



УКРАЇНА

(19) UA (11) 74591 (13) C2
(51) МПК (2006)
F16C 32/06МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПІДШИПНИКОВИЙ ВУЗОЛ УСЕНКО В.В.

1

2

(21) 2003042820

(22) 01.04.2003

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Усенко Володимир Васильович

(73) Усенко Володимир Васильович

(56) US 4636095, 13.01.1987

SU 1682661, 17.10.1991

RU 2193123, 20.11.2002

US 4815865, 28.03.1989

(57) 1. Підшипниковий вузол, що містить корпус із пристосуваннями для підводу та відводу мастила, зафіксовані від обоводового прокручування самовстановлювальні колодки, розміщені в корпусі так, що охоплюють шип вала, а також встановлені у колодках з боку корпусу витискувачі, причому у центральній частині колодок і витискувачів виконані переважно радіальні отвори, які сполучені з виконаними як на зовнішній циліндричній поверхні витискувачів, так і на суміжних поверхнях колодок та витискувачів карманами, які зміщені від центра до вихідних країв колодок, який відрізняється тим, що підшипниковий вузол оснащений демпферними пакетами, які встановлені між колодками та витискувачами, а корпус виконаний у вигляді розміщених між кільцевими щоками і жорстко з ними з'єднаних кільцевих сегментів, які по своїх внутрішніх поверхнях сполучені з опорними поверхнями колодок та витискувачів.

2. Підшипниковий вузол за п. 1, який відрізняється тим, що демпферні пакети виконані у вигляді набору з'єднаних між собою та встановлених з дроселюючими зазорами пружних пластин, у яких по черзі виконані радіальні отвори та наскрізні вікна.

3. Підшипниковий вузол за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що дроселюючі зазори між пружними пластинами як у межах одного демпферного

пакета, так і щодо пакетів інших пар "колодка-витискувач", виконані різними за величиною, а наскрізні вікна в пружних пластинах виконані різної площі та асиметричними за взаємним розташуванням.

4. Підшипниковий вузол за одним із пп. 1 - 3, який відрізняється тим, що між суміжними поверхнями кільцевих щік корпусу і самовстановлювальних колодок встановлені компенсувальні пакети у вигляді набору з'єднаних між собою пружних кілець, розташованих відносно одне одного з дроселюючими зазорами, що сполучені за допомогою каналів з карманами витискувачів.

5. Підшипниковий вузол за одним із пп. 1 - 4, який відрізняється тим, що на опорних поверхнях самовстановлювальних колодок виконано по два відкритих подовжніх пази, у кожний з яких встановлений витискувач.

6. Підшипниковий вузол за одним із пп. 1 - 5, який відрізняється тим, що кожна колодка з'єднана з корпусом за допомогою серги і двох штифтів, один із яких встановлений у кільцевих щоках корпусу, а інший - у колодці з боку її вхідної крайки.

7. Підшипниковий вузол за одним із пп. 1 - 6, який відрізняється тим, що пристосування для підводу та відводу мастила виконані у вигляді стрижнів, радіально закріплених між щоками корпусу в міжколодкових просторах підшипникового вузла, на торці кожного стрижня, поверненому до шипа вала, виконаний скіс з боку вхідної крайки попередньої колодки, а уздовж стрижня виконано отвір, сполучений з розподільними каналами, утвореними на вершині скосу і спрямованими до вхідної крайки наступної колодки, при цьому на скосі закріплений плоский пружний шкребок, гостра крайка якого сполучена із шипом вала.

Винахід належить до галузі машинобудування, зокрема до самоустановлюючих колодкових підшипників ковзання із рідинним змащенням і призначений для використання в конструкціях швидко-

хідних роторних машин -компресорів, насосів, газових і парових турбін та ін. подібних машин.

Відома конструкція підшипникового вузла містить корпус, оснащений каналами підводу змащення. У корпусі вузла розміщені охоплюючі шип

(19) UA (11) 74591 (13) C2

вала самоустановлювальні колодки, що зафіксовані від обводного прокручування. У центральній частині колодки виконано радіальний отвір, сполучений з карманом на зовнішній поверхні колодки, який зміщений від центру до н вихідної кромки. [Див. «Опорний підшипник ковзання», авт. свід. СРСР N81682661, кл. F16C32/06, 1991р.].

