



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 43921

(13) C2

(51) 6 F04B1/20, F04B13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ОПОРА АКСІАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНОГО НАСОСА

1

2

(21) 97125931

(22) 09 12 1997

(24) 15 01 2002

(46) 15 01 2002, Бюл. № 1, 2002 р.

(72) Романовський Георгій Федорович, Хлопенко  
Микола Якович(73) Український державний морський технічний  
університет

(56) SU, а с № 1753021

(57) 1 Опора аксіально-плунжерного насоса, що  
складається з башмаків плунжерів, опертих на  
нахилену шайбу, сепаратора башмаків, та гідро-

динамічного упорного підшипника ковзання з са-  
моустановлювальними колодками, поверхня кон-  
такту яких з нахиленою шайбою виконана у  
вигляді сектора, а опорна поверхня у вигляді сфе-  
ри, яка відрізняється тим, що опорні сферичні  
поверхні колодок оперті на пружні елементи

2 Опора по п 1, яка відрізняється тим, що пруж-  
ний елемент виконаний у вигляді круглої платівки,  
вільно опертої на основу жорсткого циліндричного  
кільця, яке посаджено в гніздо підкладного кільця з  
рухомою посадкою

Винахід відноситься до паливних систем газо-  
турбінних двигунів, зокрема до аксіально-  
плунжерних насосів, і може бути використаний у  
машинобудуванні

Відома опора паливного аксіально-плунжерного  
насоса, яка складається із башмаків плунжерів, се-  
паратора башмаків та нахиленої шайби, яка служить  
одночасно упорним підшипником ("Авиационный  
двухконтурный турбореактивный двигатель Д-30КУ"  
ТО М, Машиностроение, 1975) Недостатком її з'яв-  
ляється зношування робочих поверхонь тертя баш-  
маків

За прототип прийнята опора аксіально-  
плунжерного насоса, яка складається з гідродинамі-  
чного упорного підшипника ковзання з само установ-  
люваними колодками, поверхня контакту яких з на-  
хиленою шайбою виконана у вигляді сектора, їх  
опорна поверхня у вигляді сфери, жорстко опертої  
на підкладне кільце, а гребінь зв'язаний з притисним  
сепаратором опорних башмаків і плунжерів з'єднан-  
ням, яке забезпечує радіальне переміщення опорних  
башмаків відносно ротора насоса (А с 1753021  
(СССР) Опора аксіально-плунжерного насоса/ ТО  
"Машпроект", авт. изобр В.И. Попов, Н.Я. Хлопенко  
-Заявл. 28.06.89, №4711119/29, Опубл. в Б.И., 1992,  
№29) Недоліком такої опори з'являється порівняль-  
но більша нерівномірність натиску колодок, обумов-  
лювана різнотовщинністю опорних башмаків, яка  
приводить до перекоосу робочої поверхні гребеня  
відносно робочої поверхні колодок, що обмежує її  
несучу здатність

Задача винаходу - створити таку опору аксі-  
ально-плунжерного насоса, у якій включення нового  
елемента дозволило би вирівняти навантаження  
на колодки і за рахунок цього підвищити її несучу  
здатність, надійність та ресурс роботи

Для розв'язування цієї задачі в опору аксіаль-  
но-плунжерного насоса, що складається з башма-  
ків плунжерів, опертих на нахилену шайбу, сепаратора  
башмаків, та гідродинамічного упорного  
підшипника ковзання з самоустановлюваними ко-  
лодками, поверхня контакту яких з нахиленою  
шайбою виконана у вигляді сектора, а опорна по-  
верхня у вигляді сфери, опорні сферичні поверхні  
колодок оперті на пружні елементи

Пружний елемент виконаний у вигляді круглої  
платівки, вільно опертої на основу жорсткого цилін-  
дричного кільця, яке посаджено в гніздо підклад-  
ного кільця з рухомою посадкою

Наявність пружних елементів в опори забез-  
печує вирівнювання осевого навантаження по  
колодкам

На фіг. 1 зображена опора аксіально-  
плунжерного насоса, на фіг. 2 - розгортка по сере-  
динному колу колодок

Опора аксіально-плунжерного насоса склада-  
ється з опорних башмаків 1 плунжерів, прижимно-  
го сепаратора 2 башмаків 1 та гідродинамічного  
упорного підшипника ковзання Упорний підшипник  
ковзання складається з гребеня 3 і колодок 4. Ко-  
жна колодка 4 оперта на круглу пружну платівку 5,  
вільно оперту на жорстке циліндричне кільце, яке

(13) C2

(11) 43921

(19) UA

посаджено в гніздо підкладного кільця 7 з рухомою посадкою. Пружні платівки 5 призначені для вирівнювання осевого навантаження на колодки 4. Гребінь кінематично зв'язаний з притискним сепаратором 2 башмаків 1 штифтами 8, які забезпечують радіальне переміщення опорних башмаків 1 відносно ротора 9 насоса.

