

Anatoliy Limont, Assos. Prof., PhD tech. sci., Sergiy Dobransky, Lect.

Zhytomyr Agrotechnical College, Zhytomyr, Ukraine

The elements of maintainability and technological reliability of flax harvesters

The investigation is aimed at enhancing the efficiency of using flax harvesters which was assessed by means of the production capacity of machine units as components of these harvesters.

The use of flax harvesters under real conditions of harvesting fiber flax is investigated. The author studies the duration of maintenance in shifts and in the basic time of the shift, as well as the distribution of the operating time with respect to the technological failure and the duration of removing failures of flax harvesters. The author also determines the qualitative and quantitative relations between the quoted indices and suggests the model equations of regression which describe the revealed quantitative changes in these indices. The author determines the laws of distribution of the operating time before failures and the terms for removing them/ The paper specifies the number of technological failures of the harvester per hour of the shift of its operation. The paper analyzes the correlation between the production capacity and the coefficient of using the shift working hours of the flax harvester unit and the number of technological failures of the harvester per hour of the shift time.

On the basis of the specified coefficient of the correlation and the correlation ratios with the use of the Student t-criterion the author determines the non-linearity of the correlation between the harvester unit production capacity per hour of the shift time and the terms for removing technological failures. Within the shift time and the part of this term in the structure of the shift time which are described with the equations of dipping hyperbolas. The changes in the investigated production capacity depend on the partial coefficient which takes into account the idle time of the harvesting unit due to the process of removing technological failures. The above changes also depend on the reliability coefficient of the technological process and can be described with the equations of the corresponding gradually ascending hyperbolas.

The author reveals the curve linear correlation links between the production capacity of the harvester unit per hour of the shift time and the term of the shiftily technical maintenance of the flax of the flax harvester, the part of this term in the structure of the shift time, partial coefficients of using the time for the shiftily technical maintenance with respect to the duration of the shift and the level of providing shiftily technical maintenance. The corresponding correlation and regression models are determined as well.

fiber flax, harvesting, combine, use, production capacity, maintainability, technological reliability, failure, operating time

Одержано 19.10.17

УДК 621.432

Б.А. Ляшенко, проф., д-р техн. наук

Інститут проблем міцності ім. Г. С. Писаренко НАН України, м. Київ, Україна

С.І. Маркович, доц., канд. техн. наук, С.С. Михайлюта, асп.

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна, E-mail: markob0@ukr.net

Розробка технологічного процесу вакуумного азотування поршнів двигунів в пульсуючому пучку ПЛАЗМИ

В статті визначено основні причини, що перешкоджають вирішенню задачі удосконалення автотракторних двигунів внутрішнього згорання на базі застосування зміцнювальних іонноазотованих шарів, зокрема недостатньо високої швидкості насичення поверхневих шарів металу азотом (через низький робочий тиск газу) та можливості переходу тліючого розряду у дуговий, що може призвести до оплавлення поверхні деталі, яку обробляють. Розроблено ефективну технологію вакуумного азотування в пульсуючому пучку плазми. При цьому застосовано спосіб ефективного очищення поверхні поршнів шляхом катодного розпилювання в середовищі аргон – водень що сприяє формуванню рівномірної

© Б.А. Ляшенко, С.І. Маркович, С.С. Михайлюта, 2017

обробки. Застосування періодичного чередування циклів насичення та розсіювання азотованого шару дозволило не тільки прискорити процес дифузійного насичення, а й контролювати його.

автотракторні двигуни, головки поршня, вакуумне азотування в пульсуючому пучку плазми

Б.А. Ляшенко, проф., д-р техн. наук

Институт проблем прочности им. Г. С. Писаренко НАН Украины, г. Киев, Украина

С.І. Маркович, доц., канд. техн. наук, С.С. Михайлюта, асп.

Центральноукраїнський національний технічний університет, г. Кропивницький, Украина

Разработка технологического процесса вакуумного азотирования поршней двигателей в пульсирующем пучке плазмы

В статье определены основные причины, которые препятствуют решению задачи усовершенствования автотракторных двигателей внутреннего сгорания на базе применения укрепляющих ионноазотированных слоев, в частности недостаточно высокой скорости насыщения поверхностных слоев металла азотом (через низкое рабочее давление газа) и возможности перехода тлеющего разряда в дуговой, что может привести к оплавлению поверхности детали, которую обрабатывают. Разработана эффективная технология вакуумного азотирования в пульсирующем пучке плазмы. При этом применен способ эффективной очистки поверхности поршней путем катодного распыления в среде аргон – водород, что способствует формированию равномерной обработки. Применение периодического чередования циклов насыщения и рассеивания азотированного слоя позволило не только ускорить процесс диффузионного насыщения, но и контролировать его.

