

всіх випадків втрати робочого часу (*LTI*), травм із обмеженням працездатності (*RWC*) і випадків надання медичної допомоги (*MTC*), а саме:

$$TRC = LTI + RWC + MTC ;$$

- кількість дорожньо-транспортних випадків (Road Traffic Accident – *RTA*) – усі події із залученням транспортного засобу, який призвів до матеріального збитку (незалежно від суми збитку) або травми.

З метою аналізу та оцінки ефективності заходів щодо охорони праці на підприємствах використовуються такі показники:

- частота випадків із втратою робочого часу (Lost Time Injury Frequency – *LTIF*) – це кількість випадків втрати робочого часу (*LTI*) віднесена до сумарного відпрацьованого робочого часу в підрозділі або на підприємстві (Work Hours – *WH*) за певний період (як правило, за 1 рік) в перерахуванні на 1 000 000 відпрацьованих людино-годин, тобто

$$LTIF = \frac{LTI \cdot 1\,000\,000}{WH} ;$$

- частота загальної кількості нещасних випадків, що реєструються (Total Recordable Cases Frequency – *TRCF*) – це кількість всіх випадків (*TRC*), що реєструються, віднесена до сумарного відпрацьованого робочого часу (*WH*) в перерахуванні на 1 000 000 відпрацьованих людино-годин:

$$TRCF = \frac{TRC \cdot 1\,000\,000}{WH} ;$$

- коефіцієнт дорожньо-транспортних випадків (Road Traffic Accident Frequency – *RTAF*) – загальна кількість дорожньо-транспортних випадків віднесена до загального пробігу транспортних засобів (*TL*) у кілометрах в перерахуванні на 1 000 000 кілометрів загального пробігу:

$$RTAF = \frac{RTA \cdot 1\,000\,000}{TL} .$$

### Висновки

Таким чином, описана вище міжнародна система показників обліку нещасних випадків, у порівнянні з вітчизняною, дозволяє суттєво збільшити обсяг інформації, за рахунок збору відомостей про легкі і дрібні травми і випадки надання першої допомоги. Детальний аналіз цієї інформації дозволяє виявити на ранніх етапах можливі причини більш серйозних нещасних випадків і розробити адекватні заходи для їхнього попередження.

Саме тому міжнародний підхід до реєстрації й обліку нещасних випадків, медичної допомоги й подій представляється більш ефективним і існує сенс його впровадження в Україні на державному рівні. Тим більше, що питання безпеки й охорони праці в умовах подальшого поглиблення соціальних реформ і вдосконалювання керування розвитком трудових відносин набувають особливого значення.

### Література

1. Glossary of HSE terms. Report No/ 6.52/244. September 1999. – OGP Publications, 2000. – 20 p.
2. Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві : [затв. постановою Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2011 р. № 1232].
3. Карнаух Н.Н. Новые принципы в управлении охраной труда в организациях / Н.Н. Карнаух, М.Н. Карнаух // Охрана труда и социальное страхование. – 2002. – № 3 – С. 17– 21.

Надійшла 24.11.2012 р.  
Рецензент: д.т.н. Диха О.В.

УДК 621.891: 621.431

О.А. ГОРДЄЄВ, А.К. КАРМАЛІТА  
Хмельницький національний університет

## ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВУЗЛІВ КОВЗАННЯ ОБЛАДНАННЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Наведено аналіз конструкцій пристроїв для утворення маслоутримувальних канавок на поверхнях опор ковзання. Запропоновано оптимальну стратегію оброблення та схему вібраційного обладнання для утворення маслоутримувальних лунок на шийках валів.*

*Ключеві слова: опора ковзання, маслоутримувальні канавки, вібраційне обладнання.*

*The analysis of construction equipment to tweak surfaces. An optimal strategy for treatment and vibrating equipment to tweak flat surfaces and clean them from the technological impurities.*

*Keywords: slip resistance masloutrymuvalni grooves, vibrating equipment.*

### Вступ

Говорячи про якість швейних та текстильних машин, усі вчені, насамперед, підкреслюють, що

