

DOI 10.31891/2307-5732-2019-275-4-7-14
УДК 631.3.033

А.Р. СТАРИЙ, А.І. ГОРДЕЄВ
Хмельницький національний університет

ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ ТА МИЙКИ ЗАБРУДНЕНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПІД ЧАС РЕМОНТУ ПОТОКОМ РІДИНИ З ТВЕРДИМИ ЧАСТКАМИ ТА ВІБРАЦІЙНА МАШИНА ДЛЯ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Проаналізовано джерела походження забруднень деталей та вузлів згідно з технологіями та існуючі способи чистки і мийки, обладнання, яке реалізує ці способи. Усі вони мають свої переваги та недоліки. Вибір конкретного способу очистки та мийки обумовлюється залежно від виду та властивостей забруднень, від вимог, що ставляться до чистоти виробів, умов та типу виробництва, а також з урахуванням економічних чинників використання обладнання. Розглянуто теоретичні основи інтенсифікації процесу очистки та мийки. Запропоновано нову модульну конструкцію вібраційної машини для очистки та мийки. Сформовані завдання подальших досліджень.

Ключові слова: очистка, мийка забруднень, вібраційна машина.

A.R. STARIY, A.I. HORDEEV
Khmelnytsky National University

TECHNOLOGY OF CLEANING AND MIXING OF POLLUTION OF MACHINE PARTS AT THE REPAIR OF THE FLOW OF LIQUID WITH SOLID PARTICLES AND A VIBRATING MACHINE FOR ITS REALIZATION

The sources of source pollution of parts and components according to the technologies and existing methods of cleaning and washing, equipment that implements these methods are analysed. All of them have their advantages and disadvantages. The choice of a specific method of cleaning and sinking is determined depending on the type and properties of the contaminants, from the requirements relating to the purity of the products, the conditions and type of production, and also taking into account the economic factors of the use of the equipment. From the analysis of the methods and equipment used in the repair of light industry machines, it was concluded that the most common method of cleaning and washing on repair stations is the method of immersion into the bath with solvent, wetting and subsequent brushing. Therefore, it is necessary to improve the quality of the process of cleaning and washing and replacement of manual labour, the creation of inexpensive equipment or machines of a universal type on a modular element base. The process of cleaning and washing the surface of the product by the flow of liquid can be divided into the following, interconnected elementary processes: the separation of particles from the contaminated surface, freezing of contaminants in the flow of fluid, the transport of contaminants to the filter device. The theoretical bases of intensification of the process of cleaning and washing are considered. A new modular design of a vibrating machine for cleaning and washing is proposed. Formed tasks of further research.

Keywords: cleaning, washing of pollutants, vibration machine.

Вступ

В процесі виготовлення, експлуатації машин і устаткування на поверхні різних деталей і складальних вузлів утворюються технологічні та виробничі забруднення. Якісне очищення об'єктів досягається комплексним фізико-хімічним і механічним впливом на забруднення, перше забезпечується використанням хімічних речовин, що впливають на забруднення, друге – використанням механічної енергії впливу на забруднення (скребки, щітки, струмені рідини, струмені абразиву).

Застосування хімічних речовин пов'язане зі значними витратами на складання миючих розчинів, в той же час вони чинять активний вплив на навколишнє середовище, забруднюючи її, а для операторів підвищується ризик виникнення захворюваності. Тому підвищення ефективності мийки та очищення бажано досягати за рахунок збільшення механічної дії на забруднення. Для забезпечення належної чистоти і якості поверхні деталей машин розроблено ряд процесів з використанням механічної дії. Частка спеціального обладнання, яке виготовляється для миття для очищення деталей, досить висока. Таке становище склалося через низький рівень уніфікації функціональних і конструктивних елементів машин, сумісних транспортних пристроїв. Задовольнити потреби промисловості в цьому плані можливо за рахунок впровадження очисних та мийних машин, побудованих на агрегатній і модульній елементній базі, які не поступаються подібним, спеціальним і забезпечують високу уніфікацію і гнучкість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питаннями теорії та практики очистки і мийки деталей під час виготовлення та ремонту займалися багато вчених дослідників, а саме: Л.М. Гуревич, Ю.С. Козлов, А.А. Куликов, М.Б. Латишенко, А.П. Садовський, М.Ф. Тельнов, Р.І. Сілін, Н.А. Сівченко, А.А. Анділахай, але поява нових технологічних процесів виготовлення деталей, нових вимог до якості ремонту різноманітних об'єктів техніки призводить до пошуку нових технологій і методів і створення нових конструкцій установок для та мийки деталей об'єктів як у серійному, так і у дрібносерійному та одиничному типах виробництва в ході виготовлення деталей та ремонту техніки.