автотракторные двигатели, головки поршня, вакуумное азотирование в пульсирующем пучке плазмы

Постановка проблеми. Зростання експлуатаційних параметрів сучасних автотракторних двигунів викликає необхідність застосування в якості матеріалів для виготовлення поршнів алюмінієвих сплавів, основним недоліком яких є низька теплостійкість, що обмежує їх рівень форсування

Перспективним способом для підвищення характеристик поршня є метод іонного плазмового азотування (ІА). Його сутність полягає у тому, що у розрідженому газовому середовищі, яке містить азот, між катодом (деталлю) та анодом (стінками вакуумної камери) збуджується тліючий розряд. При цьому, позитивні іони газу з високою енергією бомбардуючи поверхню катоду, нагрівають її до температури насичення та дифундують в цю поверхню, формуючи твердий розчин азоту в металі, а при досягненні межі розчинності – нітридні фази.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз останніх досліджень і публікацій щодо застосування методу ІА свідчить про те, що постійно відбувається пошук шляхів його удосконалення.

Автори робіт [1, 2, 3, 4] пропонують вести процес дифузійного насичення азотом у плазмі пульсуючого струму, що забезпечує недопущення переходу тліючого розряду у дуговий (через малу тривалість імпульсів великої напруги) з одночасним збільшенням швидкості процесу.

У роботі [5] показано застосування комбінованого пульсуючого режиму насичення азотом та вуглецем при циклічному нагріванні та охолодженні садки, що призводить до ефекту прискорення дифузійних процесів. Розроблено математичну модель та методику для теоретичного опису кінетики процесу дифузійного насичення металів в режимі хіміко-ермоциклічної обробки за оцінкою енергетичних характеристик (енергії активації та активаційного об'єму) процесу. Показано [6], що застосування термічних циклів при азотуванні, наприклад, титану обумовлює підвищення його міцності при задовільній пластичності.

Автори [7] вказують на переваги газотермоциклічного методу регулювання процесу азотування. Технологія обробки при цьому полягає у періодичному чередуванні циклів насичення при проточному азотуванні та розсіювання азотованого

шару при максимально можливому зниженні насичуючої здатності атмосфери. Додаткова інтенсифікація процесу відбувається за рахунок його двостадійності – насичення та розсіювання газу проходить при різних температурах.

Таким чином, основною причиною, яка перешкоджає вирішенню задач докорінного удосконалення автотракторних двигунів внутрішнього згорання на базі застосування зміцнювальних іонноазотованих шарів є те, що, не зважаючи на накопичений досвід, загальну позитивну оцінку та доцільність застосування у виробництві та ремонтній практиці, технологія вакуумного азотування в пульсуючому пучку плазми має ряд невирішених проблем, недостатня вивченість яких ускладнює розробку науково-обґрунтованих принципів її реалізації [8, 9,10].

Постановка завдання. Однак, необхідно зазначити, що існуючі на даний час підходи щодо застосування методу іонноплазмового азотування використовують лише окремі потенційні можливості його інтенсифікації та підвищення ефективності. На сьогоднішній день залишаються невирішеними питання щодо "вузьких місць" методу, зокрема недостатньо високої швидкості насичення поверхневих шарів металу азотом (через низький робочий тиск газу) та можливості переходу тліючого розряду у дуговий, що може призвести до оплавлення поверхні деталі, яку обробляють. Тому розробка ефективної технології іонноплазмового азотування алюмінієвих сплавів з усуненням зазначених недоліків є актуальною задачею.

Виклад основного матеріалу. ІА поршнів із алюмінієвого сплаву проводили в установці ВПА-1, що розроблена на базі Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України (рис.1).

Установка ВПА-1 включає: вакуумну камеру; систему відкачування атмосфери та газів (вакуумування); система забезпечення газом; система вимірювання та регулювання температури; система електроживлення; система автоматичного управління технологічним процесом.