сучасне технологічне устаткування підприємств легкої промисловості являє собою складні по кінематиці механічні пристрої, оснащені електричними, гідравлічними, пневматичними й автоматичними системами керування. Різноманіття видів волокон як натуральних, так і синтетичних, які використовуються на текстильних машинах, потребують різної підготовки, різних температурних режимів обробки, а також різної швидкості і кінетики формування пражі і тканини. Це обумовило створення великої гама текстильного устаткування. Технічний стан машини характеризується сукупністю значень її основних параметрів, до яких відносяться: продуктивність, якість виробів, що випускаються на машині, споживана потужність, точність роботи, міцність, твердість і ін. Кожний з цих параметрів повинний знаходитися в межах, установлених для них, і внесених у технічну документацію величин. У період експлуатації устаткування його довговічність знижується внаслідок зношування, сталого руйнування, старіння, зміни розмірів і форм сполучень, погіршення міцнісних і пружних властивостей матеріалів, а також через відхилення і зміни у вузлах і механізмах, що супроводжуються розладнанням або поломкою машин. При цьому машини утрачають свою працездатність. Це залежить від: конструкції машини, умов її експлуатації, точності виготовлення деталей і вузлів, правильності їхньої зборки, якості контролю, кваліфікації кадрів. Низька надійність машин створює непевність у їхній працездатності і тим самим знижує попит на них, що призводить до скорочення їхнього випуску і зменшенню обсягу реалізації. При роботі вузлів тертя текстильних машин найбільш важким є режим граничного змащення, У цьому випадку здатність мастильних шарів нести навантаження залежить: від хімічної природи і складу мастильного матеріалу, від інтенсивності його взаємодії з поверхнями тертя, та їх мікрорельєфом.

Для поліпшення мастильної здатності олій в останні вводять різні присадки, що забезпечують ті або інші функціональні властивості мастильного матеріалу (антифрикційні, антизношувальні). У деяких випадках використовують так звані плаковані присадки (порошки різних матеріалів, найчастіше міді, її солі й оксиди). Такі присадки забезпечують виникнення на поверхнях тертя тонкої плівки металу товщиною порядку одного мікрметра, що приводить до режиму так названого беззношувального тертя.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Одним з високоефективних та технологічно не складних способів рішення завдання підвищення довговічності вузлів ковзання є покращення мастилоємкості поверхонь за допомогою формування системи мастильних канавок. У роботах Е. Фальца, Ф.Н. Авдолькіна, С. Радчика та інших пропонуються різні варіанти формування мастилоутримуючого профілю. Основою розробки ефективних рекомендацій з параметрів і характеристик профілю канавок є дослідження механіки руху мастила по поверхні. Окремі аспекти цього завдання розглядалися в дослідженнях Е.Л. Аеро, І.В. Вініченка, А.В. Радіоненка й ін.

Для поліпшення умов змащування одним з напрямків було створення певного мікрорельєфу на поверхнях ковзання, а саме на внутрішній поверхні підшипника. Позитивні результати цього аспекту були отримані в дослідженнях Кузменко А.Г., Дихи О.В., Бабака О.П.

Для підвищення довговічності деталей машин при терті і зношуванні на їх поверхню додатково наносять різні маслоутримувальні мікро- і макрорельєфи. Чим надійніше утримується мастильний матеріал між контактуючими деталями, тим менше вони зношуються. Профіль поверхні відіграє тут головну роль. Створені при обробці канавки на поверхні виконують функцію резервуарів для утримання і розподілу масла. За допомогою теоретичних досліджень, лабораторних і експлуатаційних випробувань визначається який тип, форма і глибина профілю є найприйнятнішими.

Питання, пов'язані зі створенням регулярних рельєфів, детально вивчені в роботах Ю.Г. Шнейдера [1], Л.Г. Одінцова [2] та інших авторів. Отримані при цьому канавки виконують функцію змащувальних кишень, що сприяють утриманню і розподілу масла в зоні тертя і, у такий спосіб, підвищенню зносостійкості сполучення в цілому. Маслоутримувальні канавки, як правило, змінюють геометрію поверхні матеріалів і, відповідно, несучу площу контакту при взаємодії з іншими поверхнями. Форма і розміри канавок визначаються технологією їх отримання. Для опису розподілу матеріалу в поверхневому шарі за наявності спеціальних рельєфів частіше за все застосовують стандартні параметри шорсткості і параметри опорних кривих профілю [3 – 6]. У багатьох випадках глибина нанесених маслоутримувальних канавок значно перевершує висоту початкової шорсткості. В результаті геометрія маслоутримувального профілю може бути визначальною в процесі формування реального контакту.

