

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАПРЯМУ НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБОЧІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУМОМЕТАЛЕВИХ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ

Свіргун О.А., Гусєв О. В., Коломієць В.В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Свіргун В.П.

Харківський національний технічний університет «ХПІ»

В роботі проведено дослідження впливу напрямку навантаження на основні робочі характеристики підшипників: деформацію опорної поверхні, максимальний тиск на найбільш навантаженому сегменті, мінімальну товщину водяного шару на основній несучою майданчику, пов'язану з режимом тертя, коефіцієнт тертя, максимальну температуру води в навантаженій зоні. Показані закономірності зміни характеристик при зміні радіальної сили, та ширини підшипника.

Дослідження опорних підшипників дозволяють встановити загальні тенденції зміни робочих характеристик гумометалевих підшипників, що змащуються водою, в залежності від конструктивних і експлуатаційних параметрів приймати при розробці нових опор обґрунтовані рішення в залежності від очікуваних умов роботи і технічних вимог до підшипника який проектується.

Встановлено що з ростом середнього тиску збільшується деформація опори, тиск на найбільш навантаженому сегменті і температура. Коефіцієнт тертя і товщина водяного шару на несучій площині спочатку зменшуються, а потім стабілізуються. Деформація вузьких підшипників зростає з ростом тиску більшою мірою. Зниження тиску за рахунок ширини підшипника є ефективним засобом зменшення деформації і збільшення товщини водяної плівки, що гарантує рідинний режим тертя. Ефект крайового контакту, який представляє загрозу працездатності для металевих підшипників, в гумових опорах небезпеки не несе зважаючи підвищеної податливості опорної поверхні.

Ключові слова: *гумометалевий підшипник, змащування водою, робочі характеристики, напрям навантаження*

Поставлення проблеми

Проблема використання води в якості мастильного матеріалу в сучасному машинобудуванні вирішується в двох напрямках: в гідростатичних опорах і в підшипниках рідинного гідродинамічного і граничного тертя.

Вода в якості речовини, що змащує підшипники гідравлічних машин і турбобурів, опори гребних валів кораблів і механізми харчової промисловості важлива в зв'язку зі зростаючими вимогами екологічності та пожежної безпеки. Важливим фактором є можливість використання для змащення робочої рідини машин, що спрощує конструкції ущільнень.

Застосування підшипників ковзання, що змащуються водою, в різних галузях машинобудування з різними умовами експлуатації вимагає всебічного вивчення кожного з явищ, які мають місце при їх роботі.

Сучасні конструкції гумових опорних підшипників в більшості випадків являють собою сталеві втулки з прикріпленням до неї гумовим шаром, який розрізаний на кілька частин каналами, що підводять воду.



Рис. 1. Гумометалевий радіальний підшипник



Рис.2. Сегменти для гумометалевих радіальних підшипників

Парою тертя є вал, який виготовлений з нержавіючої сталі.

Особливістю даного типу опор є мала в'язкість води і дуже малий модуль пружності гумового покриття з практично незмінним об'ємом.

Працездатність гумометалевих підшипників, які змащуються водою, визначається необхідною точністю центрування осі вала, теплостійкістю опорних поверхонь, міцністю і зносостійкістю пар тертя. Особливості роботи підшипників, які змащуються водою, і можливості використання різних матеріалів для вирішення завдань підвищення працездатності опорних вузлів описані в роботах [1,2,3,4].

Обмеження деформацій або максимально допустимому ексцентриситету визначаються загальними вимогами до конкретного механізму. Для опор гребних валів допускаються досить великі ексцентриситети, а гранична деформація залежить від розмірів валів. Більш жорсткі вимоги до деформацій ставляться при проектуванні опорних вузлів гідралічних турбін і насосів. Обмежуються зміщення осей валів також для опор бурових установок.

Мета дослідження

Дослідження впливу напряду навантаження оцінювалося при зміні відносного кута прикладання навантаження. Та дослідження робочих характеристик гумометалевого підшипника ковзання в залежності від величини середнього тиску .

Результати досліджень

Величина деформації, як було встановлено [2], залежить від тиску на опорній поверхні, механічних властивостей і товщини гумового покриття, від конструктивних особливостей робочих поверхонь і форм каналів, що підводять воду. Вимоги по обмеженню тиску, пов'язані з деформацією, частіше є більш жорсткими у порівнянні з вимогами до тиску за умовами міцності і зносостійкості.