В процесі ІА змінний струм через понижуючий трансформатор поступає на вхід електронного блоку управління, далі – на два комутуючі тиристори. Блок управління за допомогою змінного опору дозволяє змінювати тривалість імпульсів подачі напруги на тиристори. Комутуючі тиристори регулюють амплітуду струму та тривалість його проходження по первинній обмотці підвищуючого трансформатора. Із вторинної обмотки трансформатора підвищена до 1000...1200 В напруга подається на випрямляючий діодний місток, на виході з якого отримується однополярна пульсуюча напруга, яка, у свою чергу, подається на катод-деталь та анод-стілки вакуумної установки.

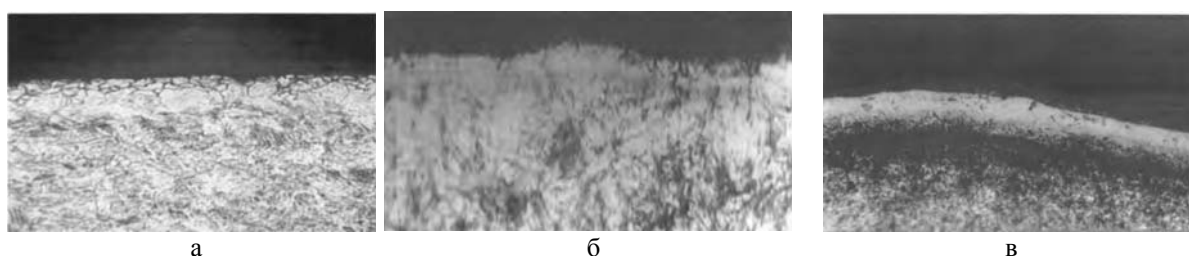


Рисунок 1 – Установка ВПА-1

Технологічний процес ІА включає в себе підготовчі операції, безпосередньо проведення ІА та завершальні операції.

Підготовчі операції включають: очищення камери та обладнання за допомогою авіаційного гасу; очищення деталей від іржі, окалин тощо; обезжирювання поверхні деталей за допомогою авіаційного гасу або уайтспіриту; монтаж деталей у вакуумну камеру за допомогою спеціального обладнання.

Для видалення оксидної плівки з поверхні поршнів застосовували катодне розпилювання. Спроби провести ІА без попереднього очищення поверхні призводили до того, що вона мала не чорний колір, типовий для азотованого алюмінію, а швидше сірий з тьмяними плямами діаметром декілька міліметрів. Мікроаналіз цих покриттів показав, що вони збагачені магнієм, містять значну кількість фосфору і калію, а також деяку кількість натрію і сірки. Був зроблений висновок, що покриття може утворитися в результаті взаємодії із мастильно-охолоджуючою рідиною, що використовується при механічній обробці деталей (рис. 2а).



а - поверхня в зоні тьмяної плями; б - поверхня зразка після попередньої очистки;
в - поверхня зразка після ІА

Рисунок 2 – Металографічні дослідження поверхні зразків

Будь-який оксидний шар на поверхні алюмінієвого сплаву діє як дифузійний бар'єр, перешкоджаючи проникненню азоту, і заважає утворенню азотованого шару. Таким чином, попередня обробка необхідна для видалення забруднень, внесених змащувальною охолоджуючою рідиною. Була проведена серія експериментів з метою визначення її оптимального режиму. Варіювали час обробки, зміст реакційного газу і тривалість імпульсу, починаючи з тривалості катодного розпилювання 20 хв., тиск 40 Па, використання змішаного аргон-водня в співвідношенні 4 : 1, температури 420 °С, напруги 500 В з періодами подачі і відключення імпульсу 40 і 100 мкс відповідно. Ефект впливу обробки перевіряли, вивчаючи структуру методом растрової електронної мікроскопії. Аналіз мікрофотографій поверхні поршнів після катодного розпилювання протягом 20 хв. в суміші, що містить по 50 % складових реакційного газу, показав, що рихле покриття не видаляється за рахунок лише підвищення концентрації складової. Збільшення тривалості обробки до 1 год. також не привело до повного видалення рихлих покриттів, проте можна було спостерігати першу появу в них несучільностей, деякі з яких мали діаметр до 10 мкм. Замість збільшення тривалості обробки було вирішено збільшити час дії імпульсу напруги до 100 мкс. Поршень з рихлим покриттям був оброблений додатково протягом 1 год при тривалості дії імпульсу 100 мкс. В результаті рихле покриття повністю зникло (рис. 2б).