Серед параметрів регулярних профілів важливими, з погляду формування експлуатаційних характеристик поверхні, є: напрямки ліній профілю щодо напрямку відносного ковзання, відносна площа поверхні (відношення площі, зайнятої канавками, до загальної площі), глибина і форма змащувальних канавок. Узагальнюючи результати багатьох досліджень зносостійкості поверхонь з регулярним рельєфом [1, 7], можна намітити певні рекомендації щодо приведених вище параметрів. Кращі результати дають поперечні відносно напрямку переміщення канавки, оскільки в цьому випадку забезпечуються більш сприятливі умови для мащення, і в цілому поверхня має більшу несучу здатність в порівнянні з поздовжніми канавками. Що стосується відносної площі поверхні, то тут оптимальними вважаються випадки, коли площа змащувальних канавок складає 40–50 % від загальної площі поверхні. Для надійного утримання масла, забезпечення перетікання його з канавки в зону контакту поверхонь, видалення забруднень найкращі результати дають канавки круглої форми.

Оптимальними є профілі з гладкою несучою поверхнею, перетнутою маслоутримувальними канавками, сприяючи розподілу масла по поверхні і запобігаючи схоплюванню і заїданню [8]. Найбільше

розповсюдження отримали методи нанесення маслоутримувальних профілів за допомогою вібронакочування (рис. 1) [9]. При цьому наноситься система поперечних синусоїдальних канавок за рахунок обертання заготовки, поздовжньої подачі (в основному на токарних верстатах) і додаткових коливань інструменту. Такий складний рух інструмента дозволяє створити на поверхні деталі регулярний рельєф у вигляді сітки плавню заокруглених каналів. Для більшої довговічності каналів необхідно забезпечити їх відносну площу в межах від 35 % до 70 % і глибину каналів в межах від 5 мкм до 20 мкм для твердих сталей і від 30 мкм до 50 мкм для матеріалів середньої твердості. Ці заходи ведуть до збільшення маслоємності поверхні відповідно до збільшення довговічності вузлів тертя.

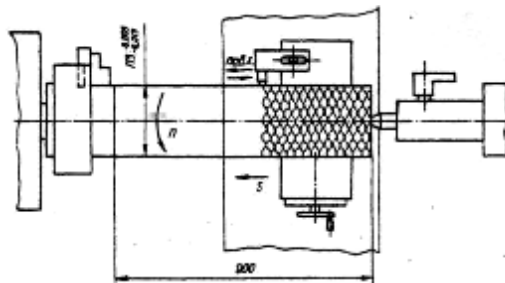


Рис. 1. Схема вібронакочування маслоутримувальних профілів по зовнішній циліндричній поверхні

Для оброблення внутрішніх поверхонь ППД використовують, як правило, або одноелементні інструменти з пружним притиском або жорсткі багатоелементні оправки [10]. В першому випадку маємо недостатню жорсткість пристрою для оброблення, у другому випадку спеціальний інструмент має обмежену можливість для регулювання розміру обробленої поверхні. Запропонована конструкція двоелементного інструменту частково усуває вказані недоліки. На рис. 2 представлена конструкція двоелементного накатника для оброблення внутрішніх поверхонь циліндричних деталей.

Накатний пристрій складається з циліндричного корпусу 1, в якому змонтований механізм навантаження. Робочими елементами накатника є головки 2, розташовані під кутом  $180^\circ$  одна до іншої. Таке розташування робочих головок дозволяє компенсувати несиметричну дію радіальних навантажень на заготовку і перешкоджає виникненню згинаючого моменту, що підвищує точність і жорсткість обробки.

При цьому також збільшується продуктивність оброблення. Як робоче тіло використовують сталеву кульку 11 (ШХ15) діаметром 3 мм, яка, у свою чергу, котиться по трьох опорних кульках, розміщених в корпусі головки. Головки вгвинчуються у важелі 2, які входять в отвір корпусу 1. Робоче навантаження створюється пружинами стиснення 6 з максимальним зусиллям 400 Н.

Навантаження на головки передається через важелі 2 на осях 3 з відношенням плечей 1: 1,5, що дає можливість створювати робоче зусилля до 600 Н.