У відомій конструкції підшипникового вузла, де за рахунок відбору змащення під тиском із гідродинамічного шару між шипом вала та колодкою, і подачі змащення у карман, кожна колодка в процесі роботи піднімається в радіальному напрямку разом із шипом вала та погойдується як у подовжньому так і в поперечному напрямках. Таким способом вона самоустановлюється і відслідковує перекоси та режими (багаточастотні коливання) роботи шипа обертового вала, маючи два шари змащення: один - гідродинамічний, між шипом вала та колодкою, а інший - гідростатичний, між колодкою і корпусом. Подібне відбувається на стаціонарному режимі роботи машини, коли величина амплітуди поперечних коливань шипа вала приблизно вдвічі менша, ніж сумарна товщина двох шарів змащення. Але на перехідних та нестаціонарних режимах роботи машини, коли величина амплітуди коливань шипа вала стає критичною і перевищує товщину хоча б одного шару змащення, демпфуючі властивості підшипника різко зменшуються або навіть зникають.

В якості прототипа, як найбільш близького по технічній суттєвості, прийнята конструкція гідродинамічного опорного підшипника ковзання, яка розкрита в описанні винаходу до патента США №4636095, МКИ F16C32/06, публікація від 13.01.8р. Підшипниковий вузол містить корпус із пристосуванням для підводу і відводу змащення. У проміжному кільці корпуса розміщені охоплюючи шип вала та зафіксовані від обводного прокручування самоустановлювальні колодки. В одній із цих колодок на її зовнішній поверхні, що межує з циліндричною поверхнею корпуса, виконана циліндрична розточка, дно якої оснащене карманом. Порожнина цього кармана за допомогою дроселюючого отвору з'єднана із зазором між шипом вала та робочою поверхнею колодки. У розточці цієї колодки герметично встановлений витискувач змащення у вигляді поршня. При цьому, дроселюючі отвори зміщені від центру колодки до її вихідної кромки, а зовнішня поверхня витискувача (суміжна з корпусом) може бути виконана, як сферичної, так і циліндричної форми.

У підшипнику викладеної конструкції, як і в раніше описаній, при підводі змащення та обертанні шипа вала формуються два її шари - гідродинамічний та гідростатичний. Гідродинамічний шар змащення формується між шипом вала та колодкою, а гідростатичний, в кармані між колодкою та витискувачем. Демпфуючі властивості такого підшипника по викладеним далі причинам також обмежені.

В швидкохідних роторних машинах, вказаними вище засобами, забезпечується мінімальна вібрація шипа вала на робочих (експлуатаційних) режимах їх роботи, коли величини амплітуд коливань шипа вала (пояснюється спрощено) не перевищують товщину демпфуючих шарів змащення під шипом вала і в кармані між колодкою та

витискувачем. Проте, на перехідних (запуск, вибіг ротора і т.д.) та нестаціонарних режимах роботи, зв'язаних з раптовим розбалансуванням ротора, величини амплітуд коливань шипа вала критично зростають внаслідок комбінованого вплива як радіальних так і кутових зусиль. У таких випадках товщини і жорсткості двох демпфуючих шарів змащення вже недостатньо для гасіння виникаючих величин амплітуд критичних коливань. Внаслідок цього відбувається стикання поверхні шипа вала з поверхнею ковзання колодок підшипника. Останнє означає, що демпфуючі властивості підшипника вичерпані і він переходить на роботу у критичному режимі напіврізкого тертя. Крім того, механічний зв'язок системи „колодка-витискувач” не дозволяє належно (система запізнюється) відслідковувати і тим самим демпфувати критичні величини амплітуди коливання шипа вала. Таким чином, мається нагальна необхідність у підвищенні демпфуючих властивостей гідродинамічних підшипників до рівня, дозволяючого ефективно гасити критичні величини коливань шипа вала, які виникають при роботі роторних машин на перехідних та нестаціонарних режимах.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення підшипникового вузла шляхом, насамперед, введення в склад його конструктивних елементів демпферних пакетів та найкращої форми їх виконання. Окрім цього, для забезпечення функціонування демпферних пакетів передбачені необхідні зміни, як форми виконання корпуса вузла, так і взаємозв'язків самоустановлювальних колодок із витискувачами, включаючи розташування демпферних пакетів відносно колодок і витискувачів. Відмічене підпорядковане, в кінцевому рахунку, створенню в кожній парі „колодка-витискувач” необхідної кількості демпфуючих шарів змащення, сукупна товщина яких дозволяє гасити коливання шипа вала при роботі роторних машин на перехідних та нестаціонарних режимах.

