

Лекція 13

2.10 Валкові підшипники кочення

Підшипники кочення використовують в клітях кварто НС гарячої і холодної прокатки як для робочих так і опорних валків, а також на сортових станах в клітях дуо, обтискних і заготівельних станах. Таким чином, підшипники кочення найбільш поширені в якості опор валків станів усіх типів. За конфігурацією обертових елементів підшипники кочення можуть бути кульові та роликові.

Кульові підшипники самостійно не використовуються, їх застосовують для сприйняття осьових зусиль, як допоміжні елементи у інших опорних вузлах з ПРТ і підшипниками з циліндричними роликами.

Роликові підшипники за конструкцією - це конічно два - (у відносно невеликих опорах робочих валків клітей кварто) та чотири рядні підшипники. Підшипники з конічними роликами самостійно установлюються і здатні сприймати значні (осьові зусилля (до 2% радіального навантаження)). Роликотпідшипники для валків виготовляють на підшипникових підприємствах по спеціальним заказам (специфікаціям) тому, що вони повинні відповідати спецефічним вимогам, витримувати великі навантаження та мати габарити відповідно розмірам подушок валків та станин клітей станів. Наприклад, підшипники опорних валків НС ХП 1700 і 2000 повинні витримувати тиск до 15 МН та мати здатність довготерміново неперервно працювати на великих швидкостях. Зовнішні діаметри таких підшипників досягають 1 м, а маса більше 2 т. Під час установки окремих елементів підшипників на шийці валка і в корпусі опори необхідно безумовно виконувати порядок монтажу деталей підшипника відповідно їх маркування. Якщо дистанційні кільця не будуть поставлені на свої номерні місця з'явиться осьова гра (зазори) поміж окремими рядами роликів.

З метою полегшення монтажу і демонтажу підшипникових вузлів та підвищення міцності шийок валків застосовують роликові конічні підшипники з внутрішніми конусними отворами.

Робочі валки клітей кварто НС холодної і гарячої прокатки доволі часто перевалюють. Для полегшення такого частого монтажу і демонтажу роликові підшипники, як правило, установлюють з гарантованим посадочним зазором. Але великі швидкості обертання валків призводять до повертання внутрішніх кілець підшипників, до задирок шийок і руйнуванню підшипників. Змашування підшипників густими мастилами в таких випадках при швидкостях прокатки більше 6 м/с не дає ефекта по забезпеченню роботи без повертання внутрішніх кілець. Але значною перевагою такої установки конічних роликотпідшипників є можливість використання конічних шийок валків (рис.47), що значно зміцнює валкові вузли в цілому. Суттєвим недоліком конічних підшипників є неможливість виготовлення роликів складної форми з постійними розмірами усіх роликів підшипника. Це призводить до різнонавантаженості як окремих роликів так і їх рядів, а це значно зменшує надійність і термін роботи

підшипників. Цих недоліків не мають підшипники з циліндричними роликами (рис.48).