Опорами для осей 3 є при зваренні до корпусу 1 косинці 4. Регулювання робочого навантаження здійснюється пробками 7 за допомогою тарувальної шкали на корпусі пристрою. Для зручності настроювання між важелями встановлюється дистанційна пружина 3. Регулювання розміру обробки (30...60 мм) здійснюється за допомогою регулювальних кілець 9. При використанні перехідних втулок верхню межу діапазону розмірів можна ще збільшити. Для встановлення накатного пристрою на верстаті слугує призматична державка 10.

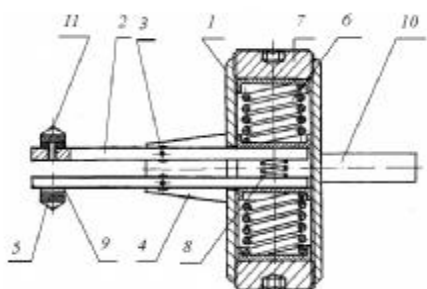


Рис. 2. Пристрій для накатування канавок на внутрішніх циліндричних поверхнях: 1 – корпус; 2 – важіль; 3 – вісь; 4 – опора; 5 – ковпачок; 6 – пружина; 7 – гайка; 8 – пружина; 9 – опора; 10 – оправка; 11 – кулька

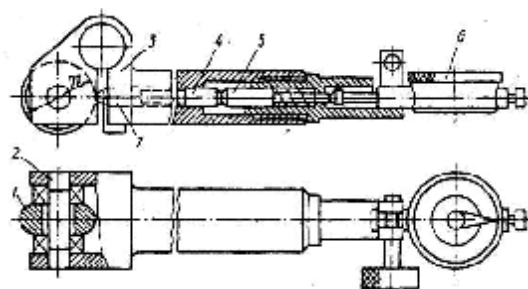


Рис. 3. Пристрій для накатування канавок на зовнішніх циліндричних поверхнях: 1 – ролик; 2 – вісь; 3 – корпус; 4 – штовхач; 5 – стрижень; 6 – індикатор годинникового типу; 7 – упор

Прикладом технологічної конструкції пристрою для обкатування зовнішніх циліндричних поверхонь може служити обкатний роликівий пристрій, зображений на рис. 3. Обкатний кільцевий ролик 1 встановлений на вісь 2 на голчастих роликах, що забезпечує центрування та довговічність роботи. Від переміщення в напрямі вісі ролик утримують два упорних шарикопідшипники. Ролик кріпиться в пружинистому тримачі 3. Це покращує процес обкатування, знижує шкідливий вплив вібрацій заготовки, неточностей верстата і непостійності жорсткості системи СПД по довжині оброблювання. Зусилля

обкатування встановлюється на основі показників індикатора 6. На його вимірювальний стержень через проміжні стержні 4 і 5 впливає передня пружна частина тримача, прогин якої пропорційний показникам індикатора. Упор 7 служить для обмеження надмірного прогину тримача і для запобігання його руйнування.

Для створення маслоутримувальних профілів на циліндричних і плоских поверхнях застосовується накатування кульковим і роликним інструментом і вигладжування ковзаючим індентором [1]. Обробка циліндричних заготовок отримала велике розповсюдження внаслідок достатньої простоти кінематики їх отримання на базі існуючого універсального металообробного устаткування. При цьому проблема створення маслоутримувальних профілів на плоских деталях, типу напрямних елементів машин, є не менше актуальною. Для оброблення плоских поверхонь необхідні робочі органи устаткування з прямолінійним рухом, які мають лише деякі типи верстатів (стругальні, довбальні, плоскошліфувальні). Кінематика вказаних типів верстатів дозволяє утворювати на робочій поверхні деталі прямих канавок однакової глибини. Такі канавки дозволяють утворювати мастильний шар рівної товщини по всій поверхні. Розглянемо технологію отримання мастильних канавок змінної глибини на плоских поверхнях.

Напрямні ковзання верстатів, як правило, мають відносно невелику ширину і часто виготовляються у вигляді накладних планок шириною 50...100 мм. При центральному навантаженні найбільшу несучу здатність масляний шар повинен мати в центрі напрямної. По мірі віддалення від центру масляний клин руйнується і масло витікає через бічні грані. Очевидно, оптимальним для забезпечення ефективного змащування поверхонь напрямних є профіль мастильних канавок із змінною глибиною: від максимальної в центрі до нуля на бічних гранях напрямної.