Технологічний процес можна представити у вигляді логічного ланцюга, що включає в себе основні етапи:

Попередньо підготовлені деталі завантажували у вакуумну камеру та починали процес вакуумування камери до досягнення у камері тиску 1...3 Па .

Далі подавали у камеру газову суміш з балонів через редуктори та клапан голкового типу "ГАЗ-БІЛЬШЕ- ВКЛ" до тиску 10...20 Па.

На комп'ютері системи автоматичного управління технологічним процесом задавали максимальну робочу напругу, що подається на електроди установки, швидкість зростання робочої напруги та встановлювали температурний режим процесу шляхом встановлення верхнього та нижнього порогів температури.

У разі з'явлення мікродуг система подає сигнал на тиристорний регулятор напруги. При цьому напруга на деталі понижується на величину, визначену цим регулятором.

По досягненні заданої температури процесу азотування відбувається автоматичне зниження вихідної напруги та деталь охолоджується до величини нижнього порогу температури. Потім вихідна напруга автоматично підвищується до досягнення верхнього порогу температури деталі. Таким чином відбувається автоматичне регулювання процесу азотування: величини спрацювання регулятора напруги (верхнього та нижнього порогів температури) можуть задаватися у межах 1...540°C, що дозволяє подавати на деталь пульсуючу напругу та отримувати пульсуючі термоцикли, що значно підвищує швидкість дифузійного насичення деталі азотом.

Величину робочого тиску у камері в процесі азотування підтримували у межах 20...200 Па в залежності від площі, маси та конфігурації деталі, що обробляється. Час азотування залежить від матеріалу деталі, маси садки, необхідної товщини дифузійного шару та становить від 0,5 до 24 годин.

Після ІА виключали робочу напругу, припиняли подавання газу у вакуумну камеру, відкачували з неї за допомогою системи вакуумування газ до тиску 1...5 Па та витримували (охолоджували) деталі протягом 3...15 годин в залежності від величини садки для виключення поведень та жолоблення. Після охолодження виймають деталі з вакуумної камери.

В результаті обробки алюмінієвого сплаву АЛ-21 сформувалися зміцнені шари товщиною близько до 20 мкм.

Протягом всього технологічного процесу іонного азотування дуже важливо ретельно контролювати та витримувати визначені оптимальні значення технологічних параметрів.

Після початку ІА протягом 3 год. струм розряду починав зростати, при цьому інші параметри ще не змінювалися. Після декількох хвилин інтенсивне іонне бомбардування приводило до різкого підвищення температури поршнів. Швидкість підвищення температури 1,8 К/хв. була дуже високою для того, щоб її можна було компенсувати за допомогою додаткового пристрою нагріву, що поволі реагував на зміну режиму. Щоб уникнути перегріву алюмінієвих деталей тиск газу понизили від 150 до 140 Па. Зниження тиску, проте, виявилось недостатнім для того, щоб запобігти постійному підвищенню сили струму і температури. Таким чином, стала очевидною необхідність зниження і напруги розряду. Незабаром виявилось, що після його зниження всього на 4 В знизилася температура, а також струм розряду. Для того, щоб поршні не охолодилися до низьких температур, через декілька хвилин потрібно було підняти тиск і напругу до первинних значень.

Вивчення зовнішнього вигляду деталей, підданих азотації, дозволило встановити, що різке підвищення тиску розряду і температури співпало із зміною кольору поршнів. Очевидно, що зростання струму розряду було пов'язане з утворенням однорідного шару нітриду алюмінію на всій поверхні як мінімум одного поршня, що, у свою чергу, привело до активнішої вторинної емісії електронів з поверхні і таким чином до інтенсифікації розряду. Звідси витікає, що для уникнення ситуації, при якій

температура усередині камери не піддаватиметься регулюванню, необхідно надавати пильну увагу контролю за протіканням процесу, реагуючого на будь-які чинники, що легко змінюються.

До того ж, додавання аргону до азотної плазми сприяє прискоренню зростання шару нітридів. Фактично, при додаванні до реакційного газу 15% аргону після обробки протягом 6 год формувалися шари нітридів товщиною близько 20 мкм.

Дослідження металографії показали, що по всій поверхні поршнів товщина шарів хімічних з'єднань не була однаковою. Незалежно від тривалості і температури обробки спостерігається наявність помітного градієнта: товщина шару зростає у напрямку до нижньої частини поршнів. Крім того, відмічено, що на краях верхньої і нижньої частин поршнів товщина шару виявилася мінімальною. Це, ймовірно, пов'язано з інтенсивнішим бомбардуванням країв поршнів. Зроблене припущення, що збільшення товщини шару у напрямку до катода викликане неоднорідним розподілом температури в тліючому розряді (рис. 2в).