Якісне очищення об'єктів досягається за рахунок комплексної взаємодії фізико-хімічного та

механічного впливу миючого струменя на забруднення. Фізико-хімічний фактор забезпечується застосуванням нагрітих миючих розчинів, що пов'язано зі значними матеріальними витратами на придбання і нагрів цих розчинів при несприятливому впливі їх на навколишнє природне середовище. Тому розробка технології для поліпшення якості ремонту і технічного обслуговування об'єктів з їх поверхні необхідно видаляти не тільки слабо і середньо зв'язані забруднення (дорожній бруд, олійно-грязьові відкладення і т.д.), але і міцно зв'язані (продукти корозійного руйнування, старе лакофарбове покриття та т.п.), які займають близько 10% загальної площі поверхні об'єктів і мають найбільшу трудомісткість видалення.

Підвищення ефективності очисних та миючих установок досягається за рахунок підвищення механічної дії струменя на забруднення. Найбільш перспективними і поширеними з існуючих на сьогоднішній день технологій очищення та миття об'єктів є технології з використанням водяних струменів високого тиску [1–3]. Останнім часом зростання ефективності очищення машин при використанні технологій струминного очищення досягається за рахунок збільшення кінетичної енергії струменя шляхом підвищення тиску подачі миючої рідини або додаванням до неї абразивного матеріалу. Як збільшення механічного фактору, використовується застосування абразиву як окремо (сухі струмені), так і спільно з миючим розчином (водо-піскоструминна обробка) або підвищення тиску мийного струменя [4].

Дані способи забезпечують значну якість миття та очистки і високу продуктивність, але їх робота пов'язана зі значними енергетичними затратами через велику потужність приводу, яка необхідна для подачі води і абразиву. З цією метою необхідно розробляти технології, які здійснюють зрив забрудненого матеріалу під дією додаткових навантажень, створюваних в потоці миючої рідини, за менших зусиль. Для цих цілей перспективним є застосування вібраційних приводів в обладнанні та явище кавітації, яке має значну руйнівну енергію, а газові пухирці, які не сплеснулись, збільшують силу тертя газорідного потоку на поверхні забруднення [5].

Відомі способи та конструкції машин та пристроїв з вібраційним приводом для чистки та мийки деталей та вузлів для різних забруднень, які виникають при виробництві або ремонті обладнання та техніки [6–9]. Пристрій [7] для мийки деталей містить ванну для миючої рідини, діафрагму, трубку сопло, сітку для розміщення деталей, електромагнітний вібраційний привод. Вадою даного пристрою є невелика амплітуда коливань мембрани при значній частоті (50 Гц), що створює невелику швидкість струменю з насадка, а також неможливість промивати виріб з різних боків. Пристрій [8] для мийки мілких деталей містить ванну для миючого розчину, дно якої має можливість коливатися, касету з деталями, яка встановлюється у ванну. Мийка деталей здійснюється періодичним омиванням поверхонь деталі мийною рідиною з великими швидкостями.

Створення вібраційного обладнання з пульсуючим робочим тілом на основі гідропульсатора (ГП) [5, 9], у якому робоче тіло виступає як інструмент, стримується недостатністю теоретичних та експериментальних досліджень в цій області. Цим зумовлюється актуальність роботи. Як показали раніше виконані дослідження динамічних явищ у рідинних середовищах [5], підданих керованим вібраційним впливом, що вони можуть бути успішно використані для здійснення та інтенсифікації зазначених процесів.

Актуальність дослідження

Метою роботи є створення конструкції універсальної вібраційної машини для вдосконалення технології очищення та мийки деталей машин, а саме створення нових способів очищення та мийки. Розробка нових конструкцій машин з вібраційними приводами і застосування більш гнучкого і уніфікованого обладнання для миття та очистки є актуальним завданням.

Виклад основного матеріалу

Сучасні підприємства оснащені дорогим і різноманітним устаткуванням, машинами, установками, роботизованими комплексами, транспортними засобами й іншими видами основних фондів. У процесі роботи вони втрачають свої робочі якості, головним чином через зношування і руйнування окремих деталей, тому знижується точність, потужність, продуктивність та інші параметри. Для компенсації зношування та підтримки устаткування в нормальному працездатному стані потрібні системне технічне обслуговування і виконання ремонтних робіт, а також проведення заходів щодо технічної діагностики.

Спрацювання устаткування в процесі його експлуатації і нерациональна організація технічного обслуговування та ремонту призводять до збільшення простоїв у ремонті, до погіршення якості обробки та зростання браку, а також до збільшення витрат на ремонт. Про значення покращення організації збереження та ремонту устаткування свідчать такі показники: річні витрати на ремонт і технічне обслуговування устаткування на підприємствах становлять 10–25 % його первісної вартості, а їхня частка в собівартості продукції сягає 6–8 %. Кількість ремонтників коливається у межах 20–30 % від загальної кількості допоміжних робітників.

Основними завданнями організації планування ремонтної служби підприємства є:

збереження устаткування в працездатному, технічно справному стані, що забезпечує його високу продуктивність і безперервну роботу;

скорочення часу і витрат на обслуговування та всі види ремонтів.

Вирішення таких завдань вимагає організації правильної експлуатації обслуговування, своєчасного проведення необхідного ремонту, а також модернізації устаткування.

