

Група винаходів, що характеризується єдиним винахідницьким задумом, стосується техніки змащення вузлів різноманітних машин: верстатів, рольгангів, гірничо-збагачувальних млинів, машин безупинного лиття заготовок і ін. і зубчастих зачеплень, де підшипники підпадають впливу високих температур, пилу, води, емульсій, шкідливих газів, зокрема високошвидкісних підшипникових опор прокатної кліті і опорних валків.

В даний час до найбільш перспективних технологій змащення, як з економічної, так і з екологічної точки зору, відноситься система змащення типу «мастило-повітря», яка призначена для централізованого автоматизованого точно дозованого змащення і часткового охолодження робочих валків.

При цьому способі змащення зі спеціального мастилоповітряного агрегату подається точно дозована кількість мастильного матеріалу до кожного місця тертя, а транспортування мастильного матеріалу відбувається за допомогою турбулентного потоку стисненого повітря, що стискує дозу мастильного матеріалу і транспортує у вигляді масляної плівки по внутрішніх стінках трубопроводу. Так як мастило і повітря два роздільні середовища, то розподіл через Т-подібне гвинтове з'єднання не може бути можливим. Кожний підшипник повинен мати власне підключення до центральної системи змащення.

У каталозі фірми «Rebs» приведена пневмогидравлічна схема змащення підшипників прокатних клітей стана мастилоповітряним змащенням (креслення 88106), що демонструє спосіб здійснення змащення. Турбулентний мастилоповітряний потік по мастилоповітряному трубопроводу за допомогою подільника потоку (патент Німеччини № 284 4995F16 N 7/30: пристрій для розподілу мастильного середовища краплинної форми, введений у середовище - носій) розподіляється навіл на обидві подушки валка. Кожна половина вже в каналі подушки за допомогою двох подільників потоку ділиться на три частини, які через обидва дистанційні кільця підшипника направляються через спеціальні дюзи й у вигляді крупнодисперсних крапель розприскуються по поверхнях кілець підшипника, роликів і сепараторів. Залишки мастилоповітряного змащення турбулентним повітряним потоком направляються по спеціальному додатковому каналу в порожнину між манжетами і виконують змащення поверхонь манжет, які контактують з поверхню шийки, і додаткове охолодження шийки, підшипників і манжет.

Така система змащення дозволяє найбільше економічно і раціонально використовувати мастильні матеріали і підвищувати довговічність підшипника, але ця система має такі недоліки:

неможливо в процесі експлуатації змінити потім параметри мастилоповітряного змащення в одному дистанційному кільці, не порушивши параметри змащення у всіх інших каналах змащення підшипника і манжет (збільшити, зменшити);

неможливо без розбирання системи змінити концентрацію мастила в заданому об'ємі повітря;

необхідні спеціальних пристрої - подільники потоку, які установлені по довжині каналів у подушці підшипника, індивідуально підібрані в залежності від геометричних розмірів підшипника;

у корпусі подушки виконують додатково довгі канали малих діаметрів для спеціальних підводів мастила в зону манжет, і якщо із манжети змінюється тиск, то порушується подача мастила в підшипник;

чиста свіжа масляна плівка не використовується для змащення підшипника, а подається, гріється на манжети.

Як прототип обрана система змащення валкових опор прокатної кліті (а.с.№ 1643854 F16 N 7/32, 29/04 від 23.04.1991 року. Бюл. №15).

Система змащення валкових опор прокатної кліті складається з резервуара, насоса, фільтра, напірної магістралі, з'єднаної з резервуарами живильників «мастило-повітря», через відсічні клапани, які керуються командами реле рівня Система також містить прогресивні розподільники, з'єднані з живильниками «мастило-повітря» через клапани переключення і з магістраллю стисненого повітря, яка обладнана сигналізатором тиску і мультиплікатором з відсічним клапаном, зворотній клапан блоків датчиків швидкості навантаження і тиску, установлені на прокатної кліті підшипникових опор нагнітальної магістралі. У системі реалізується режим оптимального змащення за рахунок використання двох паралельно працюючих живильників, взаємодію яких регулює блок керування.

Відповідно до способу здійснення змащення: до місць змащення (підшипникові опори) мастильний матеріал подається по нагнітальній магістралі або живильниками «мастило-повітря», або прогресивними розподільниками. Причому вибір режиму роботи здійснюється блоком керування в залежності від показань датчиків швидкості і навантаження, установлених на кліті. При нормальному (сталому) режимі роботи подача мастила здійснюється живильниками «мастило-повітря» (розмір подачі порядку $20 \div 50 \text{ см}^3/\text{год}$ на точку змащення).

При пікових режимах швидкостей і навантажень, а також при пусках кліті, після тривалої зупинки (більше 2^x годин) подача провадиться прогресивними розподільниками (розмір подачі може коливатися від 40 до $100 \text{ см}^3/\text{хвил.}$). Вмикання прогресивних розподільників відбувається в такий спосіб: після подачі датчиками швидкості або навантаження на блок керування сигналів, що перевищують задане граничне значення, або при вмиканні стана в роботу після тривалої (більше 2^x год.) перерви блок керування дає команду на вмикання електродвигуна насоса і переміщення клапана перемикачів в стан подачі від розподільника. Живильники «мастило-повітря» працюють при цьому в нормальному режимі. Для поліпшення стабільності подачі мастильного матеріалу і збільшення економічності системи змащення блок живильників «мастило-повітря» з прогресивними розподільниками встановлюються в безпосередній близькості від точок змащення на кліті. А живильники «мастило-повітря» обладнані автономними резервуарами для мастильного матеріалу. При такому установленні довжина нагнітальних магістралей мінімальна, тому мастильний матеріал від живильників «мастило-повітря», що рухається у вигляді плівки по стінках трубопроводу, транспортується стабільно, без розривів і осідання в місцях опору. Таким чином, здійснюється близький до оптимального режим змащення підшипників, а втрати енергії приводяться до

мінімуму.

