

Пікула М. В., старший викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

СИНТЕЗ НОВИХ СХЕМ ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВИХ УСТАНОВОК

В статті розглянуто шляхи інтенсифікації оздоблювально-зачищувальної і зміцнювальної обробки заготовок і деталей, застосування яких підвищує рівень механізації й автоматизації трудомістких робіт, сприяє підвищенню економічної ефективності та продуктивності праці. Обсяг операцій оздоблювально-зачищувальної і зміцнювальної обробки у зв'язку з підвищенням вимог до якості і товарного вигляду виробів може складати до 20 відсотків загальної трудомісткості виготовлення деталей. Одним з ефективних шляхів вирішення цього завдання є проведення оздоблювально-зачищувальної обробки деталей машин гранульованими середовищами в технологічних системах відцентрово-вібраційного типу, робоча камера яких здійснює складні рухи. Запропоновано конструктивне рішення такої технологічної системи, яка дозволяє забезпечити високоенергетичний процес оздоблювально-зачищувальної і зміцнювальної обробки деталей у робочій зоні установки, що створена центральною циліндричною вставкою та двома напівбарабанами, вільно встановленими на вставці. Напівбарабани обертаються у вставці, причому їх приводи забезпечують зустрічне обертання. А встановлення циліндричної вставки в карданному підвісі забезпечує її коливальний рух. Аналіз кінематики руху частинок обробного середовища, що прилягає до стінки камери, дозволяє отримати залежності абсолютної швидкості та прискорення інгредієнтів маси завантаження від геометричних і кінематичних параметрів установки.

Ключові слова: оздоблювально-зачищувальна обробка; вібровідцентрова установка; гранульоване середовище; робоча зона; напівбарабани; вставка циліндрична.

Вступ. Одним із шляхів підвищення ефективності машинобудування є удосконалення його технологій, широке впровадження механізації й автоматизації виробництва,

поглиблення спеціалізації та поліпшення структури парку металообробного устаткування. Темпи розвитку сучасних технологій галузі та ремонтного виробництва постійно вимагають пошуку нових способів і методів оздоблювально-зачищувальної і зміцнювальної обробки (ОЗіЗО), яким характерні висока продуктивність та широкі технологічні можливості. Їх застосування сприяє інтенсифікації технологічних процесів, підвищує рівень механізації й автоматизації багатьох трудомістких робіт, сприяють підвищенню економічної ефективності та продуктивності праці.

Обсяг операцій ОЗіЗО, у зв'язку з підвищенням вимог до якості і товарного вигляду виробів на сучасному етапі, може складати до 20 відсотків загальної трудомісткості виготовлення деталей.

Світова практика металообробки використовує велике різноманіття методів обробки. Якщо раніше переважне становище займали механічні методи, то зараз часто буває важко виділити чисто механічну обробку внаслідок її доповнення іншими способами впливу на оброблювані деталі. За своєю сутністю методи обробки значно ускладнилися, а інтенсивність протікання процесів формування структури, руйнування та перетворення матеріалу деталей значно зросла. Має місце тенденція одночасного впливу на оброблювані заготовки механічних навантажень, хімічних речовин, теплового й електричного полів, акустичної енергії в різноманітному їхньому поєднанні. Це повною мірою відображає існуючі тенденції розвитку технології машинобудування.

На вибір методу значний вплив має як конструкція виробу, що обробляється, так і характеристика виробництва, в умовах якої здійснюється ця обробка.

Постановка питання. Одним з ефективних шляхів підвищення ефективності виробництва є проведення ОЗіЗО деталей машин гранульованими оброблювальними середовищами в технологічних системах відцентрово-вібраційного типу, робоча камера яких здійснює складні рухи. Переваги таких технологічних систем полягають у розширенні діапазону змін результуючих векторів переміщень гранул робочих середовищ, підвищення інтенсивності їх перемішування та переорієнтації.

