

Сравнителни изследвания на антифрикционни материали за пластинкови вакуумпомпи и компресори

Г. Попов, П. Копчев, Кр. Тужаров, Кр. Николов

Comparative researches of antifriction constructional materials for vane vacuum pumps and compressors In this work laboratory installation for pattern tribology examinations of antifriction constructional materials for vane vacuum pumps and compressors has been presented. Initial results from the examination of some Bulgarian constructional materials with polymer base have been presented.

Key words: : constructional materials; vane vacuum pumps

ВЪВЕДЕНИЕ

Пластинковите вакуум помпи и компресори са широко разпространени в практиката пневматични машини, които намират приложение в различни области на промишлеността [6]. Най-сериозна нужда се наблюдава в селското стопанство, където те са незаменими при осъществяване на различни процеси при механизацията на животновъдството [2].

Пластинковите вакуум помпи се разделят на две основни категории: със смазване и без смазване.

При машините със смазване се използват специални смазващи течности (компресорни масла), които в този вид машини изпълняват две основни функции: намаляване на триенето в триещите двоици пластинки – статор и пластинки – канали в ротора; уплътняване на челните хлабини между две съседни камери. В тези случаи пластинките най-често са изработени от метал или текстолит [2,6].

В редица случаи обаче е недопустимо използването на смазващи течности предвид замърсяването на околната среда и преминаващия през тях газ. В тези случаи пластинките се изработват от специални антифрикционни композиционни материали [6].

Една основна задача при създаването на такива машини е разработването и изследването на подходящи за изработване на пластините материали. Целта на настоящата работа е именно такава: да се проведат някои първоначални трибологични изследвания на български антифрикционни композиционни материали, притежаващи потенциала от качества за вграждане в пластинкови пневматични машини.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За изследване на трибологичните свойства на антифрикционните материали все още не съществува единна общоприета методика. Липсват както у нас, така и в чужбина стандартизационни документи, които да регламентират методите на изследване. В зависимост от поставените цели и задачи, авторите на различни изследвания подхождат конкретно към този въпрос. Съществуващото разнообразие в много от случаите прави резултатите от изследванията трудно сравними. Поради тази причина най-често изследванията на разработените композиционни материали са сравнителни, като база за сравнение се използват материали, прилагани в съществуващи триещи двоици и с добре известни антифрикционни свойства.

Основните цели при провеждането на трибологичните изследвания са [5]: оценка работоспособността на съчетанието на материалите при режими на изпитване, които съответстват на натуралния възел; сравнителни изпитвания на триещи двоици с цел определяне на такива, които най-добре отговарят на експлоатационните условия; прогнозиране на фрикционно-износните характеристики на натуралния триещ възел; точно определяне на такова съчетание от действащите

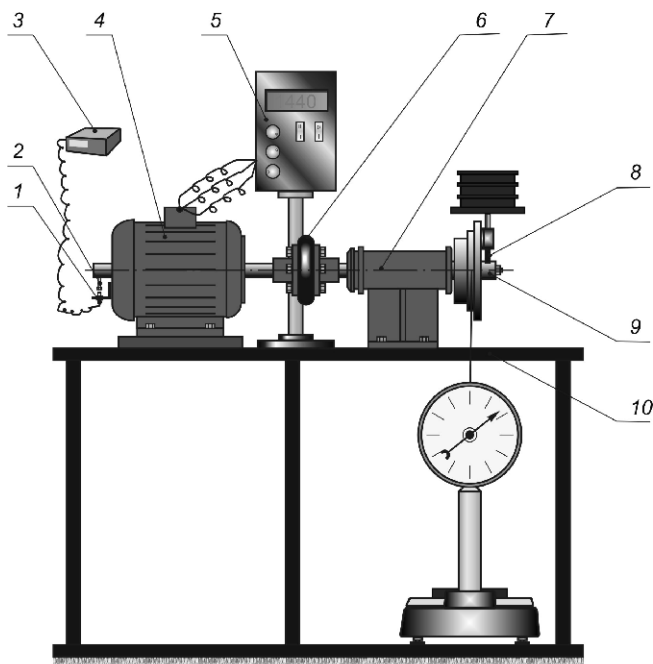
фактори и техните значения, при които се осигуряват най-добри изходни характеристики на триботехническата система като цяло.

Стендовите изпитвания служат за проверка ефективността на приетите решения относно използваните материали и конструкцията на възела, както и сравнителна оценка за срока на служба на детайлите. Те са важен етап за търсене на оптимални решения, при които се уточняват конструктивните елементи на детайлите.

Стендовете за моделни трибологични изпитвания отразяват (в по-малка или в по-голяма степен) реалните условия на работа. Изпитвателни машини за триене и износване в България не се произвеждат и поради тази причина изследователите и изследователските лаборатории проектират и изработват за собствени цели специални уредби, които работят по общоприети схеми на триене.

Опитна уреда за трибологични изследвания

За провеждане на сравнителните изследвания на материали за пластините на пластинкови пневматични машини без смазване е разработена опитна уредба, схемата на която е показана на фиг. 1.