Поставлена задача вирішена тим, що у відомій конструкції підшипникового вузла, що містить корпус із пристосуваннями для підводу та відводу змащення, розміщені у корпусі, охоплюючи шип вала та зафіксовані від обводного прокручування самоустановлювальні колодки, а також встановлені у колодках з боку корпуса витискувачі, причому у центральній частині колодок і витискувачів виконані переважно радіальні отвори, які сполучені з виконаними як на зовнішній циліндричній поверхні витискувачів так і на суміжних поверхнях колодок та витискувачів карманами, котрі зміщені від центру до вихідних кромок колодок, згідно винаходу, підшипниковий вузол оснащений демпферними пакетами, котрі встановлені між колодками та витискувачами, а корпус виконаний у виді розміщених між кільцевих щік і жорстко з'єднаних з ними кільцевих сегментів, які по своїм внутрішнім поверхням сполучені з зовнішніми поверхнями колодок та витискувачів, причому останні встановлені у поздовжніх пазах колодок.

Загальний напрямок рішення поставленої задачі у викладеному конструктивному виконанні додатково розвивається та конкретизується за рахунок того, що:

- демпферний пакет виконаний у виді набору

з'єднаних між собою та встановлених із дроселюючими зазорами пружних пластин, у яких по черзі виконані радіальні отвори та наскрізні вікна;

- дроселюючі зазори між пружними пластинами, як у межах одного демпферного пакета, так і щодо пакетів інших пар „колодка-витискувач“, виконані різними по величині, а наскрізні вікна в пружних пластинах подібним чином виконані різної площі та асиметричними по взаємному розташуванню;

- між суміжними поверхнями кільцевих щік корпусу і самоустановлювальних колодок встановлених компенсуючі пакети у виді набору з'єднаних між собою пружних кілець, розташованих відносно одне до одного з дроселюючими зазорами, що сполучені за допомогою каналів з карманами витискувачів;

- на зовнішніх поверхнях самоустановлювальних колодок виконано по два відкритих поздовжніх паза, у кожному з яких встановлений витискувач;

- кожна колодка з'єднана з корпусом за допомогою серги і двох штифтів, один із котрих встановлений у кільцевих щоках корпусу, а інший у колодці з боку її вхідної кромки;

- пристосування для підводу та відводу змащення виконані у виді стрижнів, радіально закріплених між щік корпусу в міжколодкових просторах підшипникового вузла, на торці кожного стрижня, зверненому до шипа вала, виконаний скіс з боку вихідної кромки попередньої колодки, а уздовж стрижня виконано отвір, сполучений із розподільними каналами, утвореними на вершині скосу, та які спрямовані до вхідної кромки наступної колодки, при цьому на скосі закріплений плоский пружний шкребок, гостра кромка якого сполучена із шипом вала.

У такому конструктивному виконанні підшипникового вузла відзначеними раніше конструктивними відмінностями створені всі необхідні умови для утворення гідродинамічних та великого числа гідростатичних шарів змащення, а також поліпшені умови для самоустановки колодок. В основі цього лежить введення в конструкцію вузла демпферних пакетів у виді набору з'єднаних та встановлених із дроселюючим зазорами між собою пружних пластин. Саме між пружними пластинами демпферних пакетів у процесі роботи вузла створюються додаткові гідростатичні шари змащення. Така технологія виконання забезпечує можливість формувати демпферні пакети із необхідною (розрахунковою) кількістю гідростатичних шарів змащення, що дозволяє налаштувати підшипниковий вузол на демпфування конкретних небезпечних амплітуд поперечних коливань шипа обертового вала, властивих перехідному та нестационарному режимам роботи роторних машин. Цьому підпорядковано також і виконання демпферних пакетів з різними по величині дроселюючими зазорами між пружними пластинами, як і виконання наскрізних вікон у них різними по площі та взаємному розташуванню. За рахунок цих засобів, поміж іншим, забезпечується більш повне демпфування вібрацій різних частот коливань при роботі роторної машини. В цілому таким комплексним шляхом створені досить прості умови для постачання кожної пари «колодка-витискувач» підшипникового

