

1 ТИПИ ПІДШИПНИКІВ РОТОРНИХ МАШИН. ПІДШИПНИКИ КОВЗАННЯ

Підшипник – технічний пристрій, що є частиною опори, який підтримує вал, фіксує положення в просторі, забезпечує обертання з якнайменшим опором, сприймає і передає навантаження на інші частини конструкції. Призначення підшипників – підтримувати вали, що обертаються (ротори), і осі, забезпечуючи їм можливість обертання або кочення, та сприймати діючі на них навантаження (рис. 1) [1-5].

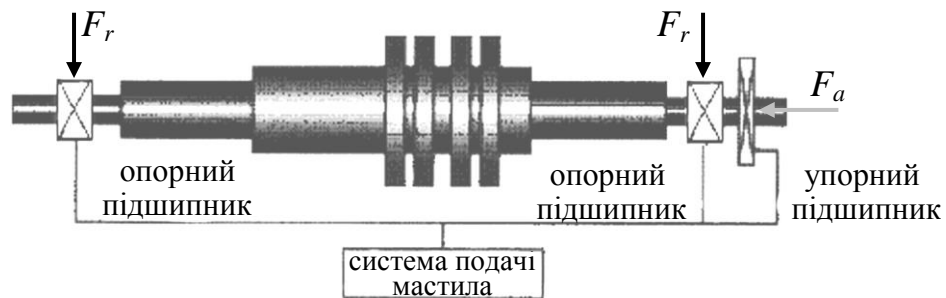


Рисунок 1 – Сили, що діють на ротор відцентрової машини

За видом тертя підшипники розділяють на підшипники кочення і ковзання, а також окремо виділяють підшипники на магнітному підвісі.

Підшипники кочення – це опори деталей, що обертаються або гойдаються, що використовують елементи кочення (кульки або ролики) і працюють на основі тертя кочення (рис. 2) [3].

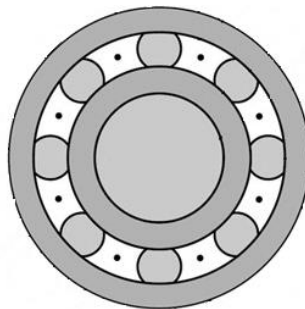


Рисунок 2 – Підшипник кочення

Підшипники кочення класифікують (рис. 3) за [6]:

- напрямом навантаження, що ними сприймається (радіальні, упорні, радіально-упорні);
- формою тіл кочення (циліндричні, конічні, бочкоподібні, голчасті);
- числу рядів тіл кочення (однорядні, дворядні, багаторядні).

