



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 57511

(13) A

(51) 7 H05B6/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ НАГРІВУ КІЛЬЦЕВИХ ДИСКІВ ДЛЯ З'ЄДНАННЯ З НАТЯГОМ

1

2

(21) 2002119230

(22) 20 11 2002

(24) 16 06 2003

(46) 16 06 2003, Бюл. № 6, 2003 р.

(72) Шаблій Олег Миколайович, Гашин Надія Богданівна

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

(57) Спосіб нагріву кільцевих дисків для з'єднання з натягом, при якому кільцевий диск нагрівають до необхідної температури в залежності від вибраного натягу і з'єднують з валом, який відрізняється тим, що зовнішню і внутрішню циліндричні поверхні диска теплоізолюють, а нагрівання здійснюють рівномірно розподіленими по поверхні диска тепловими джерелами, потужність яких змінюють в часі за такою залежністю

$$W = \frac{S \alpha \Delta}{d_1 \alpha_T \eta \operatorname{sh} \left( \frac{\alpha}{c \rho h} \tau \right)} e^{\left( \frac{\alpha}{c \rho h} \right) t},$$

де

S - повна площа поверхні диска,

 $\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі з поверхні, $\Delta$  - натяг, $\alpha_T$  - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу, $d_1$  - діаметр отвору,

h - товщина диска,

c - питома теплоємність матеріалу,

 $\rho$  - густина матеріалу, $\eta$  - коефіцієнт корисної дії нагрівального пристрою (індуктора), $\tau$  - заданий час нагріву,

t - біжучий час

Винахід відноситься до технології машинобудування, а саме до методів створення нероз'ємних нерухомих з'єднань типу диск-вал за допомогою нагрівання охоплюючої деталі (диска)

Існують відомі методи та апаратні засоби створення таких з'єднань та розрахунків необхідної температури нагріву. В основному для нагрівання використовують електричні, газові, рідко- та твердопаливні печі з постійною температурою середовища (газоподібного або рідкого) (Новиков М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов - М: Машиностроение, 1969 - 532с.)

Недоліком цих методів є неекономне витрачання енергії за рахунок нагрівання оточуючого середовища та стінок печі, а також недостатній контроль за температурою нагріву.

Відомі індукційні методи нагріву, що базуються на застосуванні саморозігріву деталей за рахунок високочастотних струмів Фуко, які здійснюються спеціальними індукторами, енергія яких направляється, в основному, на нагрівання деталі. Для здійснення нагрівання відомі типові режими розігріву із застосуванням постійної потужності

теплових джерел індукційного нагріву (Слухоцкий А. Е. и Рыскин С. Е. Индукторы для индукционного нагрева Л. "Энергия", 1974, 264с.)

Недоліком вказаних методів індукційного нагріву є втрати енергії під час нагрівання внаслідок неоптимальної зміни потужності теплових джерел в часі.

Найближчим до запропонованого є спосіб нагріву кільцевих дисків для з'єднання з натягом, при якому кільцевий диск нагрівають до необхідної температури в залежності від вибраного натягу і з'єднують з валом (О. Шаблій, Н. Гашин. Оптимізація посадки кільцевого диска на круглий вал // Вісник Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя - 2001, - Том 6 - №2 - С 5-11)

Недоліками вказаного способу є складність технічної реалізації спеціального типу індуктора, який міг би забезпечити розрахунковий розподіл потужності теплових джерел, а також втрати енергії нагрівання за рахунок випромінювання з внутрішньої та зовнішньої циліндричних поверхонь диска.

(13) A

(11) 57511

(19) UA

В основу винаходу поставлено задачу економії енергії шляхом виконання способу нагріву кільцевих дисків для з'єднання з натягом, при якому кільцевий диск нагрівають до необхідної температури в залежності від вибраного натягу і з'єднують з валом, причому зовнішню і внутрішню циліндричні поверхні диска теплоізолюють, а нагрівання здійснюють рівномірно розподіленими по поверхні диска тепловими джерелами, потужність яких змінюють в часі за такою залежністю

$$W = \frac{S\alpha\Delta}{d_1\alpha_T\eta sh\left(\frac{\alpha}{cph}\tau\right)} e^{\left(\frac{\alpha}{cph}\right)t},$$

де

S - повна площа поверхні диска,

$\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі з поверхні,

$\Delta$  - натяг,

$\alpha_T$  - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу,

$d_1$  - діаметр отвору,

h - товщина диска,

c - питома теплоємність матеріалу,

$\rho$  - густина матеріалу,

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії нагрівального пристрою (індуктора),

$\tau$  - заданий час нагріву,

t - біжучий час

Вказана залежність визначає зміну потужності теплових джерел в часі, необхідну для досягнення переміщення (натягу)  $\Delta$  на внутрішньому діаметрі

Запропонована залежність одержана шляхом спрощення уточненого розв'язку крайової задачі оптимізації нагріву кільцевого диска з врахуванням теплового екранування його торців

Спосіб нагріву кільцевих дисків для з'єднання з натягом виконується наступним чином

Внутрішню та зовнішню циліндричні поверхні диска теплоізолюють за допомогою екранів, що мають малу теплопровідність. Нагрівання здійснюється індуктором, конструкція якого забезпечує рівномірний розподіл потужності теплових джерел по поверхні диска. Зміна потужності нагрівання в часі визначається запропонованою залежністю

Слід відзначити, що теплове екранування (ізоляція) диска на торцях дає можливість додатково економити енергію, зменшити температурні градієнти по області диска в процесі нагріву, що приводить до зменшення внутрішніх напружень і, відповідно, покращення працездатності отриманого з'єднання

Приклад конкретного виконання способу

Внутрішню та зовнішню поверхні кільцевого диска із жароміцної сталі 37Х12Н8Т8МФБ (ЭИ481) зовнішнім діаметром 260мм та внутрішнім 130мм і товщиною 20мм теплоізолювали азбестовими екранами. Для досягнення натягу 0,4мм диск нагрівали до температури, яка на 250°C перевищує температуру навколишнього середовища. Для цього застосовували індуктор у вигляді плоскої спіралі, внутрішній та зовнішній діаметри якого приблизно відповідали габаритам кільцевого диска. Зміну потужності, яка передається в індуктор, здійснювали шляхом зміни анодної напруги генератора згідно запропонованої залежності. Досягнення необхідної температури контролювалось термомарою. Розрахункове значення коефіцієнта  $\alpha=800\text{Вт}/(\text{К}\cdot\text{м}^2)$ , коефіцієнт корисної дії приймаємо  $\eta=0,5$ . Отримані значення спожитої для нагрівання потужності наведені у таблиці, де, також, для порівняння представлено результати нагрівання при незмінній потужності та відсоток економії

Таблиця

Час нагріву, с	Енергія джерел постійної потужності, кДж	Енергія джерел змінної потужності, згідно запропонованої залежності, кДж	Економія, %
30	85	80	5,8
60	117	96	17,9
90	155	107	31,0
120	196	112	42,8
150	240	114	52,5

Нагрів диска згідно запропонованого режиму дає можливість значно економити енергію нагріву в порівнянні з нагрівом постійною потужністю для досягнення того ж натягу