вузла індивідуальним демпферним пакетом, що дозволяє ефективно гасити вібрації різних амплітуд та частот у різних обводових напрямках, наприклад при циркуляційному навантаженні підшипникового вузла, інші конструктивні відмінності спрямовані на створення необхідних умов для функціонування демпферних пакетів. Необхідний силовий вплив на плоскі демпферні пакети оптимальним чином забезпечується при їх розташуванні між колодками і витискувачами. Таке розміщення витискувачів у поздовжніх пазах колодок, зберігаючи на їх зовнішніх поверхнях ребордоподібні опорні ділянки, дозволяє використовувати демпферні пакети із максимально можливою площею гідростатичних карманів. Останнє при інших рівних умовах забезпечує високу несучу властивість демпфуючих шарів змащення між пластинами пакетів. Введення в конструкцію компенсуючих пакетів, що деформуються під впливом кутових перекосів системи «шип вала - колодка», як і засобів для заповнення порожнин змащенням між його пружними кільцями, що надходить із карманів витискувачів під тиском, обмежує її вільне витікання із карманів витискувачів. Останнє підвищує там гідростатичний тиск і, отже, товщину шару змащення під витискувачем, що поліпшує демпфуючі здатності підшипникового вузла. Виконання на зовнішній циліндричній поверхні колодки двох відкритих бічних поздовжніх пазів із розміщенням у них двох витискувачів з демпферними пакетами дозволяє в широких підшипниках, де відношення їхньої довжини до діаметра більше одиниці, утворити одну центральну ребордоподібну опорну поверхню колодки. Таке центральне ребро, маючи меншу поперечну стійкість, дозволить ефективніше відслідковувати колодками кутові перекоси шипа вала, що, у свою чергу, підвищить несучу та демпфуючу здатність підшипникового вузла. Розміщенню у підшипниковому вузлі нових елементів з додатковими функціями більш повно відповідає і конструкція корпусу у виді щік та жорстко з'єднаних з ними кільцевих сегментів. При такому виконанні корпусу оптимальним чином забезпечується з'єднання кожної колодки підшипникового вузла з корпусом за допомогою серги і двох штифтів. Цими засобами забезпечується можливість колодки змінювати в необхідних межах як своє загальне просторове положення, так і, що найбільше важливо - більш повно сприяти руху її вертикальної (радіальної) складової за рахунок більшого числа ступеней волі, при одночасній фіксації колодок від обводового прокручування разом із шипом обертового вала. Крім того, дана конструкція корпусу дозволяє шляхом розміщення у міжколодковому просторі стрижня зі скосом та каналами подавати холодне змащення безпосередньо на вхідну кромку кожної наступної колодки. При цьому така конструкція дозволяє відводити шкребок гаряче змащення із зони тертя, що виходить після попередньої колодки, що зменшує температуру підшипникового вузла, не допускаючи зайвого зниження в'язкості змащення і, отже, тим підвищує його демпфуючі здатності.

Сутність винаходу ілюструється кресленнями, на яких зображено:

- Фіг.1 - поперечний розріз підшипникового ву-

зла;

- Фіг.2 - розріз по А-А на Фіг.1;
- Фіг.3 - поздовжній розріз самоустановлювальної колодки;
- Фіг.4 - розріз по Б-Б на Фіг.3;
- Фіг.5 - вид В на Фіг.3;
- Фіг.6 - вид у плані на демпферний пакет;
- Фіг.7 - розріз по Г-Г на Фіг.6;
- Фіг.8 - поперечний розріз самоустановлювальної колодки з двома демпферними пакетами і двома витискувачами;