Для виконання усіх видів робіт з організації раціонального обслуговування і ремонту устаткування й інших видів основних фондів на підприємствах створюються ремонтні служби, їхня структура залежить

від багатьох чинників: типу та обсягу виробництва, його технічних характеристик, розвитку кооперування під час виконання ремонтних робіт, системи централізації тощо.

Основними задачами ремонтного господарства є:

забезпечення безперебійної експлуатації обладнання із заданими характеристиками та експлуатаційними показниками;

організація раціональної системи експлуатації і ремонту обладнання, яка дозволяє підтримувати його в працездатному стані;

підвищення культури експлуатації і ремонту обладнання з метою продовження строку його служби, збільшення міжремонтного періоду та скорочення обсягу ремонтних робіт;

зниження трудомісткості і собівартості ремонтних робіт та підвищення їх якості;

модернізація обладнання.

Очищенню від забруднень та промиванню підлягає обладнання та машини за інструкціями заводів-виробників з врахуванням умов їх експлуатації. При промиванні здійснюється розбирання окремих вузлів, очищення розібраних вузлів від стружки та пилу, продуктів зношування. При цьому замінюються запобіжні прокладки, промиваються і прочищаються запобіжні фільтри, мастильні отвори.

Було проведено аналіз методів очистки та мийки об'єктів, згідно належності машин та обладнання до певного виду промисловості та особливостей технологій при яких виникають різні види забруднень, із поділом їх на слабо зв'язані з поверхнею та сильно зв'язані з поверхнею. Проведена класифікація представлена на рис. 1.

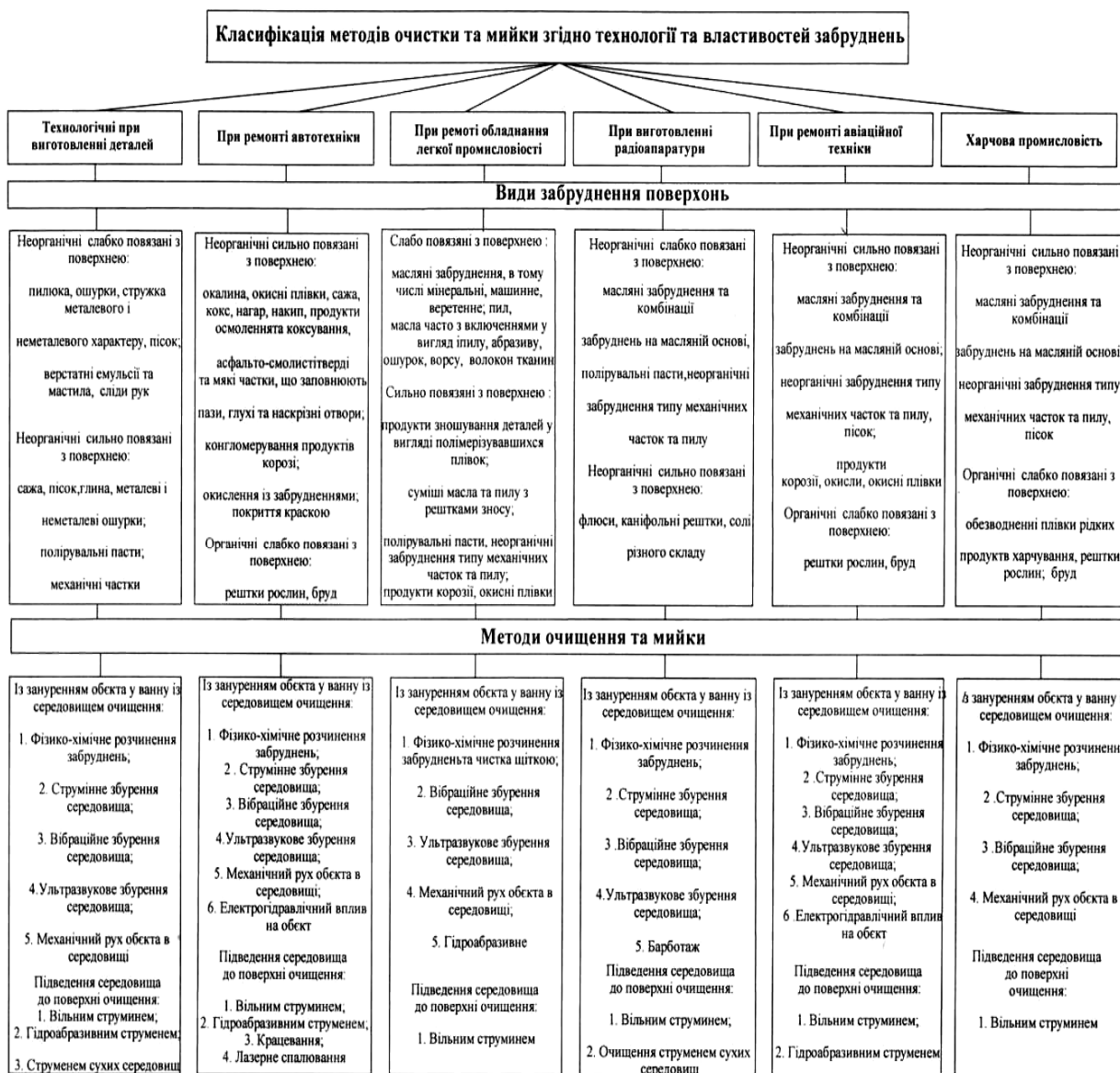


Рис. 1. Класифікація методів очистки та мийки згідно виду промисловості, специфіки виникнення забруднень, технології очистки та мийки з урахуванням властивостей забруднень

