

УДК 621.91

Потлов В. О., Водзянский В. В.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ВІЛЬНИМ АБРАЗИВОМ

У зв'язку з виникненням потреби в очищенні зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей складної конфігурації від задирок, окалини, окислів, бруду, а також обробки цих поверхонь перед фарбуванням і нанесенням різних типів покриття, виникла необхідність в обробній обробці деталей. Відомі методи ручної очистки деталей не дають необхідного якості обробки поверхонь і є мало продуктивними.

У статті розглянуті деякі методи обробки деталей вільним абразивом. Обробка ведеться в обертових барабанах що не закріплених, так і закріплених деталей. Ці методи є високо продуктивними і автоматизованими.

Цими методами ведеться одночасна обробка великої кількості деталей. Застосовується просте обладнання з нескладної налаштуванням з автоматичним протіканням процесу, а також порівняно не дорога обробляється рідина.

У статті розглянуто метод об'ємної вібраційної обробки. Викладено основні переваги та недоліки цього методу. Також розглянуті основні різновиди цього методу.

Виконаний аналіз різних методів зачистки деталей після лиття і штампування заготовок методом галтовки в порівнянні вібро-ротаційної обробкою показав, що метод вібро-ротаційної обробкою дає кращі технологічні результати під час його застосування у виробництві.

Розглянуто метод відцентрово-ротаційної обробки деталей. Цей метод має високу продуктивність, можливість одночасної обробки заготовок «в навал» великими партіями, можливість переходу від чорнової обробки оздоблювальної обробки шляхом зміни частоти обертання робочої камери без зупинки процесу і можливість механізації і автоматизації допоміжних процесів в циклі обробки.

Визначено основні фактори, що впливають на продуктивність і якість обробки: кут швидкості обертання дна; кут нахилу дна; характеристика робочого середовища; фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу; обсяг завантаження робочої камери; співвідношення обсягів оброблюваних заготовок і обробної середовища; час обробки; наявність і властивості технологічної рідини; вихідна шорсткість заготовок і інші фактори.

***Ключові слова.** Вільний абразив, обертові барабани, об'ємна вібраційна обробка, галтовка, вібро-ротаційна обробка, відцентрово-ротаційної обробки, робоча рідина.*

Постановка проблеми. При оздоблювальної обробці або підготовці деталей перед гальванічним покриттям до поверхонь деталей пред'являються жорсткі вимоги по шорсткості поверхні. Ця шорсткість повинна відповідати діапазону $Ra = 0,8 - 1,6$ мкм. Відомі методи ручної обробки не дозволяють досягти заданої шорсткості і рівномірності обробки по всій поверхні деталі. Ручні методи обробки мають малу продуктивність праці. Тому виникла необхідність механізації і автоматизації даного процесу. Механізація процесу обробки

дозволяє збільшити продуктивність праці в 10 - 15 разів. При обробці також виникають складнощі з закріпленням оброблюваних деталей і ріжучого інструменту. Велика розмаїтість деталей малої маси і недостатньою жорсткості ускладнюють вирішення даних проблем. Вирішувати ці проблеми дозволяє обробка незакріплені деталей в середовищі вільного абразиву і робочої рідини. Пошуку рішень даних проблем присвячена дана робота.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