Підшипниковий вузол містить корпус збірної конструкції. Він складається з двох кільцевих щік 1 (Фіг.1 і 2), між якими рівномірно розміщені по колу три кільцевих сегменти 2 (Фіг.1 і 2). Сегменти 2 жорстко закріплені на щоках 1 за допомогою гвинтів 3 та штифтів 4 (Фіг.1 і 2). По обидва боки сегментів 2 у центральній частині їх внутрішніх циліндричних поверхонь виконані відкриті канали 5 (Фіг.1 і 2). З внутрішньою поверхнею сегментів 2 сполучені своїми зовнішніми (опорними) поверхнями колодки 6 та витискувачі 7 (Фіг.1, 2 і 3). Колодки 6 вільно закріплені на щоках 1 корпуса за допомогою штифтів 8 і серг 9 (Фіг.1). Охоплюючи шип вала 10 робоча поверхня колодок 6 містить вхідні 11 та вихідні 12 кромки (Фіг.1). При цьому один зі штифтів 8 кожної серги встановлений у щоках 1, а інший в самій колодці 6 з боку її вхідної кромки 11. Таким чином забезпечуються як можливість колодок 6 самоустановлюватися, так і їхня фіксація від ободового прокручування. У центральній частині колодок 6 виконані наскрізні радіальні отвори 13 (Фіг. 1, 2 і 3). На зовнішній поверхні кожної колодки 6 по її хорді виконано поздовжній паз 14 (Фіг.3, 4 і 5), в якому встановлено витискувач 7 (Фіг.1 і 2). У центральній частині кожного витискувача 7 також виконано радіальний отвір 15 (Фіг.1 і 2), а його зовнішня поверхня постачена карманом 16 (Фіг.1 і 2), сполученого своєю порожниною із радіальним отвором 15 та з каналами 5 сегментів 2 (Фіг.1 і 2). Крім того, кармани 16 витискувачів 7 зміщені від центру до вихідних кромок 12 колодок 6 (Фіг.1), а їхня площа задовольняє умовам заданого режиму роботи підшипникового вузла. Плоскі суміжні поверхні колодок 6 та витискувачів 7 постачені сполученими з відповідними радіальними отворами 13 і 15 додатковими карманами 17 (Фіг.1, 2, 3, 4 і 5). Додаткові кармани 17, як і кармани 16, також зміщені від центру до вихідних кромок 12 колодок 6. Між суміжними поверхнями колодок 6 та витискувачів 7 установлені демпферні пакети 18 (Фіг.1, 2, 6, 7 і 8). Вони являють собою набір з'єднаних між собою пружних пластин 19, розташованих відносно одина до одної за допомогою прокладок із фольги (чи іншим способом розділені, наприклад,

стовщення виконані за допомогою гальваніки) із дроселюючими зазорами 20 (Фіг.7). У пластинах 19 кожного пакета 18 по черзі виконані радіальні отвори 21 та наскрізні вікна 22 (Фіг.6 і 7). При цьому з урахуванням реалізації конкретних розрахункових умов у межах товщини пакетів 18 кожен із них може бути виконаний з різними по величині дроселюючими зазорами 20, з наскрізними вікнами 22 різної площі, а їхнє взаємне розташування на пружних пластинах 19 може бути як симетрич-