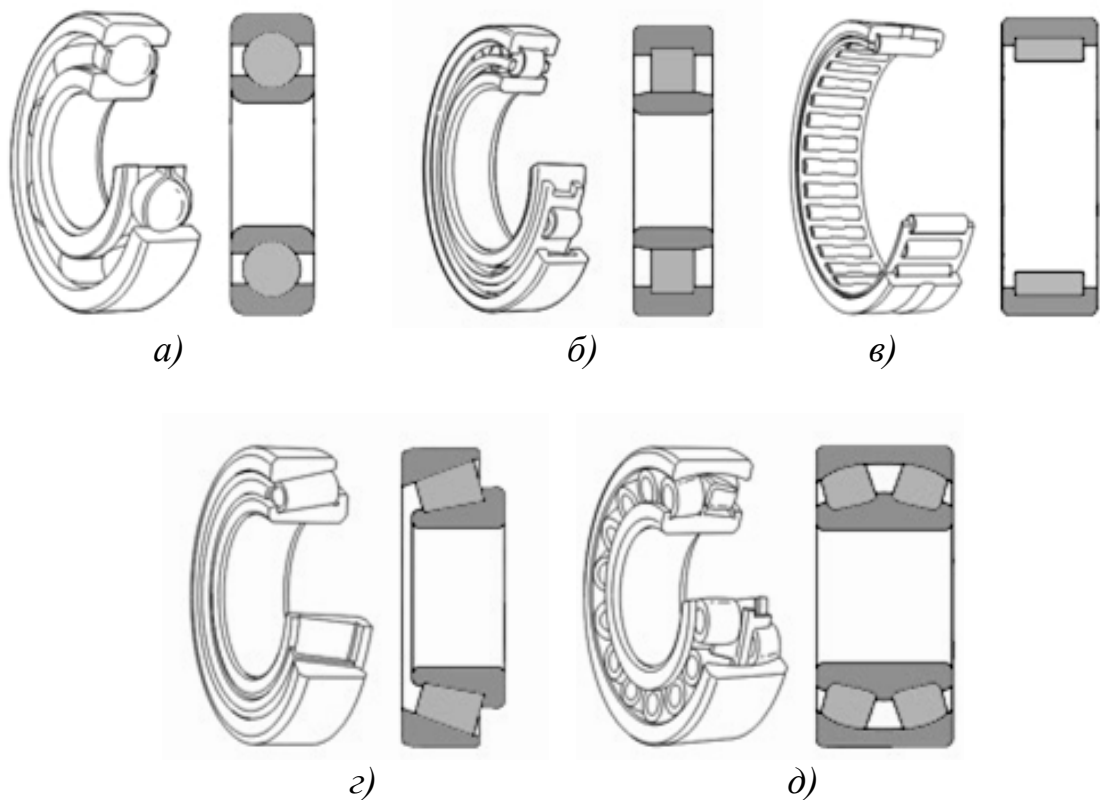


Рисунок 3 – Підшипники кочення з різними формами тіл кочення:
 а) - з кульковими тілами кочення; б) - з короткими циліндричними роликами;
 в) - з довгими циліндричними або голчастими роликами;
 г) - з конічними роликами; д) - з бочкоподібними роликами

До їх основних переваг відноситься: точне центрування вала; низький коефіцієнт тертя; мала залежність коефіцієнта тертя від режиму роботи; малий момент опору під час пуску; малі осьові розміри; мала витрата змазки; здатність працювати у вакуумі [1,4].

Незважаючи на очевидні переваги опор кочення, вони мають і цілий ряд недоліків, які обмежують їх область застосування, перш за все це: великі радіальні розміри і, в деяких випадках, маса; велика жорсткість і відсутність демпфіруючої здатності; шум під час роботи, обумовлений погрішностями виготовлення тіл кочення і доріжок; складність установки і монтажу підшипникових вузлів; високі вимоги до точності установки; відсутність можливості роз'єму підшипника в меридіональній площині. Довговічність підшипників кочення різко падає із збільшенням навантаження і знижується пропорційно збільшенню частоти обертання ротора.

У сучасному машинобудуванні спостерігається тенденція до збільшення потужності роторних машин, характерною особливістю цього є збільшення швидкості обертання вала. Враховуючи малий ресурс підшипників кочення при великих навантаженнях і високих швидкостях, стає очевидним, що в сучасних високооберткових роторних машинах вони

витіснятимуться підшипниками інших типів, перш за все підшипниками ковзання.

Підшипники ковзання на рідинному (газовому) змащуванні - це опори деталей, що обертаються, які працюють в умовах ковзання поверхні цапфи по поверхні підшипника. При правильній конструкції і доброму змащуванні підшипники ковзання можуть нести великі навантаження при високій частоті обертання, чим вигідно відрізняються від опор кочення. Вони мають малі радіальні розміри і масу [3,4].

Підшипники ковзання в більшій частині прості по конструкції, легко можуть бути виконані роз'ємними, коли застосування нероз'ємних підшипників неможливо. Типова конструкція підшипника ковзання показана на рисунку 4. Підшипник ковзання являє собою корпус з циліндричною розточкою, в яку вставляється вкладиш або втулка з антифрикційного матеріалу (часто використовуються кольорові метали). Між валом і втулкою підшипника є зазор, який дозволяє вільно обертатися валу.

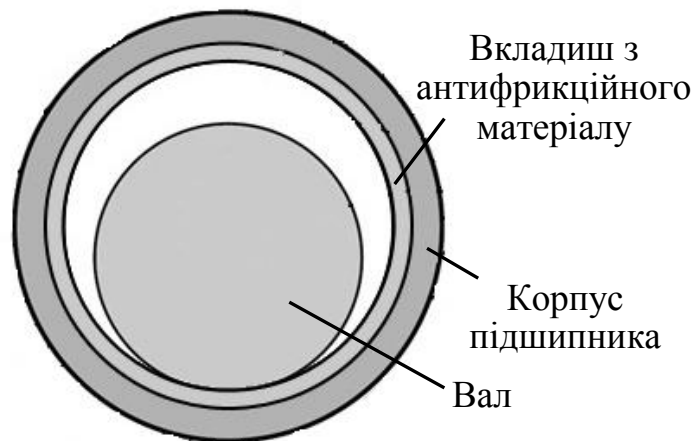


Рисунок 4 – Конструкція опорного підшипника ковзання

Дуже важливими, з погляду використання у високообертючих навантажених машинах, перевагами підшипників ковзання є безшумність і висока демпфуюча здатність при дії циклічних і ударних навантажень, високі швидкості обертання. Їх ресурс не залежить від швидкості обертання ротора (на відміну від підшипників кочення, довговічність яких знижується пропорційно підвищенню частоти обертання). Підшипники ковзання конкурують з підшипниками кочення в багатьох галузях машинобудування. Для хімічного машинобудування важливо, що такі підшипники володіють стійкістю в хімічно активному середовищі і працездатністю в широкому діапазоні температур. Також підшипники ковзання зберігають працездатність при недостатньому змащуванні, а в спеціальних конструкціях - навіть без змащування.