Можна припустити, що у нижній частині поршнів, тобто поблизу катода, густина плазми значно вище, ніж у верхній, що приводить до сильнішого розігрівання нижньої частини поршнів. В цілях забезпечення одноріднішого розподілу плазми в розряді всю партію поршнів додатково покривали алюмінієвою плитою, що служить допоміжним катодом. Між плитою і верхньою частиною поршнів встановлювали алюмінієві прокладки завтовшки 5 мм. В результаті відмінність в товщині шару нітридів, що сформувалися на поверхні верхньої і нижньої частин поршнів, складало лише 10%. При цьому більш товсті шари фіксувалися в їх верхній частині.

Завдяки різкому зростанню густини плазми після 5 годин азотизації при 480 °С товщина азотованих шарів перевищувала 20 мкм (рис. 3). Проте, при подальшому збільшенні щільності плазми відбувалося розтріскування шару і його відшаровування, особливо в зоні верхнього і нижнього країв; також спостерігалася поява округлих горбиків значних (діаметром до 100 мкм) розмірів. Якщо відшаровування хоча б частково можна було зменшити, понизивши швидкість охолодження садіння після азотизації, то утворення горбиків ніякими способами запобігти не вдалося. Таким чином, можна вважати, що товщина шару до 20 мкм була граничною для формування однорідних міцно зчеплених з основою шарів на всіх деталях партії.



1 - без обробки; 2 - після вакуумного азотування в пульсуючому пучку плазми

Рисунок 3 – Загальний вид поршнів автотракторних двигунів внутрішнього згорання

Таким чином, узагальнюючи можна зазначити, що процес іонного азотування складається з трьох стадій: катодного очищення деталі, дифузійного насичення поверхні та охолодження. Він включає наступні послідовні операції: 1) Відкачування повітря до розрідження 5 Па; 2) Продувка вакуумної камери робочою сумішшю протягом 5-15 хв. при тиску 1500 Па; 3) Повторне відкачування суміші до розрідження 1,33 Па; 4) Подача на електроди напруги (деталь - катод, стінки камери - анод) та збудження тліючого розряду та іонне очищення деталі катодним розпиленням при напрузі 500-1100 В; 5) Зниження напруги до робочої. Встановлення необхідного робочого тиску суміші (10-20 Па); 6) Проведення дифузійного насичення поверхні деталі у тліючому розряді в імпульсному режимі.

Ефект від періодичного чередування циклів насичення при проточному азотуванні та розсіювання азотованого шару при максимально можливому зниженні насичуючої здатності атмосфери в умовах циклічної зміни температури досягається за рахунок впливу на фактор, який у значній мірі визначає швидкість насичення – коефіцієнт дифузії. Цей коефіцієнт, як відомо, залежить від температури та градієнту концентрації. Отже, за рахунок термоциклів можливо не тільки прискорювати процес дифузійного насичення, а й контролювати його.

Відповідно до викладеного вище, на першому півциклі процесу (стадія дифузійного насичення) відбувається азотування при проточному подаванні робочої суміші газів у вакуумну камеру установки. При цьому поверхня деталі насичується азотом з утворенням нітридної зони. Згідно з законом дифузії Фіка найбільш активно процес протікає перші 15-30 хвилин. Для максимального використання тільки найбільш активних періодів дифузійного процесу, саме цей час і було обрано у якості тривалості півциклів насичення та розсіювання азотованого шару. Такий підхід призводить до значного підвищення швидкості формування дифузійного шару.

Далі, на другому етапі (стадія розсіювання) подачу робочої суміші газів припиняють. При цьому відбувається її дисоціація, а азотний потенціал падає практично до нуля. Оскільки нітридна зона складається з метастабільних фаз, у яких азот є активним та здатним до дифузії, створюється високий градієнт концентрації на межі нітридної зони та зони внутрішнього азотування. Починається процес вирівнювання концентрацій, при якому дифузія азоту відбувається переважно в глибину деталі, яка підлягає обробці. Процес формування азотованого шару значно прискорюється.