Заправка резервуарів живильників «мастило-повітря» провадиться по сигналах від реле рівня. Реле нижнього рівня подає команду на вмикання електродвигуна насоса й відкривання відсічних клапанів. По команді від реле верхнього рівня електродвигун насоса виключається, а відсічні клапани закриваються.

Для транспортування мастильного матеріалу до живильників «мастило-повітря» підводиться стиснене повітря. Магістраль стисненого повітря обладнана стабілізатором тиску, який забезпечує постійний тиск після себе, необхідний для стабільної роботи живильників і підтримки постійного надлишкового тиску у вузлах тертя. По сигналу від датчиків тиску, розташованих у підшипникових опорах, про те, що тиск упав нижче допустимого, блок керування дає команду на відкриття клапана. При цьому порожнина високого тиску мультиплікатора з'єднується з магістраллю стисненого повітря.

Таким чином, система змащення прокатної кліті з двома паралельно працюючими живильниками, датчиками швидкості, навантаження і тиску і блоком керування, який дає можливість підтримувати оптимальний режим змащення, що має мультиплікатор, повітряну магістраль, дозволяє значно розширити діапазон режимів її роботи, підвищити економічність за рахунок непродуктивних втрат, а також збільшити надійність роботи прокатної кліті в цілому.

Система змащення по прототипу має такі недоліки:

конструктивна складність: наявність двох типів живильників «мастило-повітря» і прогресивних розподільників, датчиків швидкості і навантаження, що веде до ускладнення пульта керування;

не використовуються високов'язкі мастила, які сприятливо впливають на контактні поверхні роликів і бігових доріжок при пікових (екстремальних) навантаженнях;

система негерметична і через 2 години залишається без мастила, тому що відбувається її витікання, що знижує надійність і потребує додаткових витрат;

мастильна система інерційна - система спрацює і подасть додаткове мастило вже після пікового навантаження підшипника. При оптимальному режимі змащення підшипник, змазаний раніше пікового навантаження, щоб виключити задирки контактних поверхонь при пікових навантаженнях і зменшити спрацювання.

У основу винаходу поставлена задача - розширити область застосування централізованих систем змащення «мастило-повітря» у екстремальних умовах (висока температура, висока запиленість і забруднення, граничні навантаження або швидкості обертання) для забезпечення якісного змащення підшипників.

Технічним результатом запропонованого винаходу є створення екологічно чистої й економічно ефективної централізованої системи змащення підшипникових вузлів мастилоповітряною плівкою шляхом створення надійної герметичної конструкції підшипникового вузла, забезпечення економічного й оптимального режиму змащення контактних поверхонь підшипника, у тому числі при пікових режимах швидкостей і навантажень, що є вирішальним фактором у вирішенні проблеми довговічності і надійності машин, підвищення продуктивності і зниження витрат виробництва.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що централізована автоматизована система змащення підшипникових вузлів валкових опор прокатної кліті мастилоповітряною плівкою містить: мастильну станцію 1 із рідким мастильним матеріалом, блок підготовки повітря 2, мастилоповітряні живильники 3, пульт керування 4, пристрої контролю 5 і сигналізуючі пристрої 6, трубопроводи мастильного матеріалу 7, стисненого повітря 8 і мастилоповітряні 9, подушки: верхню 10 та нижню 11 з каналами підводу мастильного матеріалу, коротким 12 (на ближнє дистанційне кільце) та довгим 13 (на дальнє дистанційне кільце), з кришками 14, 15, старені манжети 16, 17, розділені розпірною шайбою 18, підшипник 19, у дистанційних кільцях 20, 21 якого установлені дюзи 22 і який установлений на шийках валка 23.

Відповідно до запропонованого винаходу:

Зовнішня поверхня 24 підшипника 19 герметизована з внутрішньої поверхнею 25 подушок 10, 11, а в розпірній шайбі 18, установленій між манжетами 16, 17, у її верхній і нижній частинах виконані канали 26, 27, які з'єднують глухі канали 28, 29, виконані в кришках 14, 15 подушок 10, 11 і порожнину подушок 10, 11 із зовнішнім середовищем, а дюзи 22, які установлені в дистанційних кільцях 20, 21, виконані з отворами 30, спрямованими в діаметрально - протилежні сторони уздовж осі підшипника або під кутом від 0 до 90 град, до бігових доріжок 31 зовнішніх кілець 32 підшипника 19.

Окрайка зовнішньої ущільнюючої манжети 16 спрямована у бік зовнішнього середовища й встановлена таким чином, що в режимі підвищеного тиску стисненого повітря в подушках 10, 11 вона утворює з контактною поверхнею валка 23 щіль 33 для виходу відпрацьованого повітря і залишків мастильного матеріалу.