Область застосування опор ковзання постійно розширюється, особливо в машинах з високообертючими валами (у сепараторах, центрифугах, газових турбінах, шліфувальних верстатах і ін.), частота обертання яких вимірюється

десятками тисяч обертів за хвилину. У таких випадках мале порушення балансування ротора може спричинити руйнування підшипника кочення і аварію машини, а підшипники ковзання виявляються вібростійкими завдяки демпфіруючим властивостям змащувального шару. Незамінними є підшипники ковзання для парових турбін і турбогенераторів, що працюють тривалий час без зупинки, де підшипники кочення виявляються недостатньо довговічними. Опори ковзання в умовах рідинного змащування практично не схильні до зносу.

Все різноманіття підшипників ковзання поділяються на наступні групи і підгрупи (рис.5) [7].

1. За напрямом обертання:

1.1. Реверсивні;

1.2. Нереверсивні.

2. За принципом дії:

2.1. Гідродинамічні - несуча здатність створюється за рахунок ефекту обертання, тобто за рахунок захоплення (нагнітання) змащувальної речовини до зазору, що звужується, унаслідок швидкого переміщення однієї поверхні відносно іншої;

2.2. Гідростатичні - несуча здатність створюється за рахунок подачі рідини в змащувальний шар під тиском від зовнішнього джерела (насоса, компресора). Для них ефект обертання не виконує визначальної ролі. Ці підшипники звичайно володіють реверсивністю.

2.3. Гібридні - несуча здатність виникає як за рахунок обертання, так і за рахунок зовнішнього джерела тиску. Вони найчастіше реверсивні, хоча і можуть мати фіксований напрямок обертання, при якому несуча здатність буде найбільшою.

3. За характером сприйманого навантаження (рис. 1):

3.1. Опорні (радіальні), призначені для сприйняття радіального навантаження, тобто прикладеного перпендикулярно до осі обертання, наприклад, від сил тяжіння ротора. Вони підрозділяються на дві підгрупи:

3.1.1. Повного охоплення - можуть сприймати навантаження, що спрямоване під будь-яким кутом.

3.1.2. Часткового охоплення - сприймають навантаження, що спрямоване під обмеженим кутом до осі підшипників.

3.2. Упорні (осьові), які сприймають навантаження, прикладене тільки уздовж осі обертання вала (рис.1). Вони також підрозділяються на дві підгрупи:

3.2.1. Односторонні, які сприймають навантаження лише в одному напрямку;

3.2.2. Двосторонні, які сприймають навантаження в обох напрямках.

