

Корисна модель відноситься до галузі машинобудування і може бути використана в високошвидкісних шпиндельних опорах металорізючих верстатів.

Відомий гідродинамічний підшипник ковзання, що складається з втулки і вставленого в неї з зазором шипа, які обертаються одна відносно одного. В зазорі між втулкою і шипом розміщується змащувальна рідина. [Див. Константи́неску В.Н. Газовая смазка. Пер. с румынского / Под. ред. Коровинского М.В.- М.: Машиностроение, 1968,- стр. 29]. Недоліком підшипника є суттєві великі втрати потужності на тертя при високих відносних швидкостях ковзання поверхонь втулки і шипа.

Відомий також аеродинамічний підшипник, що складається з нерухомої циліндричної втулки і встановленого в ній з зазором шипа, що обертається. Зазор між шипом і втулкою заповнено газом. При обертанні шипа газ, що захоплюється його поверхнею, уганяється в клиновидний зазор між шипом і втулкою. В результаті стискування газу в мастильному шарі виникає підвищений тиск, який і відділяє шип від втулки [Див. Шейнберг С.А., Жедь В.П., Шишеев М.Д. Опоры скольжения с газовой смазкой. - М.: Машиностроение, 1969.- Стр. 36.]. Недоліком підшипника є невисока статична і динамічна жорсткість, а також високі вимоги до рідини і якості виготовлення спряжених поверхонь втулки і шипа.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого гідрогазового підшипника є гідрогазовий підшипник, що містить дві жорсткі поверхні, які взаємодіють між собою крізь проміжок повітря та рідини у вигляді в'язкого мастила, при цьому в'язкість мастила біля однієї поверхні є змінною за рахунок нагрівання цієї поверхні з утворенням прошарку пари між рідиною та поверхнею (Див. пат. США № 3352607, Нкл. 308-9, 1967 р.)

Суттєвим недоліком такого підшипника є те, що в процесі роботи можливе утворення піни через неповний розподіл рідинної та пароподібної фаз, що збільшує втрати на тертя. Розподіл рідинної фази і поверхні, що обертається, за допомогою прошарку пари неможливо підтримувати постійним, тому що гідродинамічна складова рідинного шару при контакті із прошарком пари різко зменшується, внаслідок чого режим роботи підшипника стає нестійким і втрачається його швидкохідність.

Завданням даної корисної моделі є отримання нового технічного результату, що виявляється у розширенні технологічних можливостей підшипника шляхом зміни його конструкції.

Поставлене завдання вирішується наступним чином.

У відомому гідрогазовому підшипнику, що містить дві жорсткі поверхні (гільзу та шип) з можливістю взаємодії між собою, та шаром мастила і прошарком його пари у проміжку між поверхнями, згідно із запропонованою корисною моделлю, на зовнішній з жорстких поверхонь, що взаємодіють (гільзи), виконані внутрішні пази з встановленими магнітами, а мастило являє собою магнітну рідину, при цьому магніти в пазах зовнішньої жорсткої поверхні (гільзи) розташовані не порушуючи її рельєфу. Крім того, магніти, що вставлені в гільзу виконані з електромагнітного матеріалу.

Вони дозволяють плавно регулювати квазі-твердість магнітної рідини на відміну від постійних магнітів, де можливість регулювання виключається.

На кресленні, що додається, схематично зображений гідрогазовий підшипник.

Конструктивно гідрогазовий підшипник містить дві жорсткі поверхні, зовнішня з яких є гільзою 1, яка встановлена з можливістю обертання та із проміжком (зазором), на шип 2, який є нерухомим. В пазах зовнішньої жорсткої поверхні (гільзи 1) встановлені електромагніти 3, а у проміжку (зазорі) між внутрішньою жорсткою поверхнею (шипом 2) і зовнішньою жорсткою поверхнею (гільзою 1) розміщена магнітна рідина m у попередньо розрахованій кількості.

Гідрогазовий підшипник працює наступним чином.

При обертанні гільзи 1 під дією магнітних полів електромагнітів 3, лінії магнітної індукції і яких замикаються крізь магнітну рідину m , магнітна рідина m також приводиться в обертання в коловому напрямку в зазорі між гільзою 1 і шипом 2. Під дією відцентрових сил магнітна рідина m притискується до поверхні гільзи 1 при дозуванні магнітної рідини меншому, ніж необхідно для повного заповнення зазору між гільзою 1 і шипом 2, між кільцевим шаром магнітної рідини, що обертається, і поверхнею шипа 2 утворюється газовий шар g .

При цьому за рахунок відцентрових сил в шарі магнітної рідини m виникає тиск: мінімальний, рівний тиску газового шару g , на вільній границі і максимальний - на стінці гільзи 1. Таким чином утворюється квазітверда, ідеальна кільцева поверхня магнітної рідини m , що обертається. При прикладанні радіального навантаження P до гільзи 1, яке виникає, наприклад, в опорах шпинделів металорізальних верстатів при різанні, відбувається зміщення гільзи 1 на величину e , при цьому створюється аеродинамічний клин, який являє собою деформовану ділянку шару q магнітної рідини. Величина цієї деформації обмежена: по-перше, гідростатичним тиском в шарах магнітної рідини m , по-друге, інерцією набігаючого потоку магнітної рідини m ; співвідношення між товщинами шарів магнітної рідини m і газу g регулюються для забезпечення гідродинамічного тертя в достатньо малому зазорі.

Приклад.