Також поставлена задача вирішується завдяки тому, що спосіб змащення підшипникових вузлів валкових опор прокатної кліті мастилоповітряною плівкою включає дозування мастильного матеріалу, змішування зі стисненим повітрям у мастилоповітряних живильниках 3 і подачу суміші в мастилоповітряні трубопроводи 9, наступну подачу мастилоповітряної суміші через дюзи 22 до бігових доріжок зовнішніх кілець 32 підшипника 19 і відвід відпрацьованого мастильного матеріалу в навколишнє середовище. Відповідно до запропонованого способу:

Подачу мастилоповітряної суміші через отвори 30 дюз 22 здійснюють із швидкістю витікання, прямо-пропорційною тиску повітря, яке подається в мастилоповітряний трубопровід 9 з утворенням безупинної еластогідродинамічної поточної плівки з товщиною 5 - 50мкм, що забезпечує, у тому числі при пікових навантаженнях, оптимальні режими змащення і роз'єднання контактних поверхонь, а вихід стисненого повітря і залишків відпрацьованого мастильного матеріалу з порожнини підшипника 19 у навколишнє середовище здійснюють через канали 26, 27, 28, 29 у розпірній шайбі і через щілину 33, утворену між

окрайкою зовнішньої ущільнюючої манжети 16 і контактною поверхнею валка 23.

Вихід стисненого повітря і залишків відпрацьованого мастильного матеріалу використовують для змащення й охолодження манжет 16, 17 і шийок валків 23, а також для створення повітряного бар'єра між порожниною подушок 10, 11 і навколишнім середовищем, створюючи перепону забрудненням і мастило - охолодним рідинам.

Така система змащення і спосіб її здійснення усувають недоліки прототипу і дозволяють:

усунути витікання мастильного матеріалу з підшипника завдяки герметичності поверхні підшипника;

виключити влучення окалини, пилу, бруду й охолодної рідини в порожнину підшипника, що можливо завдяки бар'єру, що створюється відпрацьованим повітряним потоком у порожнині підшипника і який заповнює об'єм між двома манжетами і розпірною шайбою, створюючи додаткову перепону зовнішнім забрудненням, завдяки чому абразивне спрацьовування поверхонь підшипника виключається, що зменшує витрату енергії;

надлишковий потік стисненого повітря створює герметичну додаткову порожнину між подушкою і навколишнім середовищем.

Збільшення кількості мастильного матеріалу в підшипнику не позначається на товщині еластогідродинамічної плівки, а викликає додаткові втрати на перемішування і нагрівання надлишку мастила. (Див. Автореферат дисертації на конкурс ученого ступеня К.Н.Т. Дзюба В.Й. «Ефективні системи змазування високошвидкісних шпіндельних вузлів на підшипниках кочення». ЭНИМС, Москва, 1985 р. стор.7).

Тому до опори необхідно подавати такий об'єм мастильного матеріалу, який необхідний для утворення еластогідродинамічної плівки. Розрахунки, що визначають величину об'єму мастильного матеріалу, його фізико-хімічні параметри, умови утворення масляної плівки, яка рухається постійно і яка забезпечує, в тому числі при пікових навантаженнях, оптимальні режими змащення і роз'єднання контактних поверхонь, є предметом «ноу-хау».

Рационально підібраний мастильний матеріал при в'язкості $35 \div 41 \text{ мм}^2/\text{сек}$ забезпечує збільшену товщину еластогідродинамічної плівки, збільшує тривалість перебування тіл кочення за кожний оберт у зоні гідродинамічного режиму тертя і відповідно скорочує час перебування тіл кочення в області великих навантажень. Перед кожним черговим навантаженням тіла кочення напильються чистою свіжою масляною плівкою, а підвищена в'язкість мастила зменшує питоме навантаження на тіла кочення і бігові доріжки і створює режим стійкого гідродинамічного тертя підшипника. Завдяки таким умовам тертя і герметичності підшипника і подушки мастильний матеріал не впливає і стан можна запускати в роботу без великої кількості мастила $40 \div 100 \text{ см}^3/\text{хвил.}$ Конструкція живильників, які використовуються у заявленій системі змащення, постійно удосконалюється (див., наприклад, заявку № 2001117614 від 07.11.2001 «Послідовний змащувальний мастилоповітряний живильник»).

Практика впровадження заявленої системи підтверджує, що збільшена кількість мастила не збільшує товщину масляної плівки і датчики при пікових режимах швидкостей і навантажень не сприяють зменшенню тертя, тому вони тільки ускладнюють систему змащення, тобто при герметизації підшипникового вузла необхідність у них відпадає. Система змащення спрощується, підвищується надійність.

Технічна сутність і принцип дії запропонованої централізованої автоматизованої системи змащення підшипникових вузлів валкових опор прокатної кліти мастилоповітряною плівкою підтверджуються кресленнями:

Фіг.1 принципова пневмогідролічна схема централізованої автоматизованої системи змащення валкових опор прокатної кліти мастилоповітряною плівкою;

Фіг.2. розтин по А - А фіг.1, підвід мастилоповітряної суміші по каналам 12 у порожнину підшипників;

Фіг.3. розтин по Б - Б фіг.1, підвід мастилоповітряної суміші по каналам 13 у порожнину підшипників;

Фіг.4. вузол Г фіг.2, 3, підводи мастилоповітряної суміші в порожнину підшипників через дюзи 25;

Фіг.5. розтин по В - В фіг.1, відвід відпрацьованого повітря з порожнини подушок;

Фіг.6. вузол Д фіг.5, вихід відпрацьованого стисненого повітря і залишків відпрацьованого мастильного матеріалу з порожнини підшипників через кришку 14 по каналам 28, 26, 27, 29 в атмосферу, а також через щілину 33, утворену між ущільненою крайкою зовнішньої манжети 16 і контактною поверхнею валка 23 у режимі підвищеного тиску стисненого повітря в подушці 10, 11;

Фіг.7. вузол Е фіг.5, вихід відпрацьованого стисненого повітря і залишків відпрацьованого мастильного матеріалу з порожнини підшипників через кришку 15 по каналам 28, 26, 27, 29 в атмосферу, а також через щілину 33, утворену між ущільненою крайкою зовнішньої манжети 16 і контактною поверхнею валка 23 у режимі підвищеного тиску стисненого повітря в подушках 10, 11;

Фіг.8. приклад конкретного виконання вузла Г, у варіанті - два отвори 30 і кут нахилу цих отворів, наприклад 11 - 17 град., до бігових доріжок 31 зовнішніх кілець 32 підшипника 19.

