

УДК 669.018/629.4.027

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

Багров О.М.

THE EVALUATION OF MANUFACTURING ACCURACY OF CAST BOLSTER AND SIDE FRAME PRODUCTION FOR FREIGHT CAR BOGIES

Bahrov O.M.

Показником високого рівня технології виробництва є виготовлення литих деталей з мінімальними відхиленнями товщини стінок та ребер. В статті розглянуто методи вимірювання окремих показників литих надресорних балок і бокових рам візків вантажних вагонів та викладена методика визначення запасу технологічної точності з метою оцінки технологічної точності їх виготовлення, що дозволяє своєчасно коригувати технологічний процес виготовлення деталей. При викладенні методів враховуються вимоги чинних нормативних документів на продукцію, а також специфіка та характер виробництва.

Ключові слова: балка надресорна, рама бокова, точність виливків, вимірювання товщини, технологічна точність.

Постановка проблеми. Одним із показників, які характеризують дотримання рівня технологічної точності виготовлення литих надресорних балок та бокових рам візків вантажних вагонів, є граничне відхилення товщини стінок та ребер литих деталей. З метою підтвердження стабільності технології виготовлення виконується оцінка технологічної точності виготовлення литих деталей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підвищення якості литих деталей в своїх роботах висвітлюють такі вчені як Моргунов В.М. [1], Титов М.Д., Степанов Ю.О. [2, 3], Трухов О.П., Сорокін Ю.О., Ершов М.Ю. [4] та ін. Однак, в силу складності продукції, що виготовляється можуть виникати розкиди в розмірах. Своєчасний контроль розмірів деталі дозволяє коригувати технологію виготовлення з метою отримання стабільного результату.

Метою роботи є викладення методики проведення вимірювань товщини стінок та ребер литих деталей та подальшої обробки результатів з метою визначення технологічної точності.

Викладення основного матеріалу. У зв'язку з тим, що вантажні вагони курсують в межах єдиного залізничного простору країн СНД, відносно надре-

сорних балок та бокових рам їх візків одночасно діють вимоги принаймні нормативних документів (НД) України та Росії.

Визначення цього показника вимагає чинний в Україні ДСТУ 7570:2014 „Візки вантажних вагонів. Деталі литі. Загальні технічні умови” [5], а також чинний на цю продукцію в Росії ГОСТ 32400-2013 „Рама боковая и балка наддресорная литые тележек железнодорожных вагонов. Технические условия” [6].

Вимоги щодо позначення точності виливків у кресленнях, 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» [7], а також чинним в Росії ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку» [8].

Відповідно до вимог ГОСТ 26645-85 [7] та ГОСТ Р 53464-2009 [8] норми точності виливка зазначають в технічних вимогах креслення виливка 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 виливка. Ненормовані показники точності виливків замінюють нулями, а позначення зміщення виливків не зазначають.

Відповідність виливків 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, як правило, один раз в місяць, під час проведення періодичних або типових випро-

бувань на зразках балки та рами, які були піддані випробуванням граничним вертикальним навантаженням до втрати несучої спроможності.

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 виміральної 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 [7] та ГОСТ Р 53464-2009 [8] для прийняття рішення про відповідність параметра вимогам кресленника.

Наприклад: в технічних вимогах кресленника 100.00.002-4 «Рама бокова» зазначено: «Точність вилівка 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 [7] та ГОСТ Р 53464-2009 [8] 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 кресленника.

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» [9], контролювання інших зон виконують за рішенням та інструкцією підприємства-виробника.

Варіант схеми розрізання бокової рами та таблиці розмірів стінок литих деталей наведено на рисунку 1.

Варіант схеми розрізання надресорної балки та таблиці розмірів стінок литих деталей наведено на рисунку 2.

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.

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 таблиці 1.