При обертанні шару магнітної рідини в ній за рахунок відцентрових сил виникає гідростатичний тиск, який дорівнює

$$p(k) = 2.8 \cdot 10^{-9} \cdot (dn) \cdot \rho \cdot \left[k^2 - k \right], \text{ Па};$$
$$k = \frac{(1 + 10\varepsilon)^2}{40\varepsilon + (1 + 10\varepsilon)^2}; \quad \varepsilon = \frac{e}{r_1} = \frac{2e}{d} \leq 0.01,$$

де $p(k)$ - гідростатичний тиск, Па;

k - безрозмірний критерій, який характеризує відношення зміщення е шипа відносно гільзи і радіуса r ;

dn - параметр швидкохідності;

ρ - густина робочої рідини, кг/м^3 ;

d - діаметр шипа, мм;

n - частота обертання шипа, хв^{-1} ;

r - радіус, що відповідає внутрішньому шару рідини, мм;

r_1 - радіус вільної поверхні рідини, мм;

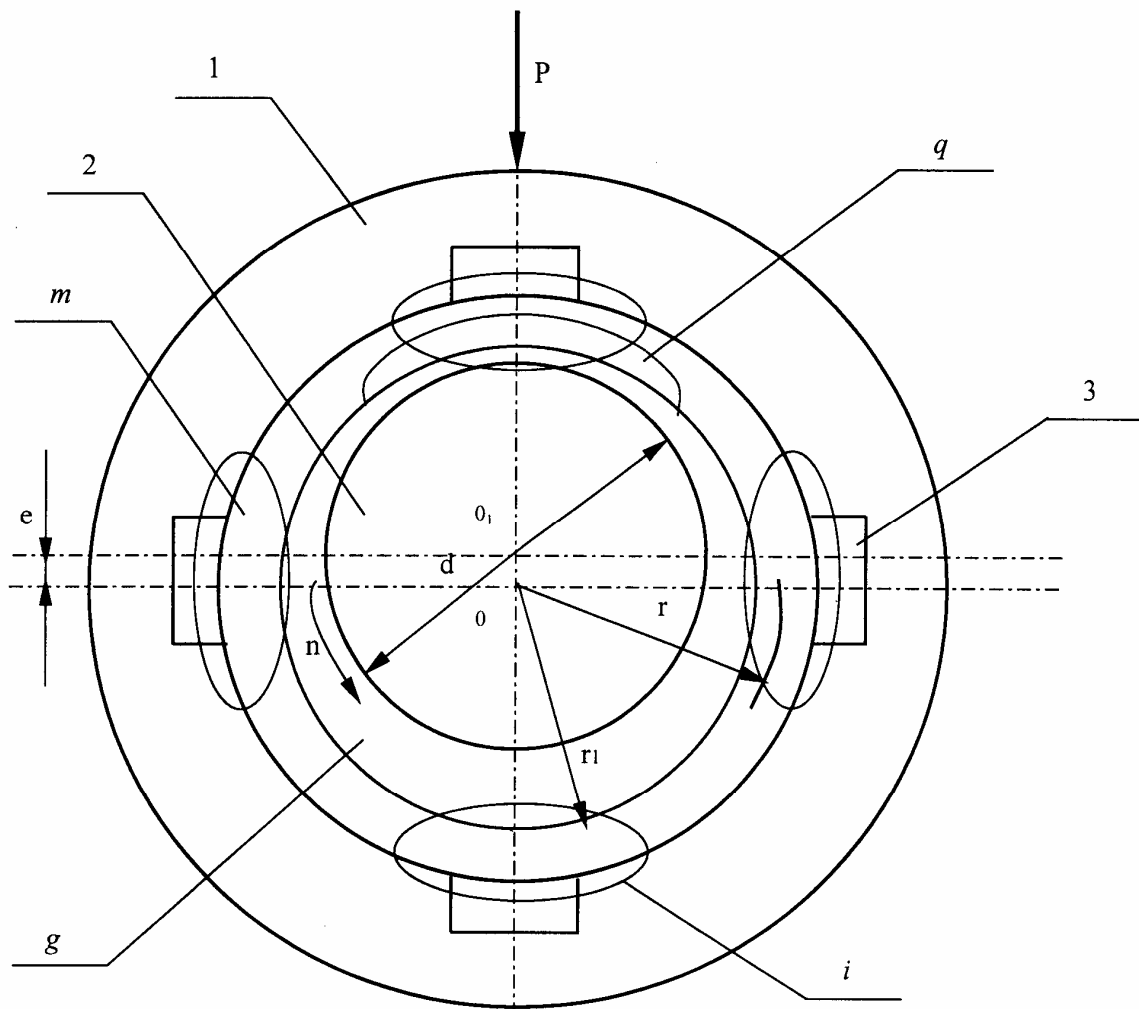
$\frac{\text{мм}}{\text{мм}}$

при $(dn)=10^7 \text{ хв}$, $\rho= 1000 \text{ кг /м}^3$, $k = 0.001$,
що відповідає зміщенню шипа

$$e = \frac{d}{2} = 0.005 \text{ мм при } d = 100 \text{ мм} :$$

$$p(k) = 8.4 \cdot 10^5 \text{ Па} = 0.84 \text{ МПа}$$

Звідси випливає, що гідрогазовий підшипник, що заявляється, дозволяє отримати новий технічний результат, який полягає в зниженні втрат потужності на тертя, підвищенні швидкохідності і жорсткості, а також зниженні вимог до точності виготовлення спряження гільза-шип підшипника.



Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