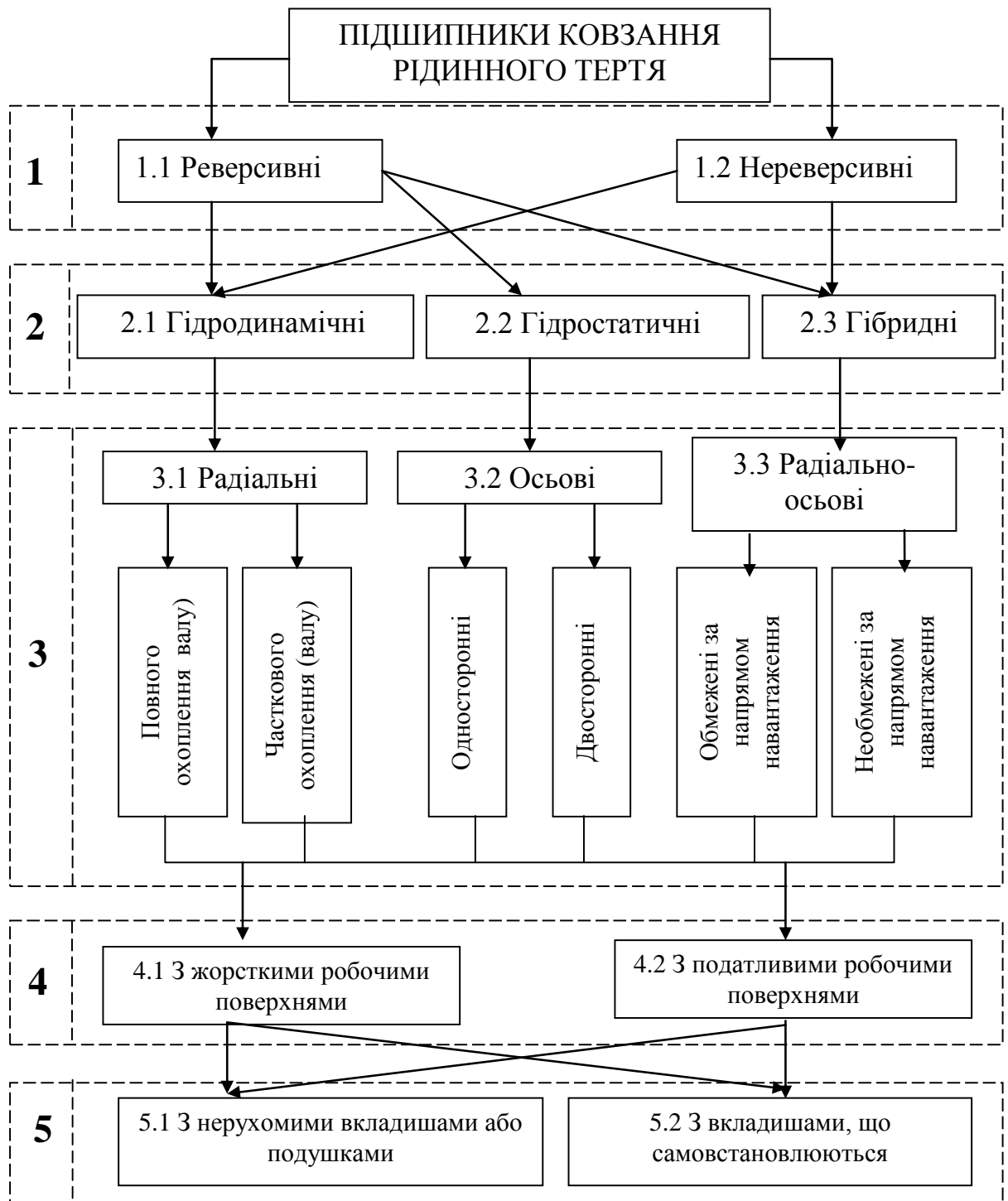


Рисунок 5 – Класифікація підшипників ковзання

3.3. Радіально-упорні, які сприймають навантаження як в радіальному, так і в осьовому напрямку. Їх можна підрозділити на дві підгрупи:

3.3.1. Обмежені за напрямом навантаження. До цієї підгрупи можна віднести комбіновані підшипники, наприклад, підшипники, радіальна

частина яких повного охоплення, а упорна - одностороння або двостороння; конічні односторонні; напівсферичні;

3.3.2. Необмежені за напрямком навантаження. Сюди відносяться: радіально-упорні підшипники комбінованої конструкції, радіальна частина яких повного охоплення, а упорна частина - двостороння; сферичні підвіси; конічні двосторонні підшипники і т.і.;

4. За властивостями робочої поверхні:

4.1. З жорсткими робочими поверхнями, для яких у якості антифрикційного покриття використовуються тверді сплави, що мало деформуються (бабіт, бронза і т.д.);

4.2. З податливими робочими поверхнями, для яких у якості антифрикційного покриття використовуються тверді матеріали, що деформуються (гума, пластмаси і ін.);

5. За конструкцією робочих елементів:

5.1. З нерухомими вкладишами або подушками;

5.2. З вкладишами, що самовстановлюються, або подушками, які можуть повертатися відносно точки опори в корпусі.

Кожен спосіб створення несучої здатності породив безліч конструктивних рішень підшипників. Вибір того або іншого з них визначається експлуатаційними вимогами, що пред'являються до підшипників. У якості змащувальної речовини підшипників ковзання можуть використовуватися різні рідини і парорідинні середовища, газу. Характер навантаження, що прикладається, може бути стаціонарним, динамічним і комбінованим, а режим течії змащувальної речовини - ламінарним і турбулентним. Подача змащувальної речовини може бути інтенсивною або обмеженою. Поверхні тертя можуть бути непроникними або пористими, мати спеціальні профілі (наприклад, спіральні або шевронні канавки). Ці та інші питання будуть розглянуті надалі.

В даний час в потужних машинах використовують підшипники на магнітному підвісі, принцип роботи яких заснований на використанні левітації (явище, при якому предмет без видимої опори «висить» у просторі, не притягуючись до поверхні), створюваної електричними і магнітними полями. Електричні та магнітні підвіси, залежно від принципу дії, прийнято розбивати на дев'ять типів: електростатичні; на постійних магнітах; активні магнітні; LC - резонансні; індукційні; кондукційні; діамагнітні; надпровідні; магнітогідродинамічні.

До основних переваг магнітних підвісів відноситься: можливість роботи при високих швидкостях; висока точність обертання вала в підшипниках; мала витрата енергії і малий нагрів; відсутність зношування; відсутність необхідності змащування і ущільнень від її витікання; спроможність роботи у вакуумі, при низьких і високих температурах; у корозійному і радіоактивному середовищах; спроможність керованого зміщення осі вала в межах зазору.