Аналіз джерел походження забруднень деталей та вузлів згідно з технологіями та способами чистки і мийки, обладнання, яке реалізує ці способи, свідчить про велике їх різноманіття. Усі вони мають свої

переваги та недоліки. Вибір конкретного способу мийки обумовлюється залежно від виду та властивостей забруднень, від вимог, що ставляться щодо чистоти виробів, умов та типу виробництва, а також з урахуванням економічних чинників використання обладнання.

Також очистка та мийка поверхні деталей, внутрішніх порожнин вузлів, агрегатів і систем являє собою сукупність складних фізико-хімічних й механічних процесів, ефективність яких залежить від властивостей миючого середовища, розміру й властивостей часток забруднень, технологічних режимів мийки, конструктивних особливостей деталей, що очищаються, агрегатів і систем. Вид і ступінь забруднення, що залишилися після мийки поверхні, залежить в основному від способу мийки та типу миючого середовища.

З наведеної класифікації, як об'єкт дослідження, було вибрано проектування вібраційної машини для очистки та мийки деталей та вузлів машин легкої промисловості. Проведений аналіз потреб обслуговування та ремонту обладнання на швейній фабриці ТЗоВ «Власта» м. Львів (табл. 1) показав, що організація технології ремонту має дрібносерійний характер, що характеризується різноманітною номенклатурою деталей та вузлів для очистки та промивання, присутні специфічні види забруднення, а відповідне обладнання відсутнє.

Таблиця 1

Вузли та деталі обладнання легкої промисловості, які підлягають очистці та мийці

№ п/п	Модель обладнання, машини	Вид ремонту	Назва вузлів та деталей, які підлягають очистці та мийці	Вид забруднення	Кількість машин
1	ОВЕРЛОК Juki MO-6714DA-BE6-40H	середній	Шарові цапфи.	Продукти зношування, пил, старе мастило	3 шт.
2	ОВЕРЛОК TYPICAL GN 793	капітальний	Механізм петлячів, вузли передачі коливних рухів, шарові цапфи.	Продукти зношування, пил, ворс тканин	4 шт.
3	УНІВЕРСАЛЬНА TYPICAL GC 6150HD	середній	Механізм човника. Вузол човникового валу	Пил, ворс тканин	2 шт.
4	УНІВЕРСАЛЬНА TYPICAL GC 6160B	середній	Механізм голки. Вузол кривошипа	Пил, ворс тканин, продукти зношування	2 шт.
5	РОЗПОШИВАЛКА TYPICAL GK 32500-11	капітальний	Механізм переміщення. Вузол ексцентриків.	Продукти зношування, пил, старе мастило	2 шт.
6	РОЗПОШИВАЛКА TYPICAL GK 1500D-02BB	капітальний	Механізм петлячів. Вузол передачі коливних рухів.	Продукти зношування, пил, старе мастило	2 шт.

З проведеного аналізу методів та обладнання, яке застосовується в ході ремонту, можна зробити висновок, що найбільш поширеним методом очистки та мийки на ремонтних дільницях є метод занурення у ванну з розчинником, відмочування з подальшою очисткою щітками. Тому виникає потреба заміни ручної праці, з метою підвищення якості процесу очищення та мийки, шляхом створення недорогого обладнання чи машин універсального типу із застосуванням модульної елементної бази.

В процесі роботи обладнання швейних цехів його рухомі деталі з певним часом покриваються забрудненням на основі змащувальних матеріалів, в які попадають пил, волокна тканин, що призводить до заїдання різних механізмів, продукти зношування підшипників вузлів ковзання можуть призводити до заклинювання вузлів від перегріву, а далі це веде до погіршення роботи обладнання зі зниженням якості виготовлення продукції та виробів (рис. 2, рис. 3).

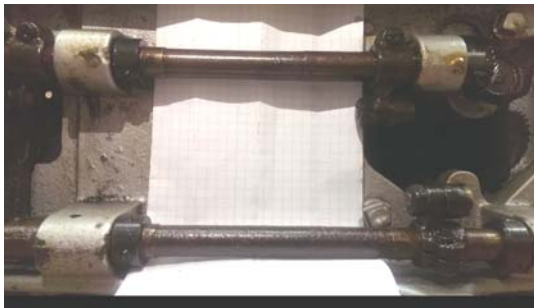


Рис. 2. Вали із забрудненнями у вузлах ковзання



Рис. 3. Вигляд забруднення валу

Технологія оброблення поверхні виробів потоком твердих часток все більше поширюється в різних галузях промисловості. Зокрема, це такі процеси: дробо-струминне наклепування, пневмо та гідро-

струминно-абразивна обробка, пневмо-струминне очищення поверхонь від облою пластмасових армованих деталей кульками або абрикосовою дробленою кісткою [1]. Одним з напрямків створення машин для процесу очистки та мийки виробів є метод пульсуючої гідро-струминної дії у ваннах потоком рідини з частками різної твердості [5]. Це дозволяє при невисоких напорах рідини завдяки отриманню процесу мікрорізнання забруднення отримувати значний ефект інтенсифікації очищення та мийки.