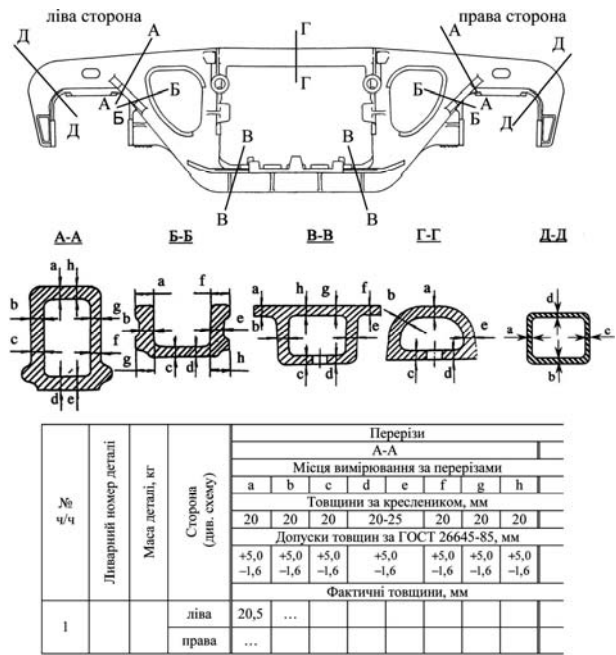


Рис. 1. Схема розрізання бокової рами із таблицею розмірів

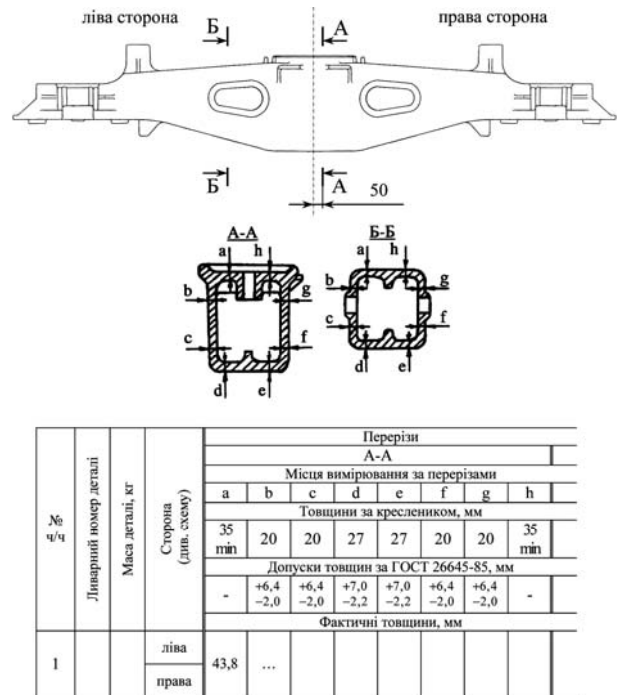


Рис. 2. Схема розрізання надресорної балки із таблицею розмірів

Таблиця 1
Основні технічні характеристики товщиномірів

Характеристики 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, Rz, 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 и характеристики» [10]. 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.

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».

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 [7] та ГОСТ Р 53464-2009 [8] 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» [11].

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^e , %) розраховують за формулою (4).

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

де δ_i – границя i -й похибки визначення параметра (δ_1 – відносна похибка методу вимірювання параметру, δ_2 – відносна похибка засобу виміральної техніки, що використовується для вимірювання параметру, ..., δ_m – похибка оператора);

k – коефіцієнт, що визначається прийнятою довірчою імовірністю.

Якщо довірчу імовірність 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).

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

де n' – кількість результатів визначення j -го показника продукції, що виходять 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).

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

де x_i – i -е значення показника продукції;

n – кількість спостережень показника.

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

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

Запас технологічної точності (S) оцінюють як відношення абсолютного значення різниці між граничним (x_{ep}) 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).

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

За рекомендаціями ДСТУ 3414-96 [11], під час вибіркового контролю показника, критерієм для оцінки технологічної точності є умова:

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

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

Висновок. Таким чином, якщо, зазначена умова не виконується, це свідчить про нестабільність технологічного процесу, при цьому необхідно приймати рішення о спостереженні і глибокому аналізі для виявлення причин, що викликали нестабільність.