Виконання вузла Г фіг.2, 3 ілюструють підвід мастилоповітряної суміші в порожнину підшипників через дюзи 22 з отворами 30, спрямованими в діаметрально-протилежні сторони уздовж осі підшипника або під кутом від 0 до 90 град. - це оптимальні зміни кутів нахилу отворів 30 до бігових доріжок 31 зовнішніх кілець 32 підшипника 19.

Централізована автоматизована система змащення підшипникових вузлів валкових опор прокатної кліти мастилоповітряною плівкою містить вузли: мастильна станція 1 з рідким мастильним матеріалом; блок підготовки повітря 2; мастилоповітряні живильники 3; пульти керування 4; пристрої контролю 5 і сигналізуючі пристрої 6; трубопроводи мастильного матеріалу 7, стисненого повітря 8 і мастилоповітряні 9; подушки верхня 10 та нижня 11 з каналами підводу мастильного матеріалу (коротким на ближнє дистанційне кільце) 12, (довгим на дальнє дистанційне кільце) 13 з кришками 14, 15; старені манжети 16,

17, розділені розпірною шайбою 18; підшипник 19; дистанційні кільця 20, 21 і установлені в них дюзи 22; підшипник, установлений на шийках валків 23; зовнішня поверхня 24 підшипника 19 герметизована з внутрішньою поверхнею 25 подушок 10, 11 (ущільнюючий матеріал позицією на кресленнях не позначено, проте його присутність на кресленнях показано місцями установлення ущільнюючих елементів на фіг.2, 3); у верхній і нижній частині розпірної шайби 18 виконані канали 26, 27, що з'єднують глухі канали 28, 29, виконані в кришках 14, 15 подушок 10, 11, і порожнини подушок 10, 11 із зовнішнім середовищем; дюзи 22, виконані з отворами 30, спрямованими в діаметрально-протилежні сторони уздовж осі підшипника або під кутом від 0 до 90 град, до бігових доріжок 31 зовнішніх кілець 32 підшипника 19.

Окрайка зовнішньої ущільнюючої манжети 16, спрямована у бік зовнішнього середовища. Поз. 33 позначена щілина, утворена окрайкою ущільнюючої манжети 16 з контактною поверхнею валка 23 у режимі підвищеного тиску стисненого повітря в подушках 10, 11 і яка призначена для виходу відпрацьованого повітря і залишків мастильного матеріалу.

Робота централізованої автоматизованої системи змащення підшипникових вузлів здійснюється наступним чином:

Система (див. фіг.1) починає працювати в автоматичному режимі після заправки мастильним матеріалом мастильної станції 1, подачі стисненого повітря й електроенергії на пульт керування 4. Далі відбувається вмикання насоса з пневмоприводом, циклічність подачі мастила, робочий хід насоса і видача мастильного матеріалу в живильники 3. При цьому мастильний матеріал по системі трубопроводів мастильних матеріалів 7 надходить у мастилоповітряний живильник 3, де відбувається дозування і змішування з повітрям із наступним надходженням у мастилоповітряний трубопровід 9 (див. фіг.2, фіг.3) через канали підводу мастильного матеріалу 12 (короткий на ближнє дистанційне кільце 20) і 13 (довгий на дальнє дистанційне кільце 21) у подушках 10, 11. Далі мастилоповітряна суміш потрапляє в об'єм, протоку, у канал, утворений внутрішньою поверхнею подушки і зовнішньою поверхнею дистанційного кільця (див. фіг.2, фіг.3), і після цього в дюзи 22, які розподіляють мастильний матеріал на поверхні кочення зовнішнього кільця підшипника (див. фіг.4, Вузол Г). Мастильний матеріал потрапляє на доріжки внутрішніх кілець підшипника, а також змащує сепаратор. Таким чином мастильний матеріал, що надійшов, переноситься за допомогою роликів (кульок) на внутрішні поверхні кочення внутрішніх кілець підшипника. Ущільнюючий елемент установлений по торцях зовнішніх кілець 32 підшипника 19 (див. фіг.2, 3).

Далі залишки мастильного матеріалу через глухі канали 28, 29 у кришках 14, 15 і канали в розпірній шайбі 18 потрапляють у простір між спареними манжетами 16, 17.

При збільшенні надлишкового тиску повітря в подушці (див. фіг.5, фіг.6, фіг. 7, вузол Е і вузол Д) відбувається вихід відпрацьованого стисненого повітря і залишків відпрацьованого мастильного матеріалу з порожнин підшипників через кришки 14, 15 по каналах 28, 26, 27, 29 в атмосферу, а також через щілину 33, утворену між ущільненою окрайкою зовнішньої манжети 16 і контактною поверхнею валка 23 у режимі підвищеного тиску стисненого повітря в подушках 10, 11.

Вихід стисненого повітря і залишків відпрацьованого мастильного матеріалу використовують для змащення та охолодження манжет 16, 17 і шийок валків 23, а також для створення повітряного бар'єра між порожниною подушок 10, 11 і навколишнім середовищем, створюючи перепону забрудненням і мастилоохолодним рідинам.