Режим мийки поверхні деталі потоком миючої рідини (оптимальну технологію) визначають, виходячи з аналізу гідродинамічної взаємодії миючої рідини з частками забруднень, а також на підставі результатів експериментальних досліджень. У цьому зв'язку, розглянемо механізм видалення забруднень зануреним потоком миючої рідини із включеннями твердих часток та газових пухирців. Не применшуючи при цьому значення фізико-хімічних факторів, обумовлених активністю миючого середовища, вважається, що процес механічного впливу рідини на забруднення є однією з основних умов, що визначає ефективність очистки та мийки [1]. Процес очистки та мийки поверхні виробу потоком рідини з твердими частками можна розділити на наступні, зв'язані між собою елементарні процеси: відрив часток забруднень та їх змивання з поверхні, що очищається, зависання забруднень у потоці рідини, транспортування забруднень до фільтруючого пристрою.

Потік миючої рідини у пульсуючому струмені, при взаємодії із забрудненою поверхнею, розплющується та розтікається в сторони від центру контакту з поверхнею. При цьому, на поверхню з боку потоку з частками, діє сила тертя потоку рідини з частками, який розтікається по забрудненій поверхні та сила гідродинамічного тиску, що створює нормальний або дотичний тиск на забруднену поверхню, який визначається за залежністю:

$$P = \frac{\rho_c \cdot V_c^2}{2} \cos \beta, \quad (1)$$

де P – осереднений тиск частки та струменя рідини; ρ_c – щільність матеріалу твердої частки;
 V_c – осереднена швидкість частки та струменя рідини; β – кут нахилу поверхні до осі струменя.
 Осереднену швидкість частки у струмені рідини можна знайти за умови:

$$V_c \geq \sqrt{\frac{[\sigma]}{\rho_c}}, \quad (2)$$

де $[\sigma]$ – граничне напруження адгезійних зв'язків забруднення.

При турбулентному режимі руху рідини з частками відбувається дуже енергійне хаотичне перемішування рідини. Турбулентні пульсації переносять імпульс рідини до поверхні твердого тіла і це призводить до появи середнього потоку імпульсу до поверхні. Перенесення імпульсу в рідині можна характеризувати турбулентною в'язкістю. В загальному випадку осереднений турбулентний потік одночасно має молекулярну й турбулентну в'язкість. Тому повне сумарне дотичне напруження тертя потоку рідини без включень на поверхні визначається за формулою:

$$\text{Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.} \quad (3)$$

де **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** – динамічний коефіцієнт в'язкості несучої фази; **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** – коефіцієнт пропорційності, що називається динамічним коефіцієнтом турбулентного обміну; **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** – градієнт швидкості.

Для двофазних середовищ (рідина з включеннями твердих часток або газових пухирців) широке розповсюдження має поправка Ейнштейна до динамічного коефіцієнта несучої фази.

Врахувавши її, тоді узагальнений динамічний коефіцієнт несучої фази можна виразити через відповідні коефіцієнти: **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** – для чистої несучої фази; **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** – для домішок твердих часток або газових пухирців із сферичною формою часток.

Газові пухирці, що виникають у потоці рідини, при протіканні рідини через насадок із гострими крайками на вході, мають розміри порядку від 0,1 мм до 0,3 мм в діаметрі та вважаються твердими домішками тому, що тиск всередині газових пухирців перевищує тиск у потоці рідини. Тому динамічний коефіцієнт в'язкості несучої фази прийме вигляд:

$$\text{Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.} \quad (4)$$

де **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** – об'ємна доля домішок твердих часток або газових пухирців.

З урахуванням (4) дотичні напруження тертя турбулентного потоку несучої фази з включеннями твердих часток або газових пухирців можна представити наступним виразом:

$$\text{Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.} \quad (5)$$

У результаті аналітичних досліджень встановлено, що наявність у потоці рідини твердих часток або

газових пухирців, які утворюються при протіканні рідини через насадок з гострими крайками на вході, збільшують дотичні напруження тертя і поводяться як «тверді частки» у двофазному середовищі, що дозволяє підвищити інтенсивність процесу очистки та мийки забруднень. А наявність у потоці рідини часток (полістиролової крихти), з твердістю більше ніж твердість забруднення, дозволяє збільшити нормальні та дотичні напруження потоку рідини та створити умови мікрозрізання забруднення.