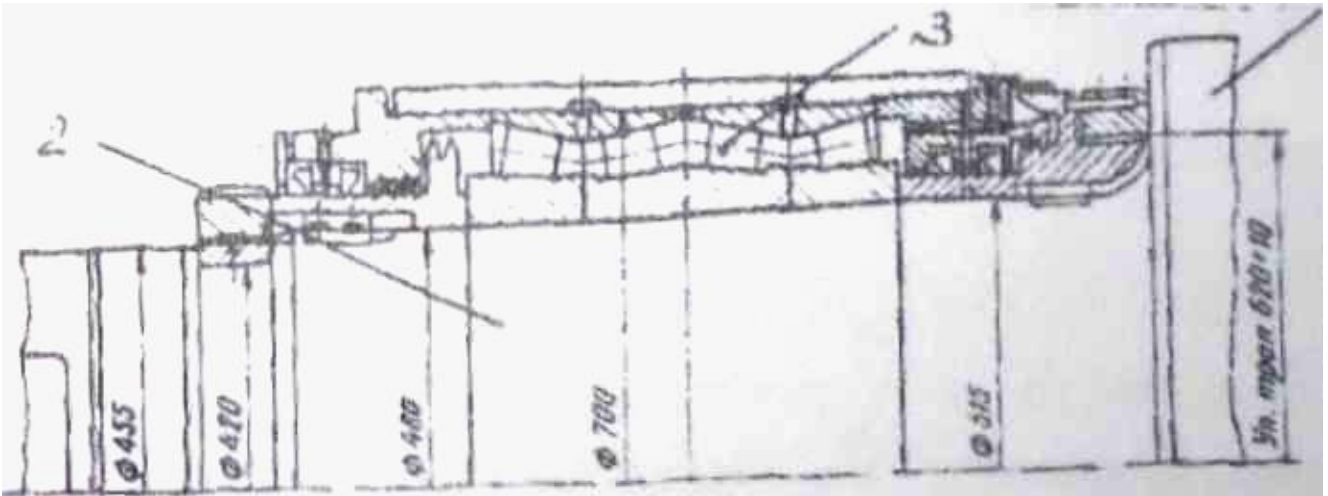


Рисунок 47 Установка конічного роликпідшипішка на конічній шийці валка кліті кварто 2000:1 -бочка, 2 -шийка, 3 -підшипник.

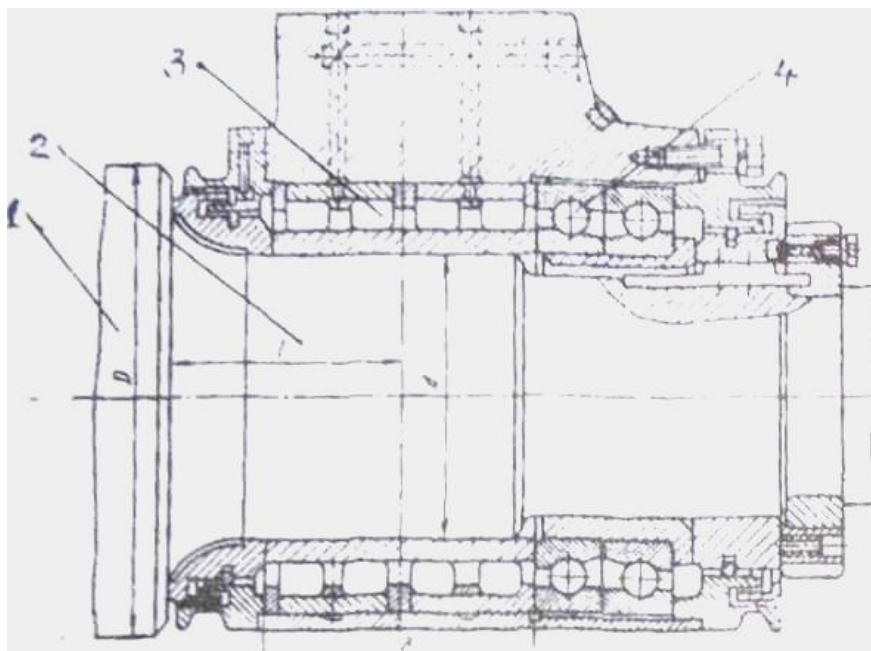


Рисунок 48 Установка підшипника з циліндричними роликами на шийці опорного валка: 1-бочка, 2-шийка, 3-чотирирядний підшипник з циліндричними роликами, 4 -кульовий радіально-упорний підшипник.

Внутрішні кільця багаторядних підшипників з циліндричними роликами є взаємозаміними по зовнішньому діаметру, тобто оброблені з високою точністю. Внутрішні кільця монтують на шийці з нерухоною посадкою і при демонтажі залишають на шийках валків. Для перешліфовки валок установлюють в люнетах шліфувального верстата по зовнішньому високоточному діаметру внутрішніх кілець підшипника. При цьому ексцентриситет бочки валка повністю унеможлиблюється. Якщо взяти до уваги, що циліндричні ролики і внутрішні кільця значно простіші за конфігурацію аналогічних деталей

конічного підшипника, то зрозуміло, що ці деталі за виготовленням є також високоточними, це дає змогу підвищити надійність підшипника і підвищити точність прокатки по довжині штаб. Ці переваги дозволяють використовувати підшипники з циліндричними роликами на високошвидкісних неперервних станах пшавопрокатних, малосортових і дротових.

Для сприйняття осьових зусиль у фіксованих опорах валків (зі сторони завлки) рядом з підшипником з циліндричними роликами установлюють кульові (рис.) або роликові радіально-упорні підшипники. В «фіксованих плаваючих опорах зі сторони приводу для утримання підшипника з циліндричними роликами і їх подушки в постійному положенні рядом з цим підшипником установлюють однорядні радіально кульові підшипники. Таким чином, нездатність підшипників з циліндричними роликами сприймати осьові навантаження є їх недоліком. З іншої сторони, для високошвидкісної і високоточної прокатки ці підшипники незамінимі.