Змащувальна мастилоповітряна суміш, яка надходить у порожнину підшипника по каналах 12, 13 через дюзи 22 і отвір 30, створює усередині порожнини підшипника надлишковий тиск. Потік стисненого повітря переносить масляну плівку по поверхнях 31 до глухих каналів 28 і, попадаючи в простір між манжетами 16, 17, через канали 26, утворює повітряний бар'єр. При тисках до утворення щілини 33 відпрацьоване повітря виходить в атмосферу через канали 27, 29. При збільшенні тиску в порожнині підшипника й утворенні щілини 33 залишки стисненого повітря і мастильного матеріалу скидаються в атмосферу, при цьому змащують і прохолоджують манжети 16, 17 і шийки валка 23. Створення повітряного бар'єра в підшипникових вузлах є додатковим чинником герметизації.

Опис способу змащення підшипникових вузлів

Подачу мастилоповітряної суміші через отвори 30, дюзи 22 здійснюють із швидкістю, прямо-пропорційною тиску повітря в мастилоповітряній магістралі. Оптимальний режим утворення еластогідродинамічної масляної плівки відбувається при швидкостях виходу мастилоповітряної суміші з каналів 30, що утворюють ламінарний потік мастилоповітряної плівки, тому при швидкостях вище оптимальної величини відбувається турбулізація потоку, відрив крапель і утворення масляного туману, що не бажано в процесі змащування. На фіг. 8 приведений приклад конкретного виконання способу подачі мастилоповітряної суміші через отвори 30. У варіанті виконання вузла Г (фіг.8) показані два отвори, орієнтовані у взаємо-протилежні сторони з кутом нахилу від 0 до 17 град, до осі підшипника. При такому варіанті відбувається утворення еластогідродинамічної плівки, що дозволяє виконувати оптимальний режим змащування (режими технологічного процесу змащування є об'єктом "ноу-хау").

Оптимальний розмір утвореної в процесі змащення безупинної еластогідродинамічної поточної плівки з товщиною 5-50 мкм, яка забезпечує, у тому числі при пікових навантаженнях, оптимальні режими змащення і роз'єднання контактних поверхонь, а також кількість мастильного матеріалу, що подається, визначається розрахунковим шляхом у залежності від розміру підшипників, швидкості обертання. Дослідження і досвід експлуатації підтвердили оптимальні режими і розміри, що характеризують заявлений спосіб змащення. ($O = 0,00005 \text{ Д} \times \text{В} \text{ см}^3/\text{год}$, де O - витрата мастильного матеріалу, Д - діаметр підшипника, В - ширина підшипника. (розрахункові і експериментально підібрані розміри в кожному конкретному підшипниковому вузлі).

Приклад конкретного виконання (ілюстрація фіг.8).

В залежності від виконання кількості отворів 30 дюзи 22, від кута нахилу отворів до бігових доріжок 31 зовнішніх кілець 32 підшипника 19 подають мастило в різних варіантах під кутами від 0 до 90 град, до осі підшипника. Це діапазон, що дозволяє забезпечити оптимальний розподіл мастила по внутрішній біговій доріжці підшипника.

Оптимальний розподіл мастильного матеріалу відбувається й у випадку орієнтації отвору 30 паралельно поверхням кочення зовнішніх кілець 31. При збільшенні кута до 90 град, відбувається збільшена витрата мастильного матеріалу і повітря внаслідок відриву масляної плівки від поверхні 31 і внаслідок необхідності переносу витрат енергії на утворення крупно-дисперсних крапель і перенесення їх на поверхню сепаратора.

При куті, рівному 0 град., варіант з отворами, спрямованими в діаметрально-протилежні сторони уздовж осі підшипника, це варіант, коли наскрізь продувають мастилоповітряною сумішшю підшипник і залишки мастила спрямовують безпосередньо до ущільнень підшипника. У варіанті заявлених значень кута, більших 0 град., але менших 90 град., необхідно подавати збільшений об'єм мастильного матеріалу на бігову доріжку внутрішнього кільця підшипника, більш ефективно змащувати сам підшипник, а залишки мастильного матеріалу йдуть на змащування ущільнень (ущільнюючий матеріал), які поряд із заявленими відмітними засобами також забезпечують герметизацію зовнішньої поверхні підшипника з внутрішньою поверхнею подушок.

При куті, рівному 90 град., подають мастило безпосередньо на розпірну шайбу 18, за допомогою якої мастило розподіляється по обидві сторони підшипника.