Виходячи зі сказаного, доцільно з'ясувати вплив напряду навантаження на основні робочі характеристики підшипників:

Δ_m – деформацію опорної поверхні,

p_m – максимальний тиск на найбільш навантаженому сегменті,

h_m – мінімальну товщину водяного шару на основний несучою майданчику, пов'язану з режимом тертя,

f – коефіцієнт тертя,

t_M - максимальну температуру води в навантаженій зоні.

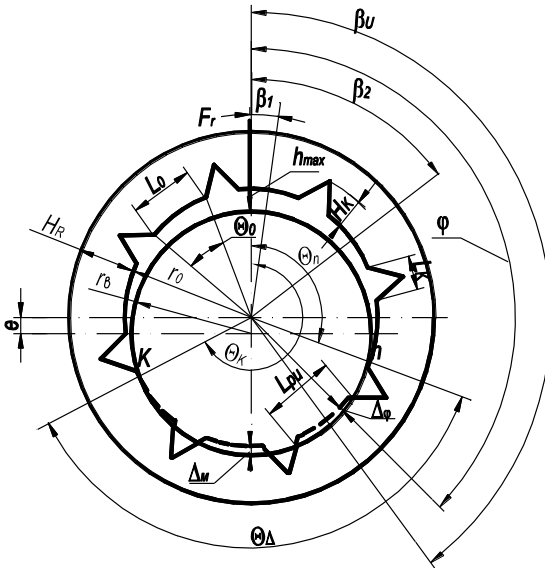


Рис.3. Схема радіального підшипника

Базовим об'єктом для дослідження прийнято підшипник гідравлічної машини [3].

Діаметр вала підшипника становив $d_g = 60,38$ мм, ширина підшипника $B = 90$ мм, зовнішній діаметр гумового покриття $d_n = 73$ мм. Підшипник мав вісім поздовжніх каналів трикутної форми глибиною $H_k = 3,1$ мм. Коефіцієнт заповнення робочих поверхонь склав $m_z = 0,5$.

Матеріал покриття графіто-каучукова маси, що складається з 20 % натурального каучуку, 34 % синтетичного рафінованого каучуку, 30 % жирного графіту, 3 % стеарину,

12 % сірки і 1 % контакса. Ця суміш дозволяє працювати при температурі до 130 градусів. Твердість гумового покриття по Шору становила $Sh = 82$, що відповідає модулю зсуву $G = 1,76$ МПа.

Дослідження впливу напрямку навантаження оцінювалося при зміні відносного кута прикладання навантаження $\bar{\theta}$ від $-0,5$ до $+0,5$.

Результати розрахунків показують, що сумарні характеристики змінюються незначно. При направленні навантаження між сегментами деформація збільшується на 2,4 %, коефіцієнт тертя і температура зменшуються на 2,5 %.

Товщина водяної плівки не змінюється. Більшою мірою змінюється тиск на найбільш навантаженому сегменті, яке зростає на 12,7 % при прикладанні навантаження до середини опорної поверхні ($\bar{\theta} = 0$). Цей варіант приймався для подальших теоретичних розрахунків, як найбільш навантажений.

На рисунку 4 наведені графіки зміни досліджуваних робочих характеристик від середнього тиску.

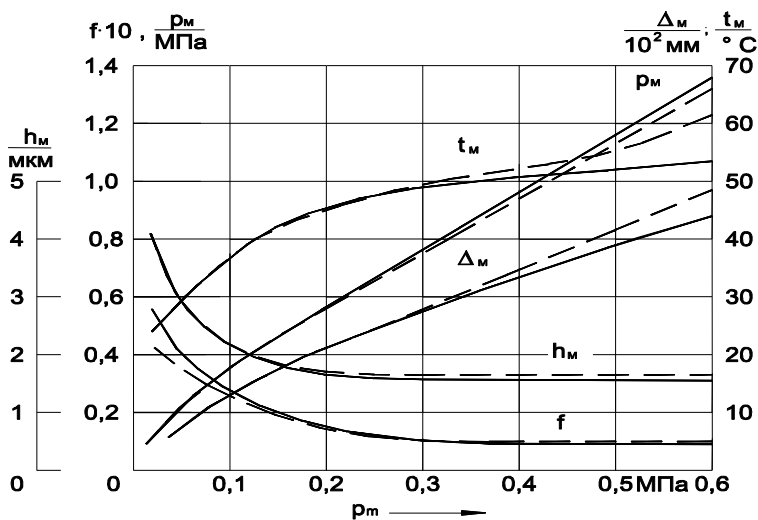


Рис.4. Залежність характеристик від тиску — — змінюється F_r , - - - змінюється B .