Сутність вібраційно-відцентрової обробки полягає в об'ємній обробці деталей у віброуючих камерах, яким додатково надається обертання навколо їх осей, планетарного чи складного просторового руху, додаткових кутових коливань тощо. Це вимагає подальшого

дослідження процесу вібраційного-відцентрової обробки для вирішення багатьох питань конструювання устаткування і спорядження, створення чи вибору ефективних робочих середовищ, розробки і дослідження нових різновидностей методу.

Разом з тим, незважаючи на різноманіття вібраційного-відцентрових установок, існує чимало невирішених питань, що стримують практичне застосування ОЗіЗО в гранульованих абразивних середовищах. Зокрема, у роботах, присвячених дослідженням таких обробок деталей, нема єдиного підходу до опису кінетики руху гранульованих оброблювальних середовищ та їх контактної взаємодії з оброблюваною деталлю, недостатньо теоретично обґрунтовано зв'язок якості та інтенсивності процесу з конструктивними параметрами установок, відсутні відповідні аналітичні залежності.

Все вищесказане і визначає актуальність дослідження вібраційної технології ОЗіЗО.

Метою роботи є встановлення закономірностей обробки деталей у вібровідцентровій установці і розробка на цій основі конструкторсько-технологічних рекомендацій з проєктування технології ОЗіЗО різнопрофільних деталей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Обґрунтувати геометричні та кінематичні характеристики, що визначають управління процесом обробки різнопрофільних деталей у вібровідцентровій установці;
2. Розробити модель руху обробного середовища у вібровідцентровій установці та її взаємодії з оброблюваною деталлю;
3. Встановити аналітичні залежності характеристик якості поверхні та продуктивності процесу від технологічних режимів, умов обробки та конструктивних особливостей установок.

Об'єктом дослідження є оздоблювально-зачищувальна і зміцнювальна обробка різнопрофільних деталей в гранульованих абразивних середовищах.

Предметом дослідження є рух маси завантаження (гранул та деталей), який визначає процес вібраційно-відцентрової обробки.

Виклад основного матеріалу

Одним із ефективних шляхів вирішення ефективного виконання ОЗіЗО деталей є використання технологічних систем з горизонтальною віссю обертання робочої камери. Робочий блок такої

технологічної системи має бути максимально компактним і вирішувати два основні завдання: по-перше, реалізувати процес об'ємної ОЗіЗО по всьому контуру профілю деталі, а по-друге, дозволяти безперешкодне переміщення деталі у робочій зоні.

Як відомо, всі операції ОЗіЗО поділяють на три групи:

1) очищувальні операції: очищення поверхні деталей від пригару після лиття у піщано-глиняні форми, від окалини після термообробки, від корозії та забруднень; видалення облою з деталей, отриманих литтям під тиском; видалення задирок на деталях, отриманих холодним листовим штампуванням і різанням;

2) оздоблювальні операції: підготовка поверхонь деталей під гальванічні покриття; полірування;

3) зміцнювальна обробка – локальне підвищення твердості/мікротвердості поверхневого шару деталі.

До виробів, які обробляють у гранульованих середовищах, ставлять певні вимоги, зокрема:

- на деталях, отриманих литтям під тиском, товщина основи облою по лінії рознімання ливарної форми не повинна перевищувати 0,5 мм;

- максимальна висота задирок по контуру деталей, отриманих листовим штампуванням, не повинна перевищувати 30% товщини листа, а товщина основи задирок – не більше 1,5 мм;

- глухі отвори та пази піддають обробці тільки в тому випадку, якщо розмір гранул абразивного середовища не перевищує 0,3 діаметра отвору або ширини паза. При цьому глибина отворів діаметром до 10 мм не повинна бути більшою за діаметр отворів, діаметром 10–15 мм – не більше двох діаметрів. Глибина паза шириною до 10 мм має бути більше його ширини, паза 10–50 мм – трохи більше подвоєної його ширини.

Компонентами робочих середовища переважно є гранульоване абразивне середовище та технологічний розчин, який інтенсифікує процес обробки.

Робочі середовища поділяють на абразивні (природні і штучні) і неабразивні, з довільною чи правильною геометричною формою (призма, піраміда, куб, конус та ін.).

