

УДК 629.4.027.5

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ БУКСОВОГО ВУЗЛА
ПРИ СКЛАДАННІ КОЛІСНОЇ ПАРИ З ТЕРМОВПЛИВОМ**

©Маліцький І. Ф., Смирнов І. П.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про авторів:**

Маліцький Ігор Федорович: ORCID: 0000-0003-0026-2791; malickiy1925@gmail.com; кандидат технічних наук; доцент кафедри метало ріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Смирнов Ігор Петрович: ORCID: 0000-0002-5982-8123; smirnov_ip@gmail.com; кандидат технічних наук; доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

У процесі формування колісної пари за допомогою преса виникають механічні пошкодження поверхонь, що з'єднуються, які знижують міцність від утоми та надійність колісної пари.

Збірка лабіринтового кільця та внутрішніх кілець підшипника з віссю здійснюється без застосування сили шляхом їх нагрівання і вільним одяганням на вісь, що виключає пошкодження поверхні шийки осі.

Після надягання на шийку осі лабіринтових кілець і внутрішніх кілець підшипників, для подальшого складання буксового вузла, їх необхідно охолодити до температури, яка відрізняється від температури навколишнього середовища не більше, ніж на 3 °С.

На підставі аналізу роботи потокових ліній по збірці колісних пар на вагонобудівних заводах, було з'ясовано, що для дотримання потрібного циклу збірки кілець підшипників потрібно 120 секунд, а для лабіринтових кілець 160 секунд. Досягнення такої швидкості охолодження (100 ° С за 120 секунд для кілець підшипників і 130 ° С за 160 секунд для лабіринтових кілець) представляється скрутним.

У статті проаналізовані методи примусового охолодження лабіринтового кільця і кільця підшипника для прискорення циклу збірки буксового вузла колісної пари і знайдені найбільш ефективне рішення для забезпечення циклу якісної збірки буксового вузла колісної пари вагонів.

Ключові слова: колісна пара; формування колісних пар; підшипник; посадка з натягом; індукційно-теплове складання; складальний зазор; швидкість охолодження.

Малицький И. Ф., Смирнов И. П. «Обеспечение качества буксового узла при сборке колёсной пары с термовоздействием».

В процессе формирования колесной пары с помощью прессы возникают механические повреждения соединяемых поверхностей, которые снижают усталостную прочность и надежность колесной пары.

Сборка лабиринтного кольца и внутренних колец подшипника с осью осуществляется без применения силы путем их нагрева и свободным надеванием на ось, что исключает повреждение поверхности шейки оси.

После надевания на шейку оси лабиринтных колец и внутренних колец подшипников, для последующей сборки буксового узла, их необходимо охладить до температуры, которая отличается от температуры окружающей среды не более, чем на 3 °С.

На основании анализа работы поточных линий по сборке колесных пар на вагоностроительных заводах, было выяснено, что для соблюдения нужного цикла сборки колец подшипников требуется 120 секунд, а для лабиринтных колец 160 секунд. Достижение такой скорости охлаждения (100 °С за 120 секунд для колец подшипников и 130 °С за 160 секунд для лабиринтных колец) представляется затруднительным.

В статье проанализированы методы принудительного охлаждения лабиринтного кольца и кольца подшипника для ускорения цикла сборки буксового узла колесной пары и найдены наиболее эффективные решения для обеспечения цикла качественной сборки буксового узла колесной пары вагонов.

Ключевые слова: колесная пара; формирование колесных пар; подшипник; посадка с натягом; индукционно-тепловая сборка; сборочный зазор; скорость охлаждения.

Malickiy I., Smirnov I. “Quality assurance in the assembly of wheel pairs of railway wagons by the thermal method”.

In the process of forming the wheel pair with the help of the press, mechanical damages of the joined surfaces appear, which reduce the fatigue strength and reliability of the wheel pair.