Створення вібраційного обладнання універсального типу з пульсуючим робочим тілом на основі ГП, у якому робоче тіло виступає як інструмент, стримується недостатністю теоретичних та експериментальних досліджень в цій області. Цим зумовлюється актуальність роботи. Як показали раніше виконані дослідження [5] динамічних явищ у багатофазових середовищах, підданих керованим вібраційним впливам, що багато з них можуть бути успішно використані для інтенсифікації зазначених процесів. Активне й цілеспрямоване використання вібраційних впливів, як основного провідного фактору, є перспективним напрямком у вібраційній технології, зв'язаною з обробкою поверхонь матеріалів у рідкому середовищі, що містить частки твердої фази.

Як було вже сказано, що у процесі роботи обладнання легкої промисловості його рухомі деталі з певним часом покриваються забрудненням на основі змащувальних матеріалів в які попадають пил, волокна тканин, що призводить до заїдання різних вузлів ковзання машини (табл. 1), а далі це веде до погіршення її роботи із зниженням якості виробу.

Проектування конструкції вібраційної машини для очистки забруднень потоком твердих часток та мийки деталей при ремонті обладнання [10], з метою прискорення процесу очищення виробу, досягається шляхом створення пульсуючого потоку рідини з твердими частками. А введення додаткового елементу (гідралічного зворотного клапана) у конструкцію машини дає можливість зменшення швидкості рідини у насадку в момент втягування її у камеру пульсації та уникнення можливості виникнення газових пухирців у камері пульсації, що дозволяє при стисканні рідини у камері пульсації виключити демпфуючий фактор та здійснити підвищення частоти коливань приводу, а це у свою чергу веде до підвищення швидкості струменю з насадка та продуктивності машини.

Поставлена задача вирішується тим, що вібраційна машина для очистки забруднень потоком твердих часток та мийки деталей містить дві ванни закріплені на корпусі з кришкою, яка має можливість рухатися по напрямним на роликах. У ванну очистки встановлено: сітчастий контейнер у якому розміщено сопло над сіткою з твердими частками і вісь сопла співвісна з віссю насадка, корпус з мембраною та дисками, який створює камеру пульсації миючої рідини. Мембрани за допомогою штоків з'єднані з вібраційними приводами. На дні ванни очищення розміщено насадок та зворотний клапан. У ванні для мийки на дні встановлено насадок, з'єднаний з камерою пульсації.

Для досягнення максимальної продуктивності процесу очищення та мийки виробу конструктивні параметри камери пульсації, насадка частотний режим роботи вібраційного приводу вибирають за умови:

$$f = \frac{D_n^2}{2D_k^2 \cdot A} \sqrt{\frac{P}{\gamma}}, \quad (6)$$

де f – частота коливань мембрани, Гц; D_n – діаметр насадка, D_k – діаметр мембрани камери пульсації, ($D_n/D_k = 12-14$); P – тиск у рідині, $P = 0,12-0,15$ МПа; A – амплітуда коливань мембрани камери пульсації, $A = (2 \div 3) \cdot 10^{-3}$ м; γ – питома вага рідини, $\gamma = 1000$ Н/м³.

Конструкція вібраційної машини для очистки забруднень потоком твердих часток та мийки деталей при ремонті обладнання (рис. 4) містить основу 1, на якій встановлено вібропривід 2, на стійках 3 розміщено дві ванни 4 – для очищення у потоці рідини та полістироловими кульками, 5 – для мийки пульсуючим потоком миючої рідини; на дні ванн 4 та 5 закріплено корпус камери пульсації 6 за допомогою насадка 7 (діаметром D_n) та нижня частина корпусу 6 (діаметром D_k) закрита мембраною з дисками 8, яка закріплена до штока 9 віброприводу 2, а порожнина камери пульсації 6 з'єднано мембранним клапаном 10 та забірною трубою 11 з порожниною ванни 4 у яку встановлено контейнер 12 з боковими сітками 13 та сіткою 14, яка розташована над соплом 7, у коробі 12 розміщено сопло 15, ванни 4 та 5 закриті кришкою 16 яка має можливість рухатися по напрямним 17 на роликах 18 які встановлені на осях 19, на кришці 16 за допомогою кутників 20 встановлено мотор-редуктор 21, який муфтою 22 з'єднано із затискачем 23 для деталі 24, у контейнер 12 засипано тверді частки (полістиролові кульки) 25, а у ванни 4 та 5 залита миюча рідина 26, яку після спрацювання можна злити крізь кран 27.