Абразивні гранули довільної форми одержують шляхом дроблення природних порід (наприклад байкаліту), бою абразивних кругів чи виготовляють із шліф-порошків, які змішують зі зв'язуючими речовинами, формують і обпалюють.

Неабразивні робочі середовища – литі зірочки, дрібні відходи штампування, сталеві, фарфорові чи скляні кульки, дерев'яні кубики, подрібнені шкарлупки горіха, шматочки шкіри, фетру, повсті та інші.

Вибір матеріалу, розмірів та форми частинок робочих середовищ проводять залежно від різних факторів, зокрема:

- призначення операції;
- матеріалу, розмірів і форми деталей;
- вихідного стану поверхні деталей;
- необхідної якості поверхонь деталей;
- вимог до збереження геометрії та розмірів деталей.

Одна й та ж операція може бути виконана різними видами робочих середовищ. Необхідно враховувати, що швидкість видалення металу чи забруднення зменшується зі зменшенням зернистості абразиву, що входить до абразивного середовища, а зношення частинок зростає зі зменшенням твердості зв'язуючої речовини.

До складу технологічних рідин, які застосовують при ОЗіЗО деталей, як правило, входить кілька речовин, що надають комплексний вплив на процес ОЗіЗО в установках. Наприклад, розчини лугів чи кислот, або їх солей. подача розчину повинна такою, щоб циркуляція інгредієнтів маси завантаження була найбільш інтенсивною.

Одним з конструктивних рішень технологічної системи для ОЗіЗО деталей [1], що дозволяє забезпечити високоенергетичний процес обробки деталей, є установка, робоча зона якої створена центральною циліндричною вставкою та двома напівбарабанами, вільно встановленими у вставці. Напівбарабани обертаються у вставці в зустрічному напрямку, а встановлення циліндричної вставки в карданному підвісі установки забезпечує її коливання.

Установки для вібровідцентрової обробки складається з встановленої в карданному підвісі 1 (рисунок) і обладнаної завантажувальним 2 і розвантажувальним 3 люками циліндричної вставки 4. З торців вставки 4 рухомо встановлені за допомогою опор 5 і 6 напівбарабани 7 і 8, які мають вали 9 і 10. Вали 9 і 10 за допомогою карданних передач 11 і 12 кінематично з'єднані з сателітами 13 і 14, які рухомо встановлені на водилах 15 і 16.

Сателіт 13 зовнішнім зачепленням зв'язаний з нерухомим центральним колесом 17, а сателіт 14 внутрішнім зачепленням зв'язаний з нерухомим центральним колесом 18. Водило 15

приводиться в обертання електродвигуном 19 і ведучим валом 20, з яким водило 15 з'єднано нерухомо. Використання в якості приводів напівбарабанів 7 і 8 планетарних механізмів 13–17 з зовнішнім зачепленням і 14–18 з внутрішнім зачепленням забезпечує зустрічний рух напівбарабанів 7 і 8.