Коефіцієнт тертя роликів підшипників $\mu=0,002-0,005$. Підшипники обираються за критерієм динамічної вантажопідйомності C , а на малошвидкісних станах - за критерієм статичної вантажопідйомності C_0 . Довговічність підшипника L розраховують за динамічною вантажопідйомністю залежно від його навантаження:

$$L = \left(\frac{C_k}{R}\right)^m \quad (46)$$

де k -коефіцієнт, відповідний класу точності підшипника, наприклад $0 \rightarrow k=1$, для $5 \rightarrow k=1,1$;

R -приведене максимальне навантаження на підшипник;

m -коефіцієнт, який для роликів підшипників 3,33.

Величина L має бути більше або дорівнювати еквівалентній L_e довговічності, тобто $L \geq L_e$.

При постійних навантаженні і частоті обертання

$$L_e = 60 \cdot 10^{-6} n L_n \quad (47)$$

де n -частота обертання валка, об/хв,

L_n -необхідна тривалість роботи підшипника за повний термін експлуатації, год.

2.11 Підшипники рідинного тертя (ПРТ)

Перша конструкція ПРТ фірми Morcoil (США) розроблена і використана в 1932 р. ПРТ - це гідродинамічна конструкція, в якій навантаження на підшипник розподілено на великій площі без точок концентрації. Плівка масла, на якій працює підшипник, має високу несучу здатність і є фактично самим жорстко навантаженим елементом прокатної кліти. Внаслідок своєї неруйнівної природи плівка виключає зношування, спричиняєма контактом "метал по металу". Ця масляна плівка постійно підтримується за рахунок гідродинамічного ефекта, утворюваного втулкою, що обертається, до якої безперервно подається з надлишком масло при заданій температурі. Тиск і температура масла контролюються і регулюються автоматично.

ПРТ компактні, їх основні елементи це втулка-цапфа, що обертається і посаджена на конічну шийку валка, нерухома (без обертання) втулка- вкладник, що вмонтована в захисну подушку (рис.49). Внаслідок компактності вказаних елементів і тонкої плівки масла розміри та об'єм подушки дозволяють насаджувати підшипник на найбільші із можливих за діаметром шийки валків. Крім того, компактність конструкції ПРТ дає можливість використовувати жорстку подушку, при цьому одночасно в подушках опорних валків є достатньо місця для подушок робочих валків і залишається місце для установки проти згину валків.

Радіальне навантаження сприймається плівкою масла поміж цапфою і вкладником, осьове-радіально-упорним підшипником кочення у зафіксованій подушці (зі сторони перевалки валків).