ним, так і асиметричним. У результаті за рахунок цих конструктивних варіацій можлива установка для кожної пари «колодка-витискувач» індивідуального пакета 18, у тому числі із іншою у порівнянні з другими пакетами товщиною. У свою чергу між суміжними поверхнями кільцевих щік 1 та колодок 6 по обидва боки останніх установлені компесуючі пакети 23 (Фіг.2). Останні являють собою конструкцію з набору з'єднаних між собою пружних кілець, розташованих за аналогією з пакетами 18 із дроселюючими зазорами, сполучених з каналами 5 (Фіг.1 і 2). У міжколодкових просторах у корпусі вузла встановлені та закріплені пристосування підводу холодного та відводу гарячого змащення. Кожне таке пристосування являє собою стрижень 24 (Фіг.1) прямокутного перетину, на зверненому до шипа вала 10 торці якого виконаний скіс 25 (Фіг.1) у бік вихідної кромки 12 попередньої колодки 6. Уздовж стрижня 24 виконано отвір 26 для подачі холодного змащення, сполучений із розподільними каналами 27, вихід яких розташований на вершині скосу 25 стрижня 24 та які спрямовані до вхідної кромки 11 наступної колодки 6. На скосі 25 стрижня 24, над розподільними каналами 27 встановлені плоскі пружні шкребки 28, гострі кромки 29 яких сполучні із шипом вала 10 (Фіг.1). Підшипниковий вузол містить також лабіринтові ущільнення 30 і пази 31 для відводу гарячого змащення (Фіг.1 і 2). У широких підшипникових вузлах, де відношення довжини підшипника до діаметра шипа вала 10 більше одиниці, доцільно в кожній колодці 6 встановлювати по два витискувача 7 та по два демпферних пакети 18 (Фіг.8). У такому випадку в кожній колодці 6 виконано по два відкритих поздовжні бічних паза, схожих на пази 14. Слід зазначити також, що при будь-якому конструктивному виконанні підшипникового вузла для забезпечення стійкості роботи ротора машини та зниження, передатних на її корпус зусиль окремі якісні та кількісні параметри його елементів визначаються розрахунковим шляхом по спеціальних методиках. Для кожної конкретної системи «ротор-підшипники», таким чином розраховується і кількість пружних пластин 19 у демпферних пакетах 18 і величина зазору 20 між ними, що визначають, поряд з іншими факторами, жорсткість та несучу здатність усіх гідростатичних шарів змащення демпферного підшипникового вузла. Таким чином, за рахунок заданої кількості та товщини гідростатичних шарів змащення формується їх загальна необхідна товщина, що приблизно повинна бути вдвічі більша, ніж передбачувані небезпечні (критичні) амплітуди поперечних коливань шипа вала 10. Подібним чином демпферний підшипниковий вузол спеціально проектується та налаштовується для кожної конкретної системи «ротор-підшипники».

Підшипниковий вузол працює таким способом. Попередньо варто враховувати, що при описових аналізах динаміки процесів у нелінійних системах, якою і є демпферна система із багатьма здавлюваними шарами змащення, доречні і використані в дійсному розділі визначені допущення та спрощення. У стані зупина шип вала 10 лежить нерухомо на нижній колодці 6, а вона своєю зовнішньою поверхнею контактує по сполученій поверхні сегмента 2. При цьому плоскі суміжні поверхні ко-

лодки 6 та витискувача 7 стискають демпферний пакет 18, а зовнішня циліндрична поверхня витискувача 7 також контактує по сполученій поверхні сегмента 2. Після примусової подачі змащення під тиском вона по отворах 26 та розподільним каналам 27 (Фіг.1) надходить у зазори між шипом вала 10 та вхідними кромками 11 колодок 6. Далі приводиться в обертання вал 10 ротора машини. В міру зростання частоти обертання шипа 10 вала між ним та колодками 6 утворюються гідродинамічні шари змащення. По отворах 13, 21 і 15, відповідно, у колодках 6, демпферних пакетах 18 та витискувачах 7, відібране із гідродинамічних шарів змащення під тиском заповнює всі кармани і порожнини підшипникового вузла. Під дією тиску змащення у карманах 17 і 16 колодок 6 і витискувачів 7 (Фіг.1 і 2) виникає гідростатична несуча сила, що створює між сполученими поверхнями шари змащення з визначеною жорсткістю. Далі змащення під тиском заповнює вікна 22 демпферних пакетів 18 і як би роздуває останні, збільшуючи їхню товщину, створюючи при цьому такі ж несучі гідростатичні шари змащення. На стаціонарному режимі роботи відцентрової машини під дією всіх несучих гідродинамічних та гідростатичних шарів змащення колодки 6 разом з витискувачами 7 за рахунок взаємодії із сергами 9 і штифтами 8 (Фіг.1) самоустановлюються, приймаючи необхідне просторове положення. Процес демпфування (гасіння) поперечних коливань шипа вала 10 відбувається приблизно наступним порядком. Варто врахувати, що демпфери зі здавлюваними шарами змащення являють собою нелінійні системи і створювана ними жорсткість та демпфування залежать від величини амплітуди та частоти коливань. Таким чином, при поперечному русі шипа вала 10, наприклад, униз до нижньої колодки 6 першим, по припущенню, втрачає несучу здатність той гідростатичний шар змащення, що має найменшу жорсткість. Припускаємо, що це шар змащення між витискувачем 7 та сегментом 2, тому що в цього шару змащення найбільш вільне витікання із кармана 16. Тому під дією поперечної сили шипа вала 10 колодка 6 разом з демпферним пакетом 18 та витискувачем 7 просідає також униз на величину товщини витиснутого шару змащення. Утративши несучу гідростатичну здатність кармана 16, витискувач 7 лягає на сполучену поверхню сегмента 2, витісняючи з-під себе шар змащення та гасячи при цьому визначену частину енергії шипа вала 10. При подальшому переміщенні шипа вала 10 униз наступна черга втрати гідростатичної несучої здатності настає в додаткових карманах 17 колодок 6 та витискувачів 7. Тут також витискаються шари змащення, що знаходяться між суміжними поверхнями колодки 6, демпферного пакета 18 та витискувача 7, за рахунок чого колодка ще нижче просі-