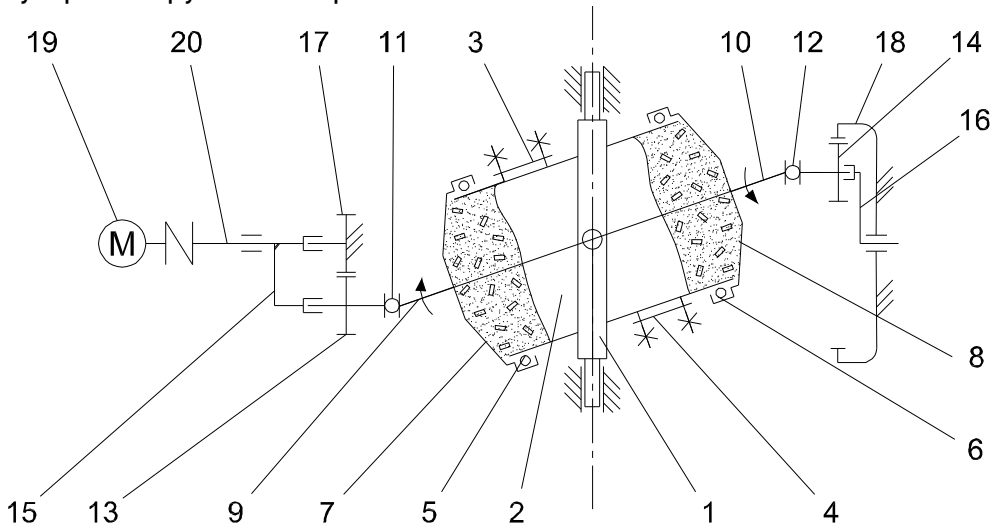


Рисунок. Установка для вібраційно-відцентрової обробки: 1 – карданний підвіс, 2 – циліндрична вставка, 3 – завантажувальний люк, 4 – розвантажувальний люк, 5 і 6 – опори, 7 і 8 – напівбарабани, 8 і 9 – вали, 11 і 12 – карданні передачі, 13 і 14 – сателіти, 15 і 16 – водила, 17 і 18 – центральні колеса, 19 – електродвигун, 20 – ведучий вал

Установка працює в такий спосіб. Робоче середовище й деталі завантажують через люк 2 у робочий об'єм, утворений циліндричною вставкою 4 і напівбарабанами, після чого вмикається привід. Обертання від електродвигуна 19 передається ведучому валу 20 і водилу 15, у результаті чого сателіт 13, оббігаючи нерухоме колесо 17, обертається навколо своєї осі, передаючи цей рух через карданну передачу 11 напівбарабану 7. Обертання водила 15 за допомогою передачі 13–17 і карданного підвіса 1 перетворюється в коливання циліндричної вставки 4. При цьому вісь циліндричної вставки 4 описує конус, в результаті чого за допомогою карданної передачі 12, сателіта 14 й нерухомого центрального колеса 18 перетворюється в обертання напівбарабана 8. Напрямо цього руху протилежний напряму обертання напівбарабана 7. У результаті

здійснюються такі рухи робочих поверхонь: складні кутові коливання циліндричної вставки 4; планетарний рух напівбарабанів 7 й 8, складовою частиною якого є зустрічне обертання цих напівбарабанів навколо власної осі. Поєднання таких рухів контейнера дозволяє здійснювати технологічний процес з високою інтенсивністю.

Переміщення маси завантаження у такій установці можна розділити на два етапи: рух у безпосередньому контакті з ротором і рух у відриві від поверхні ротора.

Аналіз кінематики руху частинок маси завантаження, що прилягає до стінки камери, дозволяє отримати залежності абсолютної швидкості та прискорення деталей і частинок обробного середовища від геометричних характеристик вставки та кута її нахилу до осі обертання. Це є початковими умовами для визначення динамічних характеристик середовища на другому етапі, що дозволяє отримати співвідношення визначення кута їх відриву, коли елементи маси завантаження переходять у ковзний режим. При скочуванні верхні шари маси завантаження обертаються навколо своїх осей, втягуючи прилегли шари частинок мас завантаження, які в результаті перекочуються відносно один одного. Крім цього, при скочуванні лавиною по нерівній поверхні нижчих шарів відбуваються удари невеликої сили та ковзання часток мас завантаження.

Інтенсивність перебігу цих процесів залежить від габаритів камери, мас частинок обробного середовища, коефіцієнта заповнення робочої камери, швидкості обертання, геометрії робочого об'єму та інших факторів.

Зміна інтенсивності впливу на оброблювану деталь обумовлена зміною кількості ковзних шарів середовища в процесі передачі енергії деталі від стін ротора. Зміна кута нахилу вставки щодо осі її підвісу забезпечує додаткове поздовжнє переміщення маси обробного середовища і суттєво змінює її загальний характер руху. Маса завантаження може вільно переміщатися між напівбарабанами (від периферії до центру і назад), здійснюючи циркуляційний рух і змінюючи при цьому щільність середовища в різних зонах обробки. Частинки робочого середовища в зоні ковзання здійснюють складний рух, що складається з поступального переміщення разом з елементарним шаром, та коливання з незначною амплітудою.