Assembly of the labyrinth ring and internal rings of the bearing with the axis is carried out without the use of force by heating them and free putting on the axle, which excludes damage to the surface of the axis.

After putting on the of the axis of the labyrinth rings and inner rings of bearings, for the subsequent assembly of the knot, they must be cooled to a temperature that differs from the ambient temperature by no more than 3 °С.

Based on the analysis of the operation of the production lines for the assembly of wheel sets in railway carriage plants, it was found that 120 seconds are required to comply with the required assembly cycle of the bearing rings, and 160 seconds for the labyrinth rings. Achieving such a cooling rate (100 °С for 120 seconds for bearing rings and 130 °С for 160 seconds for labyrinth rings) is difficult.

The article analyzes the methods of forced cooling of the labyrinth ring and the bearing ring to accelerate the cycle of assembling the axle axleboxes of the wheel pair and the most effective solutions have been found to provide a cycle of qualitative assembly of the axleboxes unit of the wheel pair.

Keywords: wheel pair; formation of a pair of wheels; bearing, tightness fit; induction-thermal unit; assembly gap; cooling rate.

1. Постановка проблеми

У вагонобудівній промисловості найвідповідальнішим вузлом вагона є колісна пара візка вагона.

Безперервне збільшення вантажопідйомності вагонів і швидкості руху поїздів призводить до збільшення навантажень, що діють на необресорену частину вагонів, тобто на колісну пару.

У процесі формування колісної пари виникають механічні пошкодження поверхонь, що сполучаються, що знижують міцність від утоми і надійність колісної пари, що, в кінцевому підсумку, призводить до зсуву буксових вузлів з осі в процесі експлуатації.

Сучасний рухомий залізнично-дорожній транспорт повністю переведено на роликові підшипники кочення замість раніш застосованих підшипників ковзання, що дозволяє набагато зменшити опір руху рухомого складу, а це, в свою чергу, дозволяє збільшити вагу вантажу і швидкість руху.

При складанні роликів підшипників з шийкою осі і корпусом букси внутрішнє кільце з'єднується з віссю по нерухомій посадці з натягом 80–150 мкм, тому що воно обертається разом з віссю, а зовнішнє кільце складається з корпусом букси по посадці з зазором.

2. Аналіз останніх досягнень

Для вантажних вагонів прийнятий буксовий вузол (рисунк 1) з двома циліндричними роликівими підшипниками.

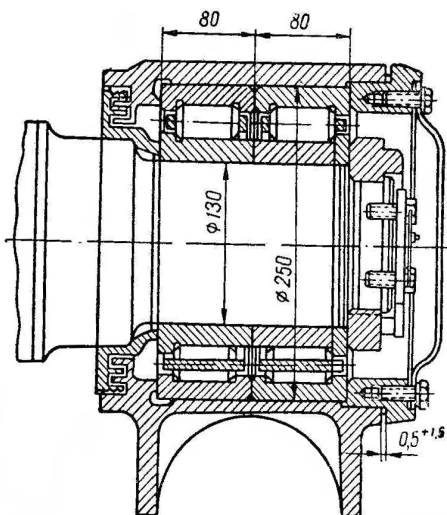


Рис. 1 – Букса з двома підшипниками кочення

Підшипники встановлюються в притул один до одного без проміжних кілець. Ущільнення букси складається з лабіринтів, розташованих в лабіринтовому кільці і корпусі букси.

Складання лабіринтового кільця з шийкою осі здійснюється шляхом його нагріву в індукційній установці [1] до температури 125–150 °С з подальшим вільним складанням його без прикладення сили.

Складання внутрішніх кілець також виконується без застосування сили за допомогою нагріву їх в індукційній установці до температури 125–150 °С і з вільним надіванням їх на вісь, що виключає ушкодження поверхні шийки осі.