Працює вібраційна машина наступним чином: у ванни 4, 5 заливають миючу рідину 26 (водний розчин поверхнево-активних речовин) та засипають у контейнер 12 тверді частки (полістиролову крихту) 25, деталь 24, яка підлягає очищенню, закріплюють у затискачі 23 та встановлюють кришку 16 у напрямні 17. Включається мотор-редуктор 21, який обертає деталь 24 та вібропривід 2, що призводить до коливання мембрани з дисками 8 і у насадку 7 виникає пульсуючий струмінь рідини, який проходить крізь сітку 14 та захватить тверді частки (полістиролові кульки) 25, вдаряє ними по забрудненню та зриває його не порушуючи поверхню деталі. Надалі тверді частки 25 осідають по стінках контейнера та сітці 14 під соплом 15. При русі мембрани з дисками 8 униз миюча рідина 26 проходить крізь отвір у насадку 7 та забірну трубку 11 і відкритий клапан 10 із меншим

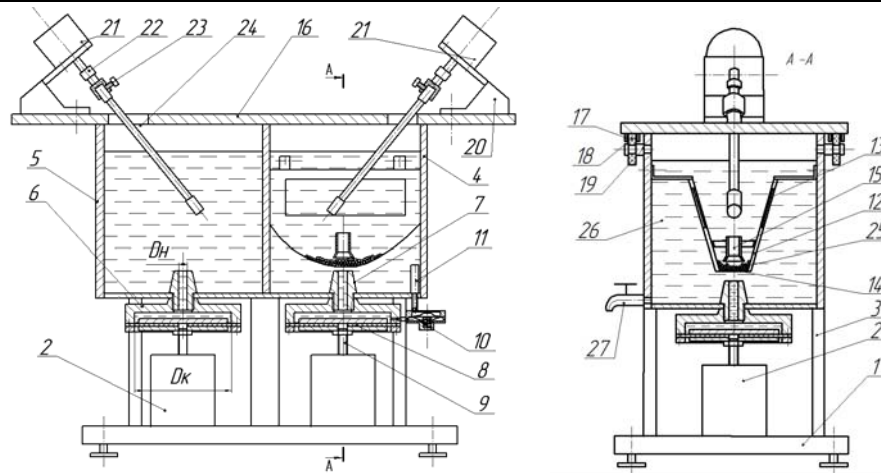


Рис. 4. Конструкція вібраційної машини для очистки забруднень потоком твердих часток та мийки деталей при ремонті обладнання: 1 - основа; 2 - вібропривід; 3 - стійкі; 4 - ванна; 5 - полістиролові кульки; 6 - корпус камери пульсації; 7 - насадок (діаметром D_H); 8 - мембрана з дисками; 9 - шток; 10 - мембранний клапан; 11 - забірня трубка; 12 - контейнер; 13 - бокові сітки; 14 - сітка; 15 - сопло; 16 - кришка; 17 - напрямні; 18 - ролики; 19 - осі; 20 - кутник; 21 - мотор-редуктор; 22 - муфта; 23 - затискач; 24 - деталь; 25 - тверді частки (полістиролові кульки); 26 - миюча рідина; 27 - кран для зливу

зусиллям тяги приводу та витратою енергії вібраційного приводу. При русі мембрани з дисками 8 зверху здійснюється протікання миючої рідини 26 крізь насадок 7, а клапан 10 закривається. Деталь 24 обертається, а кришці 16 вручну надається поздовжньо-поступний рух і очистка деталі 24 проводиться зі всіх сторін на необхідній довжині. Після очищення кришка 16 піднімається та деталь 24 перевстановлюється і проводиться очищення з іншої сторони деталі 24. Після підняття кришки 16 очищена деталь 24 знімається та встановлюється у затискач 23 у ванні 5 для мийки, а забруднена деталь 24 встановлюється у затискач 23 у ванні 4 для очистки. Кришка 16 встановлюється у напрямні 17 та включається мотор-редуктор 21 та вібропривід 2. У ванні 4 проводиться очистка деталі 24, а у ванні 5 проводиться мийка деталі 24 після її очищення. Після проведення мийки у ванні 5 деталі 24 та очищення деталі 24 у ванні 4 мотор-редуктор 21 та вібропривід 2 виключаються та проводиться виїмка деталі 24 з ванни 4, а на її місце встановлюється деталь 24 з ванни 5 після очищення. При спрацюванні миючої рідини 26 (її забрудненню) її зливають крізь кран 21, а спрацьована крихта замінюється на нову.

У вібраційній машині застосовано мотор редуктор, на валу якого є можливість закріплювати через оправку деталі або затискні оправки під певну конструкцію вузла, який очищується та потім промивається.

В конструкції вібраційної машини застосовано модульний принцип проектування, а саме у ваннах для створення пульсуючого потоку рідини використано уніфікований вібропривід робочого органу – гідропульсатор як для очищення, так і для мийки деталей, що підвищує рівень уніфікації функціональних і конструктивних елементів машин.

Висновки

Запропонована конструкція вібраційної машини дозволяє підвищити продуктивність процесу очистки і мийки та знизити енерговитрати обладнання.

Простота конструкції та значний рівень уніфікації функціональних і конструктивних елементів машини дозволяє застосовувати її на підприємствах з дрібносерійним та одиничним типом виконання ремонтних робіт по обслуговуванню технологічного обладнання.