Сувільними лініями показані закономірності зміни характеристик при збільшенні радіальної сили, а пунктирними - при зменшенні ширини підшипника B .

Результати досліджень

Аналіз розрахунків показує дозволяє зробити наступні висновки.

З ростом середнього тиску збільшується деформація опори, тиск на найбільш навантаженому сегменті і температура.

Коефіцієнт тертя і товщина водяного шару на несучій площини спочатку зменшуються, а потім стабілізуються.

Деформація вузьких підшипників зростає з ростом тиску більшою мірою.

Зниження тиску за рахунок ширини підшипника є ефективним засобом зменшення деформацій і збільшення товщини водяної плівки, що гарантує рідинної режим тертя.

Ефект крайового контакту, який представляє загрозу працездатності для металевих підшипників, в гумових опорах небезпеки не несе зважаючи підвищеної податливості опорної поверхні.

Список використаних джерел

1. Коровчинский М.В. Теоретические основы работы подшипников скольжения. – М.: Машгиз, 1959. – 403 с.
2. Сvirгун О.А., Столбовой А.С., Сvirгун В.П. Методика расчетов резинометаллических подшипников скольжения, смазываемых водой // Вісник СевНТУ. Вип. 110: Механіка, енергетика, екологія: Сб. наук. пр – Севастополь: Вид-во СевНТУ: 2010, с. 273-278.
3. Давыдов А.П. Резиновые подшипники в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1968. – 188 с.
4. Коднир Д.С., Жильников Е.П., Байбородов Ю.И. Эластогидродинамический расчет деталей машин. М.: Машиностроение, 1988. – 160 с.
5. Коднир Д.С., Терещенко А.В. Контактно-гидродинамический расчёт подпятника с эластичным композитным покрытием // Трение и износ. – 1983. – Т. 4, № 5. – С. 837-844.

Abstract

RESEARCH INFLUENCE OF LOADING DIRECTION ON WORKING CHARACTERISTICS OF RUBBER-METAL SLIDING BEARINGS

Svirgun O.A., Svirgun V.P., O.Gusiev, V.Kolomiets

The problem of using water as a lubricant in modern engineering is solved in two ways: in hydrostatic supports and in bearings of fluid hydrodynamic and boundary friction.

Water as a lubricant for hydraulic machines and turbodrill bearings, propeller shaft supports and food processing machinery is important in the context of increasing environmental and fire safety requirements. An important factor is the ability to use machines to lubricate the working fluid, which simplifies the design of seals.

The use of water-lubricated sliding bearings in various engineering fields with different operating conditions requires a thorough study of each of the phenomena that occur in their operation.

A feature of this type of support is the low viscosity of the water and the very small modulus of elasticity of the rubber coating with virtually unchanged volume.

Friction steam is a shaft that is made of stainless steel.

The performance of water-lubricated rubber-metal bearings is determined by the required precision of the shaft axis centering, the heat resistance of the support surfaces, the strength and the wear resistance of the friction pairs.

The influence of the load direction on the basic performance of the bearings is studied: deformation of the bearing surface, maximum pressure on the most loaded segment, minimum

thickness of the water layer on the main bearing platform, associated with the friction mode, coefficient of friction, maximum water temperature in the load. The regularities of change of characteristics at change of radial force, and width of the bearing are shown.

Bearing studies allow us to establish general trends in the performance of water-lubricated rubber-metal bearings, depending on the design and operational parameters, to make informed decisions when designing new bearings, depending on the expected operating conditions and specifications for the designed bearing.

The study of the influence of the load direction was evaluated by changing the relative load angle from -0.5 to +0.5.

The results of the calculations show that the total characteristics vary slightly. In the direction of loading between segments, the deformation increases by 2.4%, the coefficient of friction and temperature decreases by 2.5%.

It is established that with increasing of the average pressure the deformation of the support increases, the pressure on the most loaded segment and the temperature. The coefficient of friction and the thickness of the water layer on the bearing plane are first reduced and then stabilized. The deformation of the narrow bearings increases with increasing pressure. Pressure reduction due to the width of the bearing is an effective means of reducing deformations and increasing the thickness of the water film, which guarantees a fluid friction mode. The effect of edge contact, which poses a threat to the working ability of metal bearings, in rubber bearings does not bear the danger due to the increased compliance of the bearing surface.

Keywords: *rubber-metal bearing, water lubrication, load direction.*