Після надівання на шийку осі лабіринтових кілець і внутрішніх кілець підшипників, для наступного складання буксового вузла, їх необхідно охолодити до температури, яка відрізняється від температури навколишньої середовища не більше, чим на 3 °С.

На підставі аналізу роботи поточних ліній по складанню колісних пар на вагонобудівних заводах, було з'ясовано, що для дотримання потрібного циклу складання кілець підшипників потребується 120 секунд, а для лабіринтових кілець 160 секунд. Досягнення такої швидкості охолодження (100 °С за 120 секунд для кілець підшипників і 130 °С за 160 секунд для лабіринтових кілець) представляє значне ускладнення.

3. Мета статті – визначення ефективного засобу примусового охолодження лабіринтового кільця і кільця підшипника для прискорення циклу складання буксового вузлу колісної пари, яке може втілюватися на поточних лініях складання колісних пар на вагонобудівних та вагоноремонтних заводах України.

4. Основний матеріал

Для одержання заданого натягу між кільцями підшипників і шийкою осі, лабіринтових кілець і попередматочиною частиною осі, промір усіх елементів повинен виконуватися в одному і тому же приміщенні при однаковій температурі.

При складанні зібраних з шийкою осі внутрішніх кілець підшипника із роликівими та зовнішнім кільцем різниця температур елементів, які збираються, обумовлена можливістю їх

Технологія машинобудування

складання по посадці з зазором $\varnothing 140\text{ H7/g6}$.

Радіальний зазор в підшипниках складає 115 – 170 мкм. Для здійснення складання зазор для даного номінального розміру ($\varnothing = 140\text{ мм}$) по шляху кочення повинен бути не менш ніж 50 мкм.

Таким чином, в найгіршому разі, коли зазор складання буде 115 мкм, то допустиме приращення зовнішнього кільця від нагріву може бути не більш:

$$\Delta d = \delta_3 - \delta_x = 115 - 50 = 65\text{ мкм};$$

де Δd – приращення зовнішнього діаметру внутрішнього кільця підшипника від нагріву;

δ_3 – мінімальний допустимий зазор в радіальному підшипнику;

δ_x – мінімальний зазор для здійснення посадки з зазором.

В наслідок цього, температура внутрішнього кільця підшипника може відрізнятись від температури зовнішнього кільця на величину не більш:

$$\Delta t = \frac{\Delta d}{\alpha * d} = \frac{0,065}{11 * 10^{-6} * 140} = 42^\circ\text{C}$$

Таким чином, максимально допустима різниця температур внутрішнього і зовнішнього кілець, при якій буде здійснюватися складання з зазором, складає 42°C .

Здійснення примусового охолодження нагрітих кілець підшипника і лабіринтового кільця для забезпечення своєчасного циклу складання буксового вузла, може здійснюватися рідиною, газовим середовищем або контактним засобом.

Охолодження газовим середовищем (охоложене повітря, вуглекислий газ, азот) має низку недоліків.

В якості рідини для охолодження можна використовувати водний розчин нітриту натрію з добавкою кальцинованої соди, а також мінеральне масло. Найбільш ефективним засобом швидкого охолодження виявилось охолодження водним розчином нітриту натрію з добавкою кальцинованої соди.

Застосуванням охолодження водним розчином нітриту натрію з добавкою кальцинованої соди досягається не тільки інтенсивне охолодження, але і повний захист елементів підшипника і лабіринту від корозії.

Експериментально встановлено, що охолодження лабіринтового кільця і кілець підшипника водним розчином нітриту натрію з добавкою кальцинованої соди, від температури нагріву до температури, яка відрізняється від температури навколишньої середовища на 3°C досягається за 2 хвилини, при цьому температура охолоджувального розчину повинна бути нижчою на (4 - 5) $^\circ\text{C}$.

На рисунку 2 наведено графік швидкості охолодження лабіринтового кільця, з якого видно, що кільце, яке нагріте до температури 150°C за 2 хвилини охолодилося до 24°C (вихідна температура 22°C).

