахунків (обробки) та аналізу результати випробувань оформлюють у вигляді таблиць протоколу випробувань.

Граничний рівень дефектності продукції оцінюють внаслідок статистичного аналізу результатів випробувань продукції як ймовірність виходу параметру за границі допуску для показників (характеристик), що мають кількісні дані. Для показників, контроль яких здійснюють за альтернативною ознакою, рівень дефектності оцінюють як частку негативних результатів випробувань за певний період.

Граничний рівень дефектності (P_j , %) продукції (частка дефектної продукції) за j -м параметром оцінюють за формулою (5):

$$P = \frac{n'}{n} \cdot 100\% \quad , \quad (5)$$

де n' - кількість результатів визначення j -го показника продукції, що входять за границі допуску для j -го показника (за певний час спостережень);

n - загальна кількість спостережень j -го показника за певний час.

Рекомендований граничний рівень дефектності (P , %) продукції (частка дефектної продукції) за j -м параметром не повинен перевищувати 5 %, якщо інше значення не встановлено вимогами технічної документації на продукцію.

Запас технологічної точності (S) оцінюють тільки для показників продукції, що контролюють методами вибіркового контролю.

Середнє арифметичне значення (\bar{A}) показника (характеристики) оцінюють статистичними методами за результатами спостережень показника в репрезентативній вибірці продукції, вилученої з виробництва або виготовленої спеціально. Розрахунок \bar{A} виконують за формулою (6):

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad , \quad (6)$$

де x_i - i -е значення показника продукції;

n - кількість спостережень показника.

Середнє квадратичне відхилення (σ) показника (характеристики) розраховують за формулою (7):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{A})^2}{n - 1}} \quad . \quad (7)$$

Запас технологічної точності (S) оцінюють як відношення абсолютного значення різниці між граничним (x_{gp}) і середнім значенням (\bar{A}) показника (характеристики) до середнього квадратичного відхилення (σ). Як правило, запас технологічної точності (S) виражають в частках середнього квадратичного відхилення. Розрахунок S виконують за формулою (8):

$$S = \left| \frac{x_{gp} - \bar{A}}{\sigma} \right| \quad . \quad (8)$$

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

За рекомендаціями ДСТУ 3414-96 [7], під час вибіркового контролю показника, критерієм для оцінки технологічної точності є умова:

$$S \geq 2\sigma \quad , \quad (9)$$

якщо має місце виконання умови, роблять висновок про забезпечення стабільності технології деталей.

Таким чином, якщо зазначена умова не виконується, це свідчить про нестабільність технологічного процесу, при цьому необхідно приймати рішення щодо спостереження і глибокого аналізу для виявлення причин, що викликали нестабільність.

ЛІТЕРАТУРА

1. ОСТ 24.153.08-78 «Тележки двухосные грузовых вагонов колеи 1520 мм. Детали литые стальные. Технические требования».
2. ОСТ 32.183-2001 «Тележки двухосные грузовых вагонов колеи 1520 мм. Детали литые. Рама боковая и балка надрессорная. Технические условия»
3. ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку».
4. ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку».
5. Т 06.08 «Нормативи виробнично-технічного призначення сталевих литих деталей двовісних візків вантажних вагонів залізниць колії 1520 мм. Балка надресорна і рама бокова. Технічні вимоги».
6. ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики».
7. ДСТУ 3414-96 «Система сертифікації УкрСЕПРО. Атестація виробництва. Порядок проведення».