Для створення вказаного профілю пропонується використовувати обертальний головний рух інструменту і поступальний рух подачі заготовки. Така схема обробки може бути реалізована, наприклад, на базі універсального інструментально-фрезерного верстата (рис. 4).

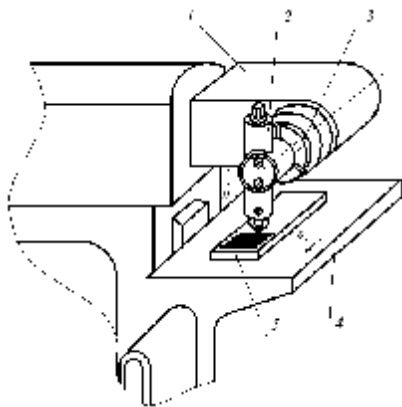


Рис. 4. Схема пристрою для утворення канавок із змінною глибиною: 1 – шпиндель; 2 – накатний інструмент; 3 – цанговий патрон; 4 – стій; 5 – деталь, яка оброблюється

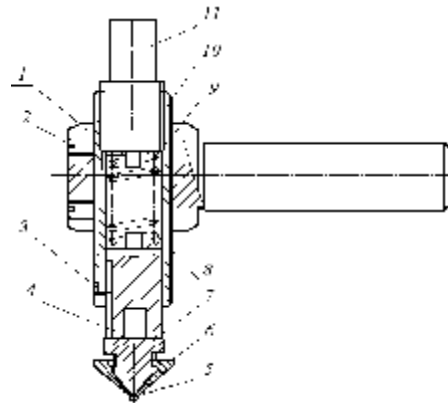


Рис. 5. Накатний інструмент: 1 – державка; 2 – гвинт; 3 – обмежувач ходу; 4 – плунжер; 5 – кулька; 6 – ковпачок; 7 – опора; 8 – пружина; 9 – шайба; 10 – корпус; 11 – натяжний гвинт

Заготовка 5 (напрямна планка) базується і закріплюється на столі верстата. Разом зі столом верстату 4 заготовка отримує поздовжній рух подачі  $S_c$ , що визначає крок оброблених мастильних канавок. Інструмент 2 закріплюється в цанговому пристрої 3 шпиндельного вузла та здійснює обертальний рух з частотою  $n$ . Конструкція інструменту представлена на рис. 5.

Державка 1 має циліндричний хвостовик для кріплення в цанзі шпинделя і отвір для встановлення інструменту. Корпус інструменту 10 може рухатись відносно державки для встановлення радіусу оброблення ( $R_{\max} = 120$  мм). Фіксація головки здійснюється гвинтами 2. В отворі корпусу 10 встановлена циліндрична пружина стиснення 8 для створення робочого зусилля оброблення.

Сила пружини при максимальній деформації складає 250 Н. Робочою головкою 7 є сферичний індентор з жорстко закріпленою кулькою 5 (ШХ15) діаметром 3 мм. Головка вгвинчується в рухомий плунжер 4 з обмежувачем ходу 3. При ковзаючому контакті із заготовкою головка стискає пружину, створюючи додаткове зусилля обробки.

Гідрокулькове зміцнення проводять на гідравлічному кулькоударному обладнанні ежекторного типу [11] рис. 6, рис. 7.

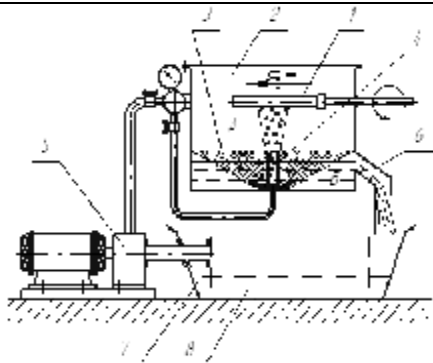


Рис. 6. Гідравлічне кулькоударне обладнання однофорсункове: 1 – деталь; 2 – камера; 3 – сітка; 4 – сопло; 5 – насос; 6 – злив; 7 – бак; 8 – фільтр