У процесі роботи насоса при обертанні ротора 9 і перекосі гребеня 3, зв'язаного з притискним сепаратором 2 башмаків 1 штифтами 8, коли віддільні колодки 4 навантажені неоднаково, більш навантажена пружна платівка 5, жорстко оперта на циліндричне кільце 6, посажене в гніздо підкладного кільця 7, придбає більший прогиб порівнюючи з менш навантаженою, завдяки чому відбувається вирівнювання навантаження по окремим колодкам 4 і як наслідок цього збільшення несучої здатності підшипника.

Виграш у несучій здатності опори підтверджується розрахунками на прикладі підшипника з наступними даними: число колодок 8, середній радіус колодки 4,3 см, довжина колодки на середньому радіусі та її ширина 1,6 см, частота обертання гребеня 41,87 рад/с, статичне навантаження 1 кН, змазуюча рідина - паливо ГТД. Розрахунки проводились при різних перекосах гребеня по відомим методикам (Н.Я. Хлопенко. Работоспособность динамически нагруженных судовых упорных подшипников скольжения. Автореф. дисс. докт. техн. наук. - Николаев: УГМТУ, 1997 - 48 с.).

Динамічна несуча працездатність, тобто граничне навантаження на підшипник, описувалась гармонічною функцією часу з частотою восьмого порядку, який відповідає числу плунжерів в роторі насоса. В процесі чисельного аналізу визначалась гранична безрозмірна амплітуда  $\alpha_f$  (відношення граничної динамічної амплітуди до статичного навантаження) такої дії при різних перекосах  $\Delta r$  робочої поверхні гребеня.

Результати розрахунків  $\alpha_f$  від  $\Delta r$  при оптимальному значенні коефіцієнта жорсткості пружного елемента 5 МН/м під кожною колодкою приведені в таблиці.

Таблиця

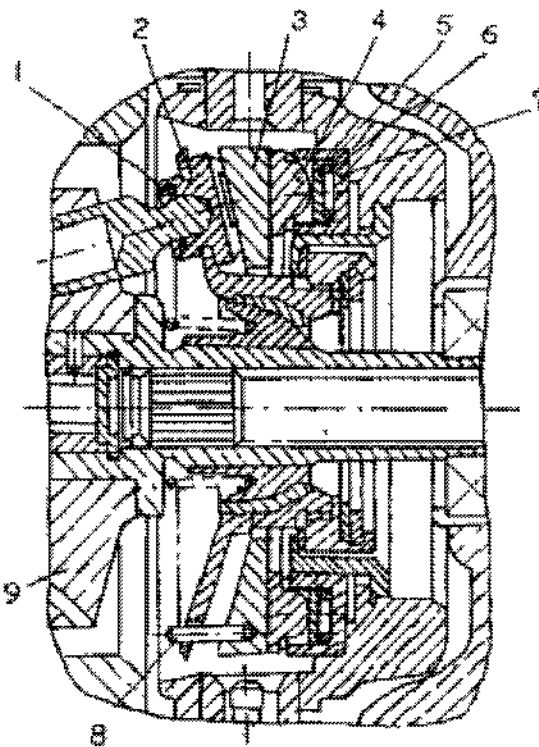
Перекося мкм	$\Delta r$	0	5	10	15	20
Безрозмірна амплітуда $\alpha_f$		0,55	0,52	0,51	0,5	0,49

У випадку опирання колодок на жорстке підкладне кільце величина  $\alpha_f \approx 0,35$  при перекосі  $\Delta r = 5$  мкм. При більш високому перекосі вона стає ще менша.

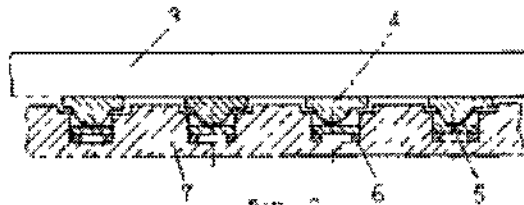
Розрахунки показали, що при відсутності перекося гребеня змазочна плівка спроектованої опори здатна нести гармонічне навантаження, для якого безрозмірна амплітуда  $\alpha_f$  не перевершує 0,55. Навіть порівняно малий перекося дзеркала гребеня біля 5 мкм при жорсткому опиранні колодок скорочує це значення амплітуди приблизно на 37%.

Щоб підвищити несучу здатність опори до значення  $\alpha_f \approx 0,5$  (відповідає  $\Delta r \approx 20$  мкм), близького до гранично можливого значення 0,55 (відповідає  $\Delta r = 0$ ), потрібно оперти сферичні поверхні колодок на пружні платівки з коефіцієнтом жорсткості 5 МН/м кожна.

Таким чином, при пружному опиранні колодок, та значному перекосі гребеня  $\Delta r \approx 20$  мкм виграш у несучій здатності розглянутої опори приблизно на 43% більший порівнюючи з випадком абсолютно жорсткого опирання колодок та зовсім малому перекосі біля 5 мкм.



Фіг. 1



Фіг. 2