Як впливає із запропонованої моделі руху частинок робочого середовища в робочій зоні установки, його шари в області підвісу

вставки мають малу швидкість руху. Тому поверхні деталі, що потрапляють у цю область, будуть піддаватися слабкому впливу з боку частинок і, як наслідок, зазнають менш ефективної обробки.

В умовах реальної обробки миттєві центри руху інгредієнтів робочого середовища не мають чітко фіксованого становища, хаотично змінюють його. Тому для практичних розрахунків товщину ковзного шару з достатнім ступенем ймовірності можна прийняти на рівні половини висоти завантаження обробного середовища в робочу зону установки.

З вищевикладеного слідує, що основними характеристиками, що визначають динамічний стан обробного середовища і, як наслідок, технологічний ефект обробки є тиск середовища та швидкість її переміщення. Саме в сукупності ці два фактори визначають щільність енергетичного впливу потоку обробного середовища на поверхню деталі, і ефективність обробки.

Висновки

1. На основі аналізу руху частинок маси завантаження у вібраційно-відцентровій установці встановлено, що основними геометричними та кінематичними характеристиками, що визначають технологічний ефект обробки є кут його коливання відносно осі обертання та частота обертання напівбарабанів.

2. Надання деталі додаткового зустрічного обертання деталі щодо напрямку руху потоку гранул обробного середовища, додатково інтенсифікує процес обробки поверхонь за рахунок збільшення часу контактної взаємодії з нею гранул обробного середовища.

3. Найбільший технологічний ефект оздоблювально-зачищувальної обробки в установці досягається в умовах її завантаження в межах 60–70% об'єму робочої зони і швидкості обертання напівбарабанів не більше 50–60 об/хв.

1. Пікула М. В. Синтез нових схем вібраційно-відцентрових установок. *Наукові нотатки*. Луцьк, 2012. Вип. 37. С. 266–271. 2. А. с. № 1781008 / В. М. Мороз, Н. В. Пікула. Устройство для виброцентробежной обработки. 1992. Бюл. № 46.

REFERENCES:

1. Pikula M. V. Syntez novykh skhem vibratsiino-vidtsetrovykh ustanovok. *Naukovi notatky*. Lutsk, 2012. Vyp. 37. S. 266–271. 2. A. s. № 1781008 /

V. M. Moroz, N. V. Pikula. Ustroystvo dlya vibrotsentrobejnoj obrabotki. 1992. Byul. № 46.

Pikula M. V., Senior Lecturer (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

SYNTHESIS OF NEW CHARTS OF THE OSCILLATION-CENTRIFUGAL SETTINGS

The article examines ways of intensifying finishing, cleaning and strengthening processing of blanks and parts, the use of which increases the level of mechanization and automation of labor-intensive work, contributes to increasing economic efficiency and labor productivity. The volume of operations of finishing, cleaning and strengthening processing in connection with the increase in requirements for the quality and appearance of products can be up to 20 percent of the total labor intensity of the production of parts. One of the effective ways to solve this problem is the finishing and cleaning treatment of machine parts with granular media in technological systems of the centrifugal-vibration type, the working chamber of which performs complex movements. A constructive solution of such a technological system is offered, which allows to ensure a high-energy process of finishing, cleaning and strengthening processing of parts in the working area of the installation, which is created by a central cylindrical insert and two half-drums freely installed on the insert. The half-drums rotate in the insert, and their drives provide counter-rotation. And the installation of a cylindrical insert in the cardan suspension ensures its oscillating movement. Analysis of the kinematics of the movement of the particles of the processing medium adjacent to the chamber wall allows obtaining the dependence of the absolute speed and acceleration of the ingredients of the loading mass on the geometric and kinematic parameters of the installation.

***Keywords:* finishing and cleaning treatment; vibrocentrifugal installation; granular medium; working area; half-drums; cylindrical insert.**