Для подальшого проведення досліджень та створення методики проектування вібраційної машини для очистки і мийки необхідно виконати наступні завдання:

- встановити взаємозв'язок конструктивних параметрів машини з режимами роботи приводу;
- визначити оптимальну відстань між деталлю та соплом гідропульсатора;
- визначити оптимальний об'єм твердих часток;
- визначити амплітуду та частоту коливання приводу для створення струменя з максимальним тиском у насадку;
- провести порівняльні дослідження по продуктивності очищення та мийки модельних забруднень.

Література

1. Козлов Ю.С. Очистка изделий в машиностроении / Ю.С. Козлов, О.К. Кузнецов, Н.Ф. Тельнов. – М. : Машиностроение, 1982. – 261 с.
2. Тельнов Н.Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники / Н.Ф. Тельнов. – М. : Колос, 1983. – 256 с.
3. Козлов Ю.С. Очистка автомобилей при ремонте / Ю.С. Козлов. – М. : Транспорт, 1981. – 151 с.
4. Андилахай А.А. Абразивная обработка деталей затопленными струями / А.А. Андилахай. –

Мариуполь : ПГТУ, 2006. – 190 с.

5. Сілін Р. І. Вібраційне обладнання на основі гідропульсатора : монографія / Р. І. Сілін, А. І. Гордєєв. – Хмельницький : ХНУ, 2007. – 386 с.

6. Тельнов Н.Ф. Очистка массивных объектов колебанием в среде моющей жидкости / Н.Ф. Тельнов, В.И. Савченко, В.И. Ушмарин // Техника в сельском хозяйстве. – 1984. – № 1. – С. 49–50.

7. А. с. 1130422 СССР, МКІ³ В 08 В 3/10. Устройство для мойки мелких изделий / А.И. Гордеев, Р.И. Силин, Н.А. Сивченко (СССР). – № 3613130/28–12 ; заявл. 15.04.83 ; опубл. 23.12.84, Бюл. № 47. – 3 с.

8. А. с. 880519 СССР, МКІ³ В 08 В 3/10. Устройство для промывки изделий / Р.И. Силин, В.П. Кошель, А.И. Гордеев (СССР). – № 2869224/28–12 ; заявл. 17.12.79 ; опубл. 15.11.81, Бюл. № 42. – 3 с.

9. Пат. на корисну модель 116030 України, МПК В03В 5/02. Вібраційна машина для мийки радіотехнічних виробів / Гордєєв А.І., Гордєєв О.А., Мігаль В.Г. (Україна) ; заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. – u 2016 10059 ; заяв. 03.10.2016 ; опубл. 10.05.2017, Бюл. № 9. – 4 с.

10. Пат. на корисну модель № 132837, МПК В08В 3/10. Вібраційна машина для очистки забруднень потоком твердих часток та мийки деталей при ремонті обладнання / Скиба М.Є., Старий А.Р., Гордєєв А.І., Гордєєв О.А. – U201810344 ; заявл. 19.10.2018. Опубл. 11.03.2019. Бюл. № 5.

References

1. Kozlov Yu.S., Kuznetsov O.K., Telnov N.F. Cleaning products in mechanical engineering. Moscow: Mechanical Engineering, 1982. 261 p.

2. Telnov N.F. Technology of cleaning of agricultural machinery. M.: Kolos, 1983. 256 p.

3. Kozlov Yu.S. Cleaning cars at repairs. M.: Transport, 1981. 151 p.

4. Andilahi A.A. Abrasive treatment of parts with flooded jets. Mariupol: PGU, 2006. 190 p.

5. Silin R.I., Hordeev A.I. Vibration equipment on the basis of a hydropulse: a monograph. Khmelnytsky: KhNU, 2007. 386 p.

6. Telnov N.F., Savchenko V.I., Ushmarin V.I. Purification of massive objects by oscillation in a washing liquid medium. Engineering in agriculture. 1984, № 1. p. 49-50.

7. A. s. 1130422 USSR, MKI3 at 08 V 3/10. Device for washing small articles / A.I. Hordeev, R.I. Silin, N.A. Syvchenko (USSR). № 3613130 / 28-12; stated. April 15, 83; published 23.12.84, Bull. № 47.

8. A. s. 880519 USSR, MKI3 at 08 V 3/10. Device for product rinsing / R.I. Silin, V.P. Koshel, A.I. Hordeev (USSR). No. 2869224 / 28-12; stated. 17.12.79; published November 15, 81, Bull. № 42.

9. Pat. to utility model 116030 of Ukraine, IPC B03B 5/02. Vibration machine for sinking radio products / Hordeev A.I., Hordeev O.A., Migal V.G.; Applicant and patent holder Khmelnytskyi National university - u 2016 10059; Application 03.10.2016; Published by May 10, 2017, Bul. № 9.

10. Pat. for utility model No. 132837, МПК В08В 3/10. Vibration machine for purification of contaminations by a stream of solid particles and washing of details at repair of equipment. Skyba M.E., Stariy A.R., Hordeev A.I., Hordeev O.A. U201810344; Declared 19.10.2018. Published March 11, 2019. Bull № 5.

Рецензія/Peer review : 8.6.2019 р. Надрукована/Printed :17.7.2019 р.
Стаття рецензована редакційною колегією