На етапі катодного очищення контролюється температура розігріву деталі T_d та час очищення. Якщо протягом 5-20 хв. деталь не нагрівається до температури $T_d = 200^\circ\text{C}$, то на 30...40 В збільшують напругу, яка подається на установку, знову вимірюють температуру та приймають рішення щодо необхідності подальшого збільшення напруги – і так рухаються за циклом. Якщо ж T_d перебільшує 350°C – на 5... 10 Па зменшують тиск у вакуумній камері, вимірюють температуру та приймають рішення щодо необхідності подальшого зменшення тиску.

На етапі дифузійного насичення контролюється температура розігріву деталі T_d та час насичення. Якщо T_d перебільшує 540°C – на 30...40В зменшують напругу, яка подається на катод, знову вимірюють температуру та приймають рішення щодо необхідності подальшого зменшення напруги – і так рухаються за циклом. Якщо ж температура деталі T_d стає меншою за 420°C , то на 30...40В збільшують напругу, яка подається на катод, знову вимірюють температуру та приймають рішення щодо необхідності подальшого збільшення напруги – і так рухаються за циклом. У разі, коли напругу підвищено до 1100 В, а температура T_d залишається меншою за 420°C – на

5...10 Па підвищують тиск у вакуумній камері, вимірюють температуру та приймають рішення щодо необхідності подальшого підвищення тиску. На етапі охолодження у вакуумній камері контролюють температуру деталі, наприкінці етапу Т має бути близько кімнатної.

Висновки. Застосування катодного розпилювання в середовищі аргон – водень в співвідношенні 4:1 при тискові 40 Па, температурі 420 °С, напрузі 500 В протягом 1 год при тривалості дії імпульсу 100 мкс ефективно очищує поверхню та сприяє формуванню рівномірної обробки.

Періодичне чередування циклів насичення та розсіювання азотованого шару при максимально можливому зниженні насичуючої здатності атмосфери в умовах циклічної зміни температури підвищує коефіцієнт дифузії. Застосування термоциклів прискорює процес дифузійного насичення, та дає змогу контролювати його.

Розроблено ефективну технологію ІА алюмінієвих сплавів товщиною шару до 20 мкм з забезпеченням формування однорідних міцно зчеплених з основою шарів на всіх деталях партії.

Список літератури

1. Aluminium alloy composite material with intermetallic compound finely dispersed in matrix among reinforcing elements. Пат. 5449421 США, МКИ С22С21/00. Опубл. 12.09.95.
2. Leichtmetallkolben. Заявка 4019983 ФРГ, МКИ Р02Р3/04. Опубл. 02.01.92.
3. Yamaguchi Hiroshi. Технология твердого анодирования и испытания покрытия // Intern. Combust. Engine - 1990 – 29, №12-р. 57-62.
4. Murakami Shoji. Plasma jet sprayed alumina coating on automobile piston // SAE Techn. Pap. Ser.- 1987, №870158, p. 179-184.
5. Bransden A.S. Et al laser hachdening of ring grooves in medium speed diesel engine piston// Surface Eng. - 1986, 2, №2, p. 107-113.
6. Поршень двигателя внутреннего сгорания. Пат. 2167326 Россия, МПК Р02Р3/00. Опубл. 20.05.2001.
7. Батыров Н.И., Радченко М.В., Хворов М.О. и др. Промышленное электронно-лучевое упрочнение поршней из сплава АК 21М 2, 5Н2.5 // 4 Всес. конф. по сварке цв. мет., Мариуполь, 4-7 сент. 1990: Тез.докл. - Киев, 1990. - С. 58-59.
8. Чаттерджи-Фишер Р., Зйзел Ф.В., Хоффман Р. и др. Азотирование и карбонитрирование.: Пер. С нем. / Под ред. А.В. Супова. – М.: Металлургия, 1990. – 279 с.
9. Jom Larsen-Basse. Surface engineering and the new millennium // Surface Engineering. – 1998. – V. 14, №2. – P. 81 -83.
10. Stupnicki Jacek. Trends of experimental mechanics // Mech. teor. and stosow. – 1996. – 34, № 2. – P. 207-233.