Внутрішнє кільце підшипника, яке було нагріте до температури 120°C , за дві хвилини охолодилось до температури 23°C (рисунок 3).

Охолодження мінеральним маслом, лабіринтового кільця менш інтенсивне і різниця температур між лабіринтовим кільцем і навколишнім середовищем в 3°C досягається за 3 хвилини. При охолодженні мінеральним маслом внутрішнього кільця підшипника, розігрітого до 120°C в кінці другої хвилини, температура знизилася до 42°C .

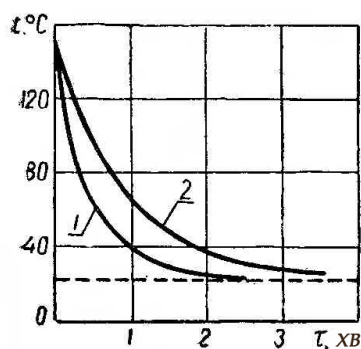


Рис. 2 – Графік швидкості охолодження лабіринтового кільця:
1 – Розчином нітриту натрію; 2 – Маслом

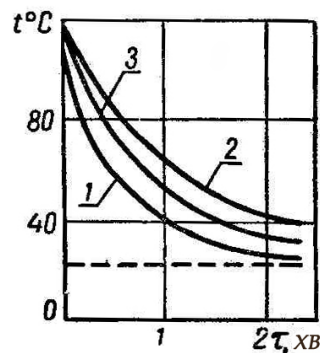


Рис. 3 – Графік швидкості охолодження кільця підшипника:
1 – Розчином нітриту натрію;
2 – Маслом; 3 – Контактном

Таким чином різниця температур між внутрішнім кільцем підшипника і навколишнім середовищем складає 20 °С. Для досягнення швидкості охолодження 100 °С за 121 секунду температура масла повинна бути значно нижчою.

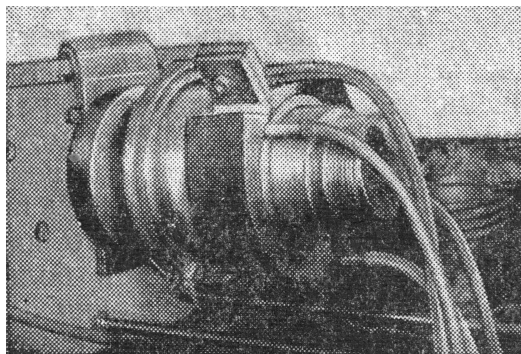


Рис. 4 – Пристосування для охолодження контактом

Охолодження контактним методом (рисунок 4) здійснюється наступним чином. Після складання на нагріте кільце надягається мідне кільце, в яке подається охолоджувальна рідина. Велика тепломісткість міді дозволяє відбирати тепло у кільця, що охолоджується, і віддавати рідині, яка протікає в мідному кільці.

При пропуску охолоджувальної рідини через порожнину мідного кільця з температурою 18 °С, через 2 хвилини кільце підшипника охолоджувалося від 120 °С до 32 °С (температура навколишнього середовища 22 °С). Перепад температур складає 10 °С.

Висновки

Таким чином, найбільш ефективним засобом охолодження лабіринтового кільця і кільця підшипника для забезпечення циклу якісного складання буксового вузла колісної пари вагонів, є охолодження водним розчином нітриту натрію з добавкою кальцинованої соди.

Список використаних джерел:

1. Смирнов И. П. Развитие технологии ремонта подъемно-транспортного оборудования / И. П. Смирнов // *Машинобудування: зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад.* – Харків, 2009. – № 4. – С.170-177.

References

1. Smirnov, I 2009, 'Razvitiye tekhnologii remonta pod'yemno-transportnogo oborudovaniya', *Mashinobuduvannya*, iss. 4, pp.170-177.

Стаття надійшла до редакції 23 квітня 2018 р.