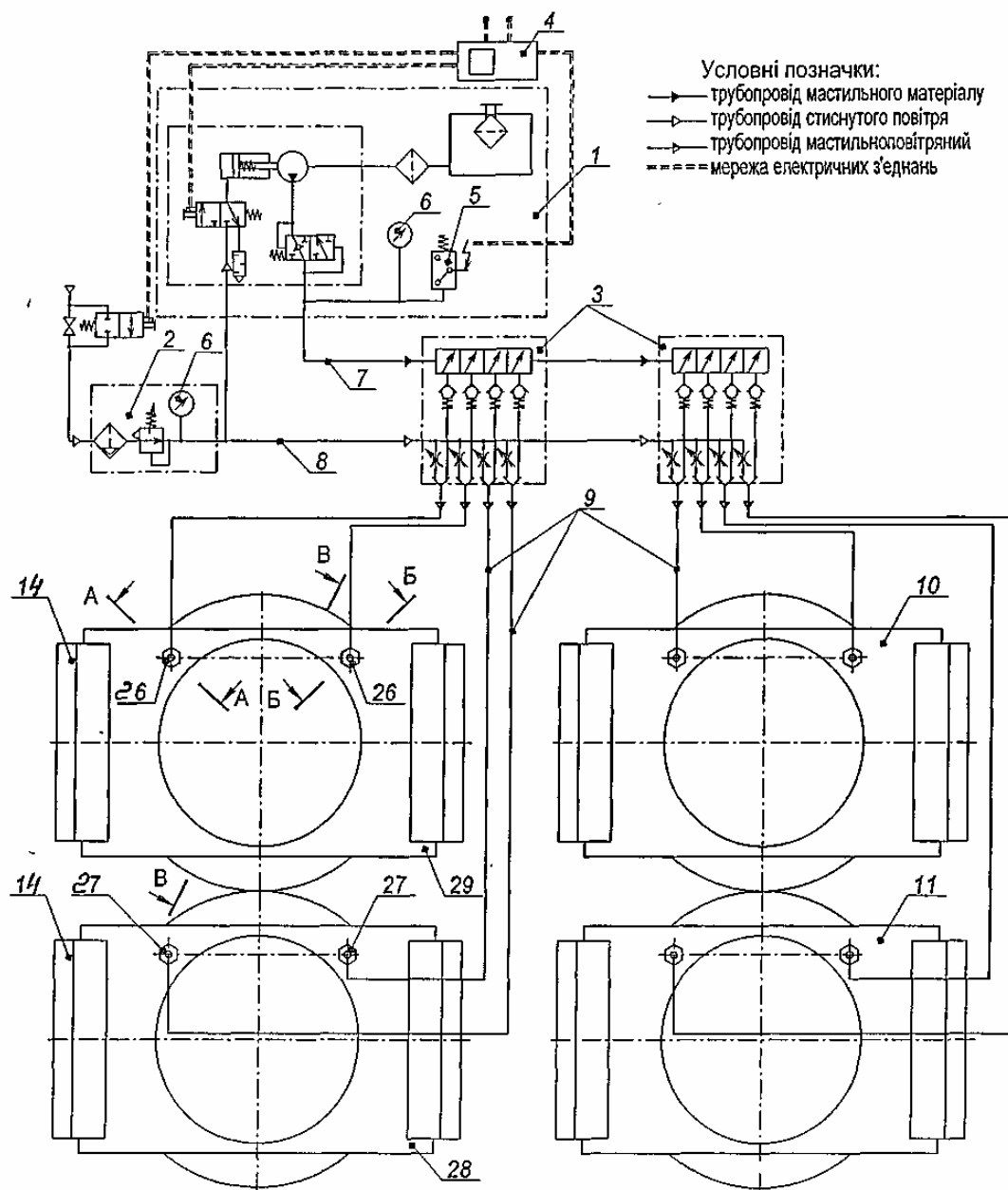
Викладене дозволяє зробити висновок, що ідеальний процес змащення відбувається в діапазоні оптимального кута від 0 град, до кута нахилу каналів 30, рівного кутам нахилів поверхонь кочення зовнішніх кілець, тобто рівного куту нахилу напрямного ролика. У цьому варіанті мастило йде паралельно біговим доріжкам зовнішніх кілець поз. 31.

Запропонована система змащування створює такі умови тертя, що контактні поверхні не стикаються одна з одною навіть при пікових навантаженнях, а залишаються розділеними по контактним поверхням еластогідродинамічною плівкою і тертя відбувається між прошарками мастильного матеріалу. Крім того, підшипникові поверхні герметизовані від навколишнього середовища і змащуються постійно чистим свіжим «холодним» мастильним матеріалом без забруднень, тому в підшипнику забезпечується в основному рідинний режим тертя і виключається абразивне зношення, у результаті чого довговічність підшипників збільшується в $3 \div 10$ разів і більше, підвищується довговічність шийок валків, а отже і якість прокату.