Л і т е р а т у р а

1. Моргунов В.Н. Основы конструирования отливок. Параметры точности и припуски на механическую обработку: Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 164 с.: 21 ил., 39 табл., библиогр. 23 назв.
2. Титов Н. Д., Степанов Ю. А. Технологий литейного производства. М., «Машиностроение», 1974, 472 с.
3. Титов Н. Д., Степанов Ю. А. Технология литейного производства. Учебник для машиностроительных техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 400 с.
4. Технология литейного производства: Литье в песчаные формы: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ А.П. Трухов., Ю.А. Сорокин., М.Ю. Ершов и др.; Под ред. А.П. Трухова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005 – 528 с.
5. ДСТУ 7570:2014 «Візки вантажних вагонів. Деталі литі. Загальні технічні умови»
6. ГОСТ 32400-2013 «Рама боковая и балка наддресорная литье тележек железнодорожных вагонов. Технические условия»
7. ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку»
8. ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку»
9. Т 06.08 «Нормативи виробнично-технічного призначення сталевих литих деталей двовісних візків вантажних вагонів залізниць колії 1520 мм. Балка надресор-

на і рама бокова. Технічні вимоги»

10. ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики»
11. ДСТУ 3414-96 «Система сертифікації УкрСЕПРО. Атестація виробництва. Порядок проведення»

References

1. Morgunov O.V. The basis of foundry formation. The accuracy parameters and machining allowance.- Penza, 2004. -164 p.:21 draw., 39 tab., ref.list 23 titles.
2. Titov N.D. Stepanov Y. A. Foundry production technologies. M., "Mashinostroeniye",1974, 472p.
3. Titov N.D. Stepanov Y. A. Foundry production technologies. The guide-book for engineering technical school. M., "Mashinostroeniye",1985. 400p.
4. Foundry production technologies: Foundry in sand mold: The guide-book for students of high educational establishments. M.: Publishing centre "Academiya", 2005. 528 p.
5. DSTU 7570:2014 "The freight car bogies. Molded pieces. General specifications"
6. GOST 32400-2013 "Molded side frame and bolster beam of bogies for railway freight wagons. Specifications"
7. GOST 26645-85 "Metal and alloy foundry. Dimensions and mass tolerances and machining allowances"
8. GOST R 53464-2009 "Metal and alloy foundry. Dimensions and mass tolerances and machining allowances"
9. Т 06.08 "Limits of technical assignments of steel molded pieces for freight car two-axles bogies of the gauge width 1520 mm. Bolster and side frame. Specification"
10. GOST 2789-73 "Surface roughness. Parameters and characteristics"
11. DSTU 3414 -96 "Certification system for Ukrainian certification of products. Attestation of production. Procedure of realization."

Багров А.Н. Оценка технологической точности изготовления литых надрессорных балок и боковых рам тележек грузовых вагонов.

Показателем высокого уровня технологии производства является изготовление литых деталей с минимальными отклонениями толщины стенок и ребер. В статье рассмотрены методы измерения отдельных показателей

литых надрессорных балок и боковых рам тележек грузовых вагонов и изложена методика определения запаса технологической точности для оценки технологической точности их изготовления, что позволяет своевременно корректировать технологический процесс изготовления деталей. При изложении методов учитываются требования действующих нормативных документов на продукцию, а также специфика и характер производства.

Ключевые слова: балка надрессорная, рама боковая, точность отливок, измерения толщины, технологическая точность.

Bahrov O.M. The evaluation of manufacturing accuracy of cast bolster and side frame production for freight car bogies

The high level indicator of production technology is the production of molded parts with minimum thickness variations of walls and edges. Determination of these parameters is performed as in the initial stage, during the development of the technology of production as well as for the further periodic control. The article describes methods for measuring individual indicators of freight car bogies molded bolsters and side frames and the determination of the technical accuracy reserve for technical accuracy evaluation in manufacturing process. It allows timely to make adjustments to the technological process of manufacturing parts. The use of modern methods of calculation and control allows to reduce the time required for making decisions. The requirements of the normative documents for products, as well as the specificity and nature of production are taken into account in methods describing.

Keywords: bolster, side frame, foundry formation accuracy, thickness dimension, technical accuracy

Багров Олександр Миколайович – старший науковий співробітник лабораторії наукових та експериментальних досліджень на втому конструкцій залізничної техніки Державного підприємства «Український науково-дослідний інститут вагонобудування».

Рецензент: д.т.н., проф. **Соколов В.І.**

Стаття подана 24.03.2016