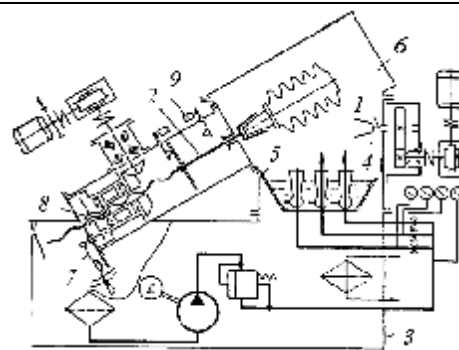


Рис. 7. Гідравлічне кулькоударне обладнання багатофорсункове: 1, 2 – шпindelь; 3 – станина; 4 – сопла; 5 – сітка; 6 – кришка; 7 – рукоятка; 8 – гайка

Гідравлічне кулькоударне обладнання за допомогою потужної насосної станції утворює постійний потік рідини з кульками. Застосовується залежно від режимів роботи для різних операцій механічної дії на поверхню яка оброблюється: очистка від окалини (рис. 6) після гартування, зміцнення різальної поверхні інструментів (рис. 7) завдяки отриманню поверхневого наклепу та заокруглення різальної крайки. З аналізу характеру розташування лунок на поверхні виробу з'ясовано, що при постійному потоці рідини та кульок вони мають хаотичне розташування та в більшості перекривають одна іншу, або лунки утворюються по краях іншої.

Недоліком таких конструкцій обладнання є постійна подача кульок, що призводить до співударів кульок та відповідно зниженню сили удару по поверхні, а також значні енерговитрати (потужність приводу від 3 до 5 кВт).

#### Мета роботи

При зношуванні в парі тертя більший знос отримує поверхня підшипника ковзання, але і в значній мірі зношується шийка валу, який є більш складний по конструкції та дорожчий у виготовленні. Пропонується з метою підвищення працездатності вузла тертя наносити не тільки на внутрішню поверхню підшипника маслоутримуючі канавки, а і на шийку вала лунки сферичної форми перед гартуванням та тонким шліфуванням. Для здійснення цієї операції необхідно створити обладнання для нанесення лунок на поверхню шийки вала.

#### Виклад основного матеріалу

У механізмах обладнання легкої промисловості застосовується багато пар тертя як підшипників ковзання, так і передавальних механізмів кулачково-роликкових пар. Наприклад механізм петельників швейної машини 51 кл. ОЗЛМ.

З аналізу існуючого обладнання для нанесення маслоутримувальних профілів з'ясовано, що відомі пристрої для нанесення канавок мають невисоку продуктивність, а обладнання ежекторного типу з кульками має значні енерговитрати та маючи постійний потік кульок призводить до отримання не упорядкованого характеру розташування лунок на поверхні.

Для отримання більш упорядкованого поля розташування кульок на поверхні деталі пропонується наступна схема роботи обладнання та необхідні рухи формоутворення: періодична подача кульок у потоковій рідині та обертання деталі з подачею вздовж осі (рис. 8).

При створенні імпульсного періодичного тиску  $P_{\text{період}}$  рідини 7 відбувається захват порції кульок 6, які попали у прийомний карман сопла 3 і викидання їх на поверхню яка оброблюється виробу 1. Кульки після удару по поверхні падають на прийомну сітку 6 та попадають у прийомний карман сопла 3 на розподільчу сітку 5. При зниженні тиску до нуля нова порція кульок западає у прийомний карман. Після цього цикл повторюється. Завдяки обертанню та осьовій подачі деталі на траєкторію удару кульок підводиться необроблена поверхня. Таким чином отримується більша упорядкованість розташування лунок на поверхні виробу. Для створення періодичного тиску рідини пропонується застосувати вібраційний привод з камерою стиску рідини (рис. 9) вібраційний привод складається з основи 1, на якій встановлено електродвигун 2, з'єднаний муфтою 3 з ексцентриковим вібратором 4. На стойках встановлено на пластині рухома мембрана 5 та камера стиснення рідини 6. Працює привод наступним чином: при русі мембрани 5 вниз рідина втягується у камеру 6, при русі мембрани 5 вверх рідина стискається та утворюється пульсуючий струмінь, який у подальшому діє на металеві кульки та викидає їх на поверхню, яка обробляється.