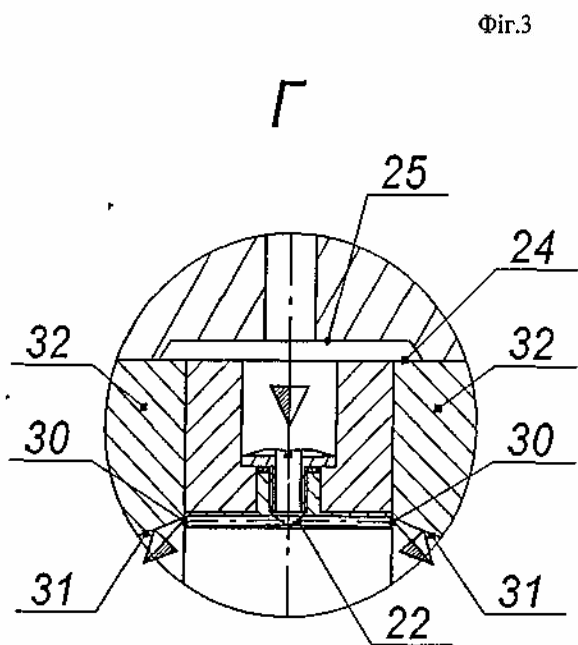
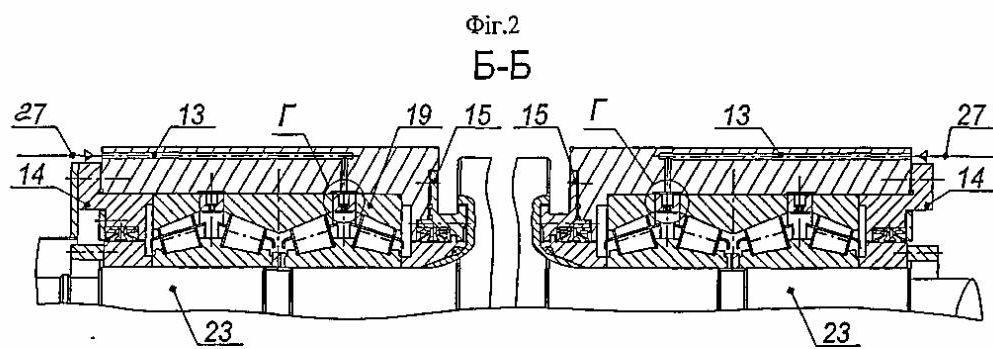
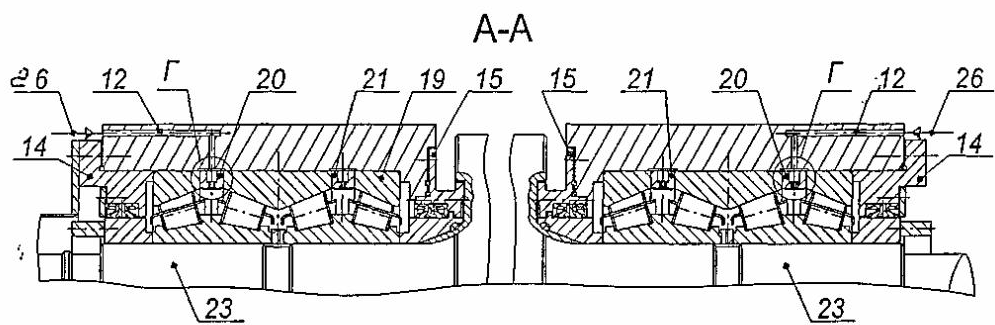
Мастильний матеріал не витікає з підшипника, а наноситься стільки, скільки потрібно для утворення еластогідродинамічної плівки і поповнення її запасу, тому витрата мастильних матеріалів зменшується в $20+25$ разів щодо консистентного мастила, якого потрібно сотні тон на прокатний стан у рік;

зменшується витрата електроенергії при рідинному режимі тертя. Економічна ефективність використання системи змащення підшипникових вузлів валкових опор прокатної кліти мастилоповітряною плівкою на одній парі валків складає в рік від 60 до 100 тисяч доларів США в залежності від габаритів підшипників і умов роботи. Крім того, підвищується культура виробництва, і найголовніше - вирішена екологічна проблема: виключається забруднення навколишнього середовища: землі, води і повітря.

Реклама авторського права (Свідчення державної реєстрації ПА № 4268 від 21.05.2001) підтвердила потребу вітчизняного і закордонного споживача у використанні централізованих мастильних систем у екстремальних умовах (висока температура, висока запиленість і забруднення, граничні навантаження або швидкості обертання - коефіцієнт швидкохідності до $1,8 \times 106 \text{хвил.-1мм}$), що підвищує довговічність підшипників на порядок, тобто в $8 \div 12$ разів, скорочує витрату мастила в $30 \div 50$ разів.