Фиг. 1 Схема на стенд за моделни трибологични изследвания

1-индуктивен датчик; 2-палец; 3-електронен брояч на импулси; 4-електродвигател; 5-честотен инвертор; 6-съединител; 7-лагерно тяло; 8-изпитван образец; 9- контратяло; 10-рама;

Схемата на триене при тази машина е цилиндричен щифт по въртящ се пръстен. Неподвижният щифт 8 е изработен от изследвания полимерен антифрикционен материал, а въртящият се пръстен (контратялото) 9 - от сив чугун.

Преди да се монтира държачът заедно с изпитвания образец във водещото тяло, при поставени измерителна 11 и балансираща 10 тежест, се отчита показанието на везната. След пускане в действие на машината и настройване на дадения режим на изпитване се отчита намаляването на теглото на измерителната тежест, което е пропорционално на триещата сила.

Методиката за изпитване на антифрикционните материали включва получаване на серии опитни данни за коефициента на триене и износването на изследваните образци при различни режимни параметри [5]: налягане, скорост на плъзгане и температура.

Различните работни режими се получават чрез изменение силата на теглото на тежестите върху образца G (изменение на налягането p) и чрез изменение честотата на въртене на контратялото (изменение на скоростта на триене v).

Големината на налягането в триещия възел е:

$$(1) \quad p = \frac{G + G_0}{S} = \frac{g(m + m_0)}{S}, \text{ MPa},$$

където G и G_0 са съответно силата на теглото на еталонните тежести и на държача, m и m_0 - масата в [kg] на тежестите и на държача, g - земното ускорение, S - лицето в [mm²] на контактната площ между изпитвания образец и контратялото.

Скоростта на триене е:

$$(2) \quad v_{\text{пл}} = \frac{\pi n d}{6 \cdot 10^4}, \text{ m/s},$$

където n е честотата на въртене на вала на машината [min⁻¹]; d - диаметърът на контратялото [mm].

Като се състави условието за равновесие на балансиращия диск, към който е закрепен изпитваният образец, за коефициента на триене се получава:

$$(3) \quad f = \frac{2R}{d} \left(\frac{M_0 - M}{m + m_0} \right),$$

където R е радиусът, на който е закрепена металната струна 2 към балансиращия диск 3 (фиг. 2); d - диаметърът на контратялото; M_0 - първоначалното показание на везната; M - текущото показание на везната за дадения опит; m и m_0 - масата съответно на тежестите и на държача.

Обекти на изследване и условия на изпитване

За начални изследвания са избрани две композиции на основата на епоксидно-новолачен блоксъполимер със съответните пълнители. Материали на такава основа са широко изследвани в РУ „А. Кънчев“ и са доказали своите трибологични качества в различни машини – аксиални лагери на потопени помпени агрегати [1,3], пластинкови помпи за работа с вода [4] и др. При последните пластините са изработени от композиции, основен пълнител в които е кокс. Това дава основание да се предполага, че такива композиции биха имали потенциала от свойства (механични и трибологични) за работа и в триещи двоици при липса на смазване, каквито са двоиците пластини – статор във вакуумпомпите.

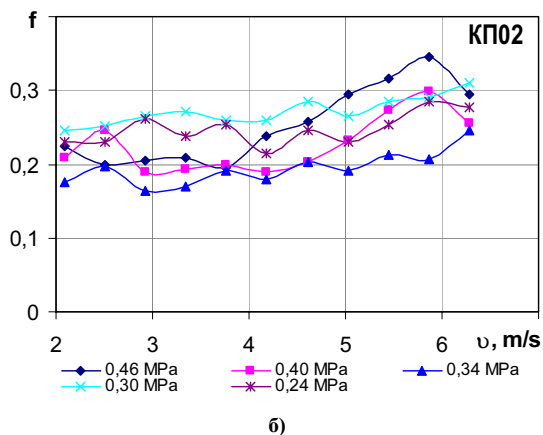
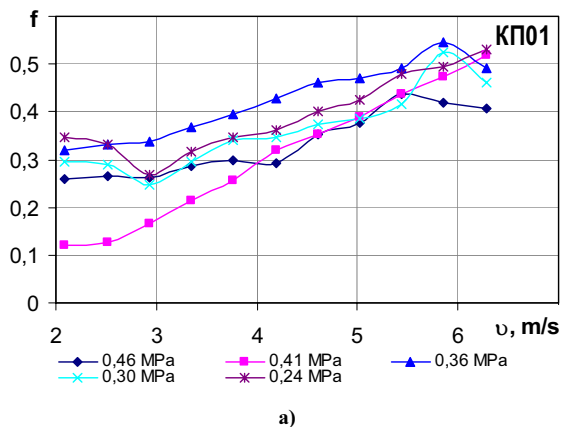
Условно разработените композиции са означени с КПО1 и КПО2. Те се различават освен в процентното съдържание на кокс и по това, че в първата композиция е използван пълнител на минерална основа, докато във втората се използва свръхвисокомолекулен полиетилен. И двата материала съдържат като пълнител и графит.