дає, гасячи ще деяку частину енергії шипа вала 10. При подальшому русі шипа вала 10 униз відбувається стискування найбільш жорстких гідростатичних шарів змащення, що знаходяться в зазорах 20 демпферних пакетів 18. Більш жорсткі вони тому, що знаходяться в стиснутих умовах і витікання змащення з їхніх гідростатичних шарів порівняно утруднено. Але при подальшому поперечному навантаженні шипа вала 10 на колодку 6 вона, продовжуючи своє переміщення вниз, притискає зверху демпферний пакет до уже стоячого жорстко на сегменті 2 витискувача 7. Це приводить до витиснення гідростатичних шарів змащення з зазорів 20, з одночасним поглинанням залишеної енергії поперечного руху шипа вала 10. Подібний процес демпфування в залежності від напрямку руху шипа вала 10 більш чи меншим чином відбувається із будь-якою іншою колодкою підшипникового вузла. У процес демпфування поперечних коливань шипа вала 10 підключені і компенсуючі пакети 23 (Фіг.2), що обмежують бічні витіки змащення з карманів 16 витискувачів 7. Це відбувається так: змащення під тиском з карманів 16 витискувачів 7 по каналах 5 надходить у дроселюючі зазори пакетів 23, де вона повільно скидає свій тиск до навколишнього, чим перешкоджає вільному бічному витіканню змащення з карманів 16. При цьому у випадку осьового перекосу колодки 6 остання своїми бічними поверхнями стискає податливі ділянки бічних поверхонь пакетів 23, що не перешкоджають колодці 6 відслідковувати кутові коливання ("перекося") шипа вала 10. Лабіринтові ущільнення 30 обмежують бічні витіки гідродинамічного змащення, що виходять з-під шипа вала 10 та колодок 6. Відвід гарячого змащення, що виходить з-під вихідної кромки 12 попередньої колодки 6 з метою виключення попадання її на вхідну кромку 11 наступної колодки 6, здійснюється таким способом. Змащення під тиском по отвору 26 надходить під спинку шкребка 28, що під дією тиску угинається убік шипа вала 10, з якого своєю гострою кромкою 29 знімає гарячий шар змащення та виводить через пази 31 лабіринтових ущільнень 30, не допускаючи, таким чином, її попадання на вхід наступної колодки 6. Це дозволяє також підвищити демпфуючу здатність підшипникового вузла за рахунок зайвого зниження в'язкості змащення. При поверненні шипа вала 10 у вихідне чи будь-яке інше верхнє положення всі кармани та порожнини нижньої колодки 6, демпферного пакета 18 та витискувача 7, (ця ситуація застосовна до будь-якого іншої системи «колодка-витискувач») заповнюються наступною порцією змащення. Після чого вся ця система готова до наступного періоду демпфування амплітуди переміщення шипа вала 10 у будь-якому напрямку.