Фір.1



Фиг.4

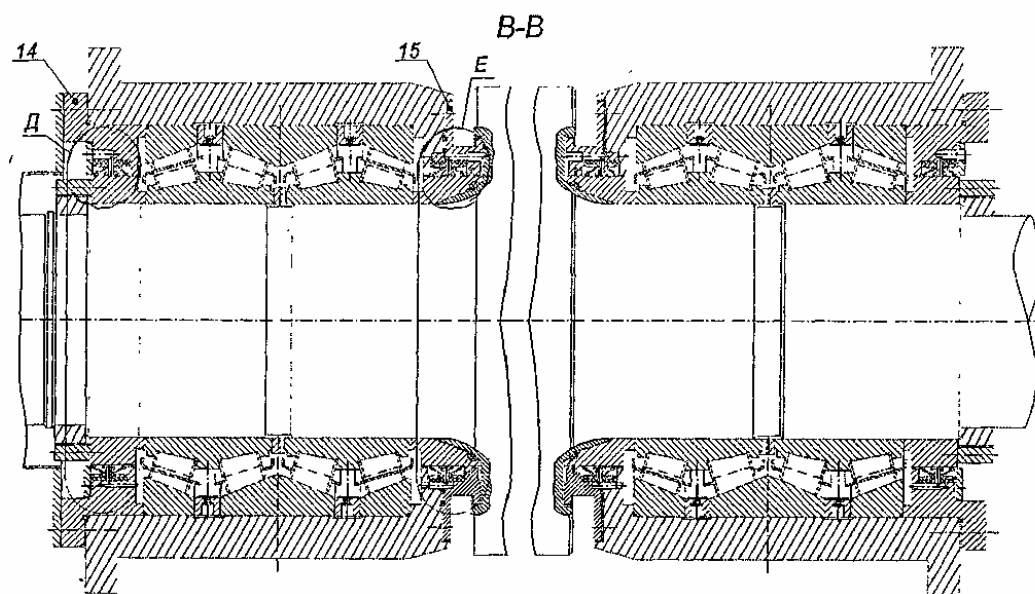


Fig. 5

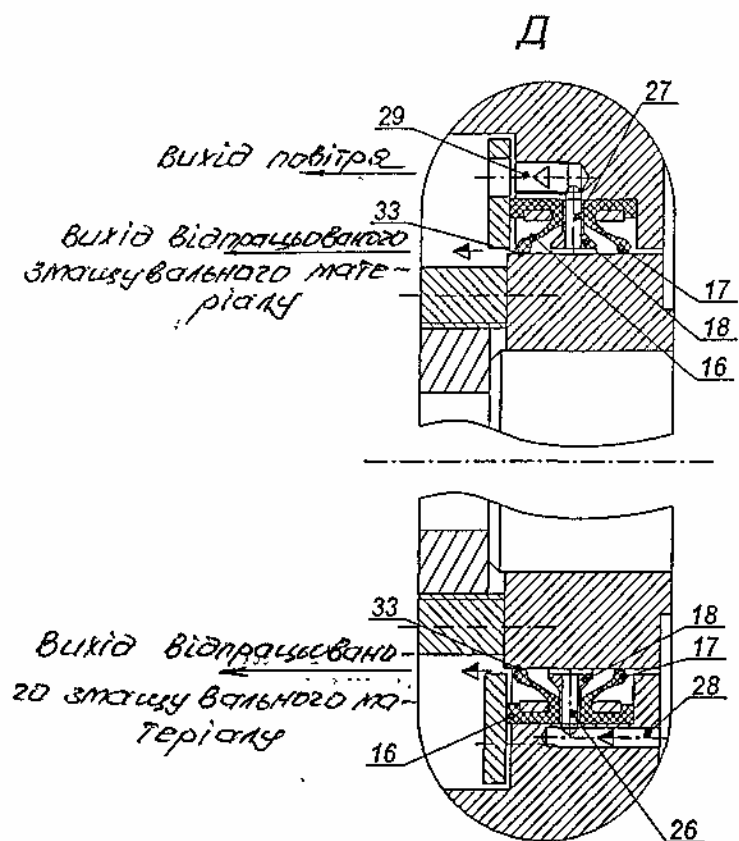


Fig. 6

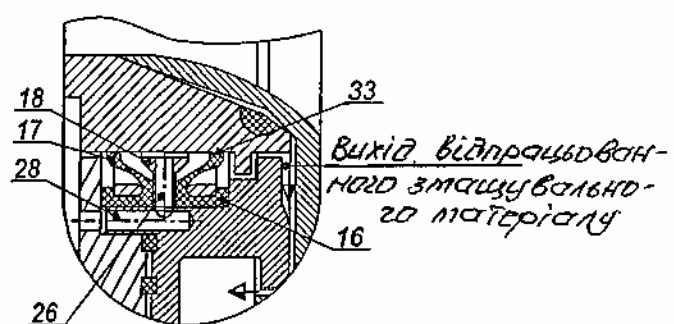
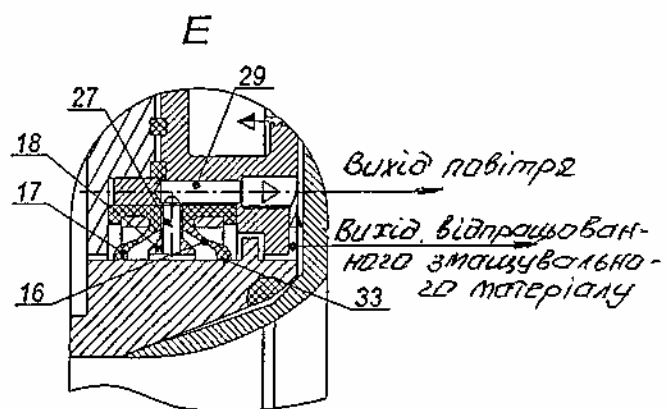


Fig.7

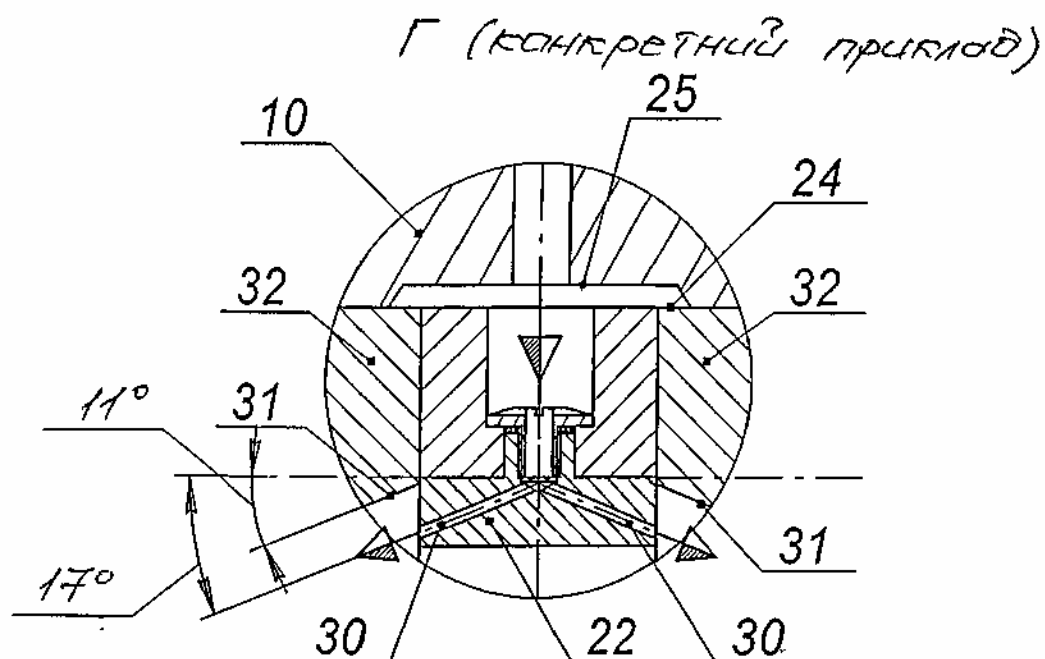


Fig.8