Borys Ljashenko, Prof., DSc

National Academy of sciences of Ukraine G.S. Pisarenko institute for problems of strength

Sergiy Markovich, Assos. Prof., PhD tech. sci, Sergiy Myhajlyta, post-graduate

Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy, Ukraine

Development of the Technological Process of Vacuum Nitriding of Engine Pistons in the Pulsating Plasma Beam

Principal reasons which hinder the decision of task of improvement of auto of tractor engines internal combustion on the base of application of strengthening ionic nitriding layers are certain in the article, in particular it is not enough to high-rate of satiation of superficial layers of metal nitrogen (through low working pressure of gas) and possibilities of transition of glow-discharge in arc, that can result in melting of surface of detail which is processed. Effective technology of a vacuum nitriding is developed in the pulsating bunch of plasma. The method of the effective cleaning of surface of pistons is thus applied by cathode dispersion in an environment an argon is hydrogen, that is instrumental in forming of even treatment. Correlation is an argon – hydrogen at cathode dispersion is 4:1 at to pressure 40 Pa, to the temperature 420 °С, to tension 500 V during 1 hour at duration of action of impulse 100 mkm effectively clears a surface and instrumental in forming of even treatment.

Application of periodic alternation of cycles of satiation and dispersion of the nitrated layer allowed not only to accelerate the process of diffusive satiation but also control it. Periodic alternation of cycles of satiation and dispersion of the nitrated layer at the maximally possible decline of saturant ability of atmosphere in the conditions of cyclic change of temperature promotes the coefficient of diffusion.

Effective technology of the ionic nitriding of aluminium alloys is developed in thick layers to 20 mkm with providing of forming of homogeneous, firmly coupled with basis layers on all of details of party.

auto-tractor engines, piston heads, vacuum nitriding in a pulsating plasma beam

Одержано 14.11.17

УДК 631.362:532

В.П. Ольшанський, проф., д-р ф.-м. наук, С.О. Харченко, доц., канд. техн. наук

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків, Україна, E-mail: kharchenko_mtf@ukr.net

До розрахунку зернопотоку суміші змінної пористості по плоскому віброрешету

На підставі континуальної моделі вібророзрідженого сипкого середовища виведено й апробовано розрахунками замкнені формули для наближеного обчислення швидкості зернопотоку і продуктивності плоского віброрешета, нахиленого до горизонту, при русі по ньому шару дрібнозернистої суміші змінної пористості або питомої маси. В основу теоретичної моделі покладено двопараметричну реологічну залежність, де, крім лінійного в'язкого опору деформації зсуву, врахована наявність у вібророзрідженій суміші залишкового сухого тертя, яке прийнято пропорційним надлишковому внутрішньому тиску. Розподіл концентрації зернівок по товщині рухомого шару сепарованого матеріалу апроксимовано квадратним трьохчленом, коефіцієнти якого залежать від амплітуди і частоти коливань віброрешета та стану його робочої поверхні (наявності ребер, рифлів, тощо). У ході проведених розрахунків досліджено вплив різних чинників на основні кінематичні характеристики зернопотоку. На відміну від відомих досліджень з даної тематики, запропонований тут спосіб розрахунку не потребує числового комп'ютерного інтегрування нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку.

плоске нахилене віброрешето, усталений зернопотік, змінна пористість, лінійно-в'язкий опір, залишкове сухе тертя, квадратний трьохчлен, швидкість руху, продуктивність решета

В.П. Ольшанский, проф., д-р ф.-м. наук, С.А. Харченко, доц., канд. техн. наук

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, г.Харьков, Украина

К расчету зернопотока смеси переменной пористости по плоскому виброрешету

На основе континуальной модели виброоживленной сыпучей среды выведено и апробировано расчетами замкнутые формулы для приближенного вычисления скорости зернопотока и производительности плоского виброрешета, наклоненного к горизонту, при движении по нему слоя мелкозернистой смеси переменной пористости или плотности. В теоретическую модель заложено двухпараметрическую реологическую зависимость, где, кроме линейного вязкого сопротивления сдвигу, учтено наличие в виброоживленной смеси остаточного сухого трения, которое принято пропорциональным избыточному внутреннему давлению. Распределение концентрации зерен по толщине движущегося слоя сепарированного материала аппроксимировано квадратным трехчленом, коэффициенты которого зависят от амплитуды и частоты колебаний виброрешета и состояния его рабочей поверхности (наличия ребер, рифлей и пр.). В ходе проведенных расчетов исследовано влияние различных факторов на основные кинематические характеристики зернопотока. В отличие от известных исследований по данной тематике, предложенный здесь способ расчета не требует численного компьютерного интегрирования нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка.

© В.П. Ольшанський, С.О. Харченко, 2017