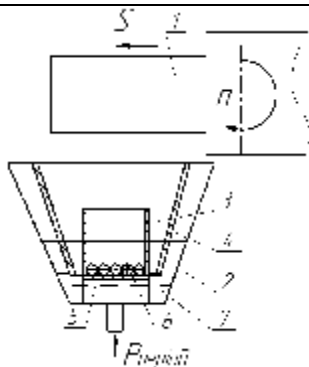


Рис. 8. Схема вібраційного гідравлічного кулькоударного обладнання: 1 – деталь; 2 – ванна; 3 – сопло; 4 – прийомна сітка; 5 – кульки; 6 – розподільча сітка; 7 – рідина

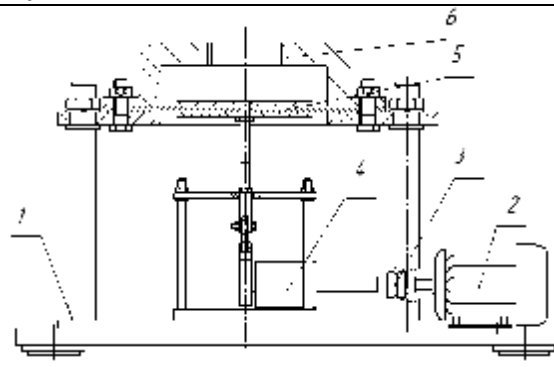


Рис. 9. Вібраційний привод гідравлічного кулькоударного обладнання: 1 – основа; 2 – електродвигун; 3 – муфта; 4 – ексцентриковий вібратор; 5 – рухома мембрана; 6 – камера стиснення рідини

### Завдання досліджень

Виходячи з поставленої мети роботи виникають наступні задачі досліджень:

1. Побудувати та дослідити аналітичну модель руху рідини у маслоутримувальній лунці.
2. Побудувати та дослідити аналітичну модель руху рідини та кульок в обладнанні.
3. Створити дослідно-експериментальне обладнання.
4. Визначити конструктивні параметри камери стиснення, діаметр сопла ежектора, розмір кульок.
5. Визначити параметри роботи віброприводу: амплітуду та частоту коливань при створенні максимального тиску за допомогою планування експерименту.
6. Визначити взаємозв'язок між частотою викидання кульок та обертами і подачею виробу, який обробляється.
7. Визначити експериментально силу удару кульки та глибину вдавлювання.
8. Провести порівняльні дослідження зношування зразків без та з маслоутримувальними лунками.
9. Провести експериментальні дослідження енерговитрат запропонованого обладнання.

### Висновки

Аналіз пристроїв та обладнання для утворення маслоутримувальних профілів дозволив сформуванню завдання досліджень та запропонувати новий тип обладнання – вібраційне гідравлічне кулькоударне.

### Література

1. Шнейдер Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом / Ю. Г. Шнейдер. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 248 с. : ил.
2. Одинцов Л. Г. Финишная обработка деталей алмазным выглаживанием и вибровыглаживанием / Л. Г. Одинцов. – М. : Машиностроение, 1981. – 160 с.
3. Демкин Н. Б. Контактное шероховатых поверхностей / Н. Б. Демкин. – М. : Наука, 1970. – 227 с.
4. Крагельский И. В. Основы расчетов на трение и износ / Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. – М. : Машиностроение, 1977. – 526 с.
5. Рыжов Э. В. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин / Э. В. Рыжов. – К. : Наук. думка, 1984. – 271 с.
6. Сулов А. Г. Технологическое обеспечение контактной жесткости соединений / А. Г. Сулов. – М. : Наука, 1977. – 104 с.
7. Крагельский И. В. Трение и износ / И. В. Крагельский. – М. : Машиностроение, 1968.
8. Трение, изнашивание и смазка : справочник : в 2 кн. Кн. 2 / [под ред. И. В. Крагельского]. – М. : Машиностроение, 1979. – 358 с. : ил.
9. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням : навч. посібник / [Афтаназів І.С., Гавриш А.П., Киричок П.О., Мельничук П.П., Третько В.В.]. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 516 с.
10. Рыжов Э. В. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин / Э. В. Рыжов. – К. : Наук. думка, 1984. – 271 с.
11. Петросов В.В. Гидродробеструйное упрочнение деталей машин и инструмента / В.В. Петросов. – М. : Машиностроение, 1977. – 166 с.

Надійшла 23.11.2012 р.

Рецензент: д.т.н. Параска Г.Б.