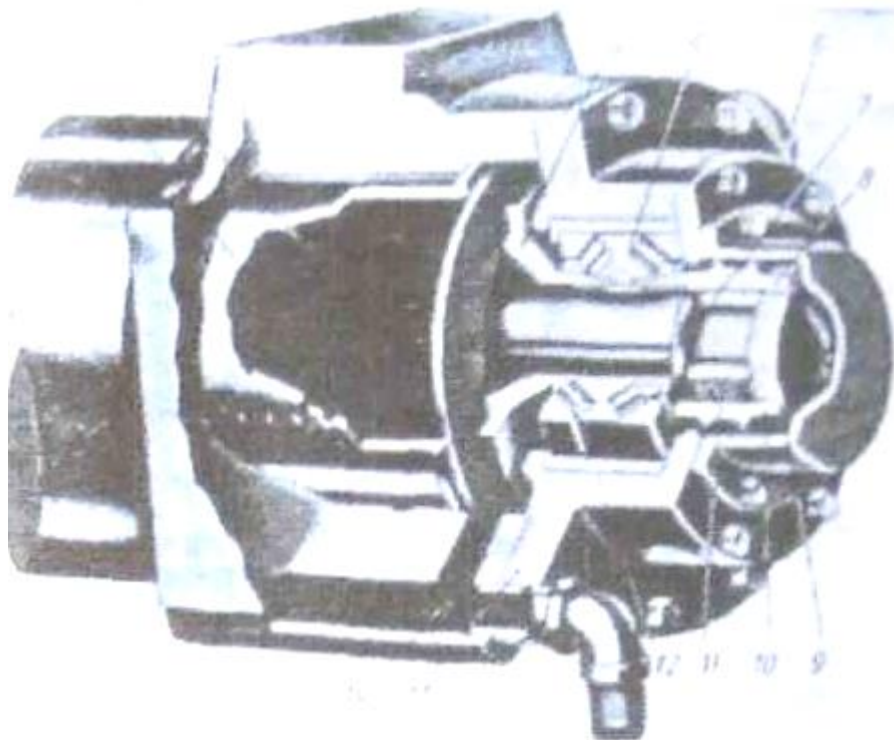


Рисунок 49 Переріз підшипника рідинного тертя Morqoil: 1 -вкладник, 2 - втулка-цапфа, 3 -подушка, 4 -кільце цапфи, 5 - роликівий радіально-упорний підшипник, 6 -підвід масла, 7 -шийка валка, 8 -кінець кришки, 9 -пружинне кільце, 10 -закріплююча гайка, 11 -напівкільце упорного кільця, 12 -гніздо роликівого підшипника, 13 -кінцеве кільце, 14 — випускаючий канал для відтоку масла.

Підсумовуючи вище розглянуте, можна визначити чотири порівняльні переваги ПРТ.

1. Низький коефіцієнт тертя - $\mu=0,00012-0,003$.
2. Висока вантажопідйомність навіть, при високих швидкостях прокатки.
3. Компактність і жорсткість конструкції опор.

З іншої сторони ПРТ мають і недоліки, із яких найбільш суттєвими є:

1. Вимагають спеціальних ущільнень та спеціальних сортів масла для зменшення протікання останнього.

2. Зміна товщини несучої плівки масла, при розгонах і гальмуваннях.

Наприклад, при розгоні стана шийки валків спливають за рахунок збільшення товщини несучої плівки масла. Для компенсації зміни розхилу поміж валками необхідна спеціальна система автоматичної компенсації для попередження різнотовщинності прокатуваних штаб. В російськомовній літературі використовують термін - масляний клин, в англійській - плівка масла, що більш точно відповідає реаліям роботи ПРТ.

ПРТ по умовам тиску масла в підшипникові поділяють на три типи:

1. Гідродинамічні ПРТ, що забезпечують рідинне тертя тільки коли цапфа обертається з великою швидкістю і затягує масло. При цьому виникаючий в плівці масла тиск зрівноважує зовнішнє навантаження. При прискореннях і гальмуваннях товщина плівки масла змінюється, а при низьких швидкостях - рідина тертя не забезпечується.

2. Гідростатичні ПРТ працюють без гідродинамічного утворення плівки масла. Рідинне тертя забезпечується значним тиском масла в спеціальних карманах у втулці підшипника. Але забезпечення надійної і довготривалої неперервної роботи складної мастильної системи за високого тиску майже неможлива. По цій причині гідростатичні ПРТ в якості опор прокатних валків не використовують.

3. Гідростатодинамічні ПРТ - підшипники комбінованого типу: масло під високим тиском (гідростатичний режим) подається тільки при малих швидкостях і в перехідних режимах прискорення гальмування. На усталеній робочій швидкості система подачі масла автоматично переводиться на понижений тиск і підшипник працює в режимі рідинного тертя за рахунок гідродинамічного ефекта.

Шийки валків під ПРТ виконуються конічними, а кінцівка шийки - циліндричного під радіально-упорний підшипник. Звичайно, це ускладнює виготовлення та призводить до збільшення їх вартості. Але шийки в більшій частині своєї довжини виготовляють конічними із таких міркувань:

- 1) з конічної шийки значно легше зняти великий підшипник і без ушкоджень бабітових (м'яких) деталей;
- 2) конічна шийка міцніша від циліндричної в місці галтелі бочка-шийка.

Режим і коефіцієнт тертя в ПРТ залежить від в'язкості масла. Для важконавантажених підшипників опорних валків використовують високов'язке масло П28 (брейтсток), масляна плівка якого витримує питомий тиск q до 25 МПа.

Несуча здатність підшипника F в режимі рідинного тертя:

$$F = \frac{\eta\omega}{\Phi_p^2} ld\Phi_p \quad (48)$$

Де ld - відповідно довжина і діаметр кільця тертя підшипника,

ω – кутова швидкість обертання валка,

η – в'язкість мастила,

ψ – відносний зазор поміж вккладниками і втулко-цапфою,

Φ_p – безрозмірний коефіцієнт навантаженості підшипника.

При постійному навантаженні

$$\Phi_p = q\psi^2/(\eta\omega) \quad (49)$$

Підставивши значення із (49) в (48) матимемо:

$$F = \frac{\eta\omega}{\psi^2} = \frac{q\psi^2}{\eta\omega}$$

В кінцевому вигляді отримаємо

$$F=ldq \quad (50)$$

Таким чином несуча здатність визначається розмірами кільця тертя і питомим тиском.