Изследването е проведено при следните условия:

- скорост на плъзгане - $v = (1 \div 6) \text{ m/s}$;
- специфично натоварване - $p = (0.5 \div 0.2) \text{ MPa}$.

Резултати

На фиг. 3 са представени получените резултати от изпитването на двата композиционни материала. Вижда се, че коефициентът на триене се изменя по различен начин за двата материала. При композицията КР01 се наблюдава непрекъснато нарастване на коефициента на триене с увеличаване на скоростта на триене. Получените за този материал стойности на f имат сравнително по-високи стойности в сравнение с материала КР02.



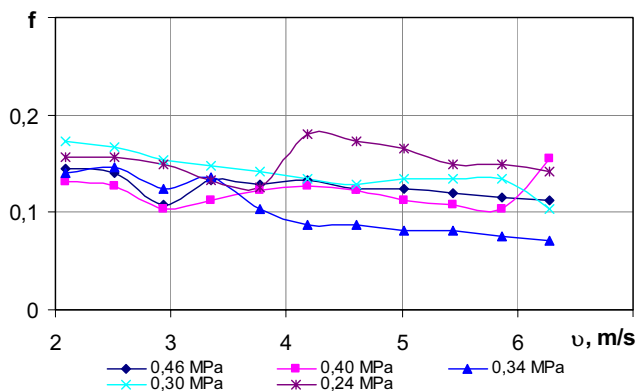
Фиг. 3 Изменение на коефициента на триене при различни скорости и натоварвания

а) за материал КР01;

б) за материал КР02

При изпитването на образеца КР02 преобладава тенденцията за запазване на сравнително постоянни стойности на коефициента на триене, но и тук при определени натоварвания се забелязва известна тенденция на нарастване на f с увеличаване на скоростта на плъзгане. Но сравнителният анализ на данните за двата материала недвусмислено показва предимствата на материала КР02.

За сравнение на получените първоначални данни за изпитваните български материали е проведено изследване на зависимостта $f = \varphi(v)$ при различни натоварвания на опитен образец, изработен от пластините на използвана в практиката машина - вакуумпомпа на турската фирма SEZER - фиг. 4.



Фиг. 4 Изменение на коефициента на триене за опитен образец от вакуумпомпа на фирма SEZER

Вижда се, че за този материал коефициентът на триене е в границите $f = (0,1 \div 0,15)$, като се наблюдава тенденция на известно намаляване с увеличаване на скоростта на плъзгане.

Сравнението на графиките от фиг. 3б и фиг. 4 показва по-добрите трибологични качества на материала от вакуумпомпа SEZER. Това може да се обясни първо с различната природа на изследваните материали и второ на оптимизирания състав на този материал, с оглед използването му в пневматични машини без смазване.

Получените данни за разработените от нас материали представляват една добра отправна точка в посока синтезиране и оптимизиране на техния състав, с оглед доближаване на техните трибологични качества с тези на утвърдени в практиката графитови материали за пластините на вакуумпомпи и компресори

ИЗВОДИ

- Разработена е уредба за моделни трибологични изследвания на антифрикционни композиционни материали за пластинкови вакуумпомпи и компресори.

- Получените първоначални данни за коефициента на триене при различни режимни параметри (налягане и скорост на плъзгане) на образци от наши композиционни материали, дават основание за продължаване на тяхното изследване.

- Необходимо е да се оптимизира съставът им, с оглед подобряване на техните трибологични характеристики за използването им в пластинковите вакуум помпи и компресори.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Копчев П. В., Д. Д. Андреев, Й. В. Петров, Б. И. Кирилова. Трибологични изследвания на полимерни материали с оглед приложението им за плъзгащи лагери. Научни трудове на ВТУ "Ангел Кънчев" том XXXI сер. 9, Русе 1988, с. 84-89.
- [2]. Мжельский Н. И. Вакуумные насосы для доильных установок. Машиностроение, М., 1974.
- [3]. Петров Й. В., Д. Д. Андреев, П. В. Копчев. Изследване на пластмасови композиции за аксиални хидродинамични плъзгащи лагери при смазване с вода. ЮНС на ВМЕИ Варна, 1987, с. 98-101.
- [4]. Попов, Г.С., П.В.Копчев, Р. Маковски. Трибологични изследвания на композиционни материали за водни пластинкови помпи. Научни трудове на РУ "Ангел Кънчев", том 37, сер. 9, Русе 1999, стр. 111-115.
- [5]. Полимеры в узлах трения машин и приборов, Справочник под ред. А. В. Чичинадзе, Машиностроение, М., 1988.
- [6]. Флоров Е. С., И. В. Автономова, В. И. Васильев, Н. К. Никулин, П. И. Пластинин. Механические вакуумных насосы. Машиностроение, М., 1989.

За контакти:

Доц. д-р Генчо Попов, д-р Красимир Тужаров, инж. Красимир Николов - катедра "Топлотехника, хидро и пневмотехника", РУ "Ангел Кънчев", e-mail: gspopov@ecs.ru.acad.bg

Доц. д-р Петър Копчев - катедра "Ремонт, надеждност и химични технологии", РУ "Ангел Кънчев"

Докладът е рецензиран.