

УДК 621.763

Полянський П., канд. екон. наук, доцент (Миколаївський національний аграрний університет)

Проектування поршневих кілець з вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів

Наведений порядок проектування кілець залежно від напрямку дії зовнішніх сил, геометричних і технічних параметрів.

Ключові слова: композиційний матеріал, поршневі кільця, проектування, напруга.

Поршневі кільця з вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів (ВВКМ) мають цілий ряд переваг перед металевими: підвищену термостійкість; збереження пружності під час нагрівання до 1200 К; можливість роботи без рідинного змащення; швидку пристосованість, знижену щільність і, відповідно, зменшення інерційних навантажень; підвищену питому міцність; підвищену зносостійкість і можливість легкого відновлення зношених кілець шляхом повторного просочення в середовищі вуглецевовмісного газу; низький коефіцієнт температурного розширення, що дозволяє забезпечити мінімальні зазори.

Наведені переваги роблять ВВКМ перспективним матеріалом для поршневих компресорів і двигунів внутрішнього згорання, які працюють в широкому діапазоні температур.

Технологія виготовлення поршневих кілець з ВВКМ полягає в намотуванні заготовки з вуглецевої тканини

на оправлення з граніту чи кварцової труби, просочуванні в газовому середовищі, механічній обробці та вторинному просочуванні з термообробкою до 2500 К (графітизації) з метою отримання підвищених антифрикційних властивостей (рис. 1).

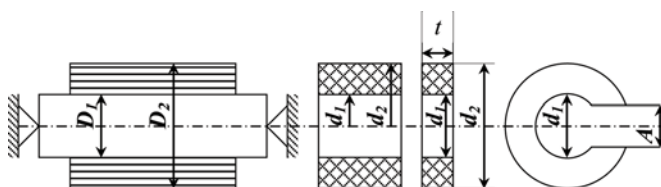


Рис. 1 – Поршневе кільце

Під час проектування рекомендуються такі геометричні співвідношення: висота кільця $t=4+0,01D$ мм, де D – діаметр циліндра; товщина кільця $b=1,0-3,0 t$; припуски на обробку складають 1-2 мм на сторону; $d_1=0,9D$; $d_2=1,02D$; $A=0,07d_2$; $D_1=d_1-4$ мм; $D_2=d_2-4$ мм.

Зразкові технічні характеристики ВВКМ: межа міцності $\sigma_b=240$ МПа; модуль пружності $E=220$ ГПа; коефіцієнт тертя по чавунній втулці 0,05-0,20, по втулці з ВВКМ - 0,04-0,10; термостійкість 1500 К; щільність $\rho=1550$ кг/м³.

Під час роботи кільця відчувають напруження згину від дії тиску стінок циліндра, при цьому зовнішні волокна кільця розтягнуті, а внутрішні стиснуті.

Розрахунок полягає у визначенні цих напруг, а також напруг, що виникають під час натягання кільця на поршень.

Під час роботи кільця прогинний момент приблизно можна представити таким чином: $M = \frac{PtD^2}{2}$.

$$\text{Напруга згину} \quad \sigma_{зг} = \frac{M}{W}; \quad W = \frac{tb^2}{6};$$

$$\sigma_{зг} = \frac{6PtD^2}{2b^2t} = \frac{3PD^2}{b^2}.$$

Отже, $\sigma_{зг}$ не залежить від висоти кільця t .

Із заданою величиною $\sigma_{зг}$ для підвищення тиску P можна збільшити товщину b . Питомий тиск для вуглець-вуглецевих композиційних кілець $P=0,03-0,05$ МПа.

Допустиме напруження $[\sigma_{зг}]=50-80$ МПа. Напругу під час натягування кілець можна допустити значно більшою, так як процес натягування триває недовго.

Для бруса малої кривизни

$$\frac{1}{\rho'} - \frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI} \quad (1)$$

де ρ, ρ' – середній радіус кривизни до і після деформації кільця;

M – згинальний момент;

I – момент інерції перерізу кільця відносно нейтральної осі.

Найбільша напруга в зовнішніх волокнах кільця

$$\sigma = 0,5M \frac{b}{I} \quad (2)$$

Розв'язуючи (1) і (2) спільно, отримуємо $(1/\rho') - (1/\rho) = 2\sigma/bE$.

Під час одягання кільця $\rho'=0,5(D+b)$; $1/[0,5(D+b)] - 1/\rho = 2\sigma_{н}/bE$, звідси $\sigma_{н} = bE[1/(D-b) - 1/(D+b)]$.

Довжина вирізу у вільному стані $A=(2,5-4,0)b$.

Зазор в замку кільця, вставленого в циліндр, щоб уникнути заїдання в разі підвищення температури слід брати рівним $(0.001-0.002)D$. Зазор по висоті кілець рекомендується прийняти 0,01т. Середні значення зазорів по висоті кілець становлять 0,01-0,03 мм.

Після обробки і розрізання кілець необхідно вставити розпірку з графіту і провести термообробку в середовищі природного газу.

Список літератури

1. Технология проектирования изделий из волокнистых композиционных материалов / Ю. В. Селезньов, Д. В. Бабенко, Г. О. Иванов, П. Н. Полянський // Motrol motoryzacja i enrgetyka rolnictwa. Tom 9. a. – Lublin, 2007. – С. 222–231.

2. Спосіб виготовлення поршневих композиційних кілець для двигунів внутрішнього згорання. Патент №62863. Ю.В. Селезньов та ін.

Анотація. Приведенный порядок проектирования колец в зависимости от направления действия внешних сил, геометрических и технических параметров.

Summary. Procedure design reproduced rings depending on the direction of external forces, geometrical and technical parameters.

Стаття надійшла до редакції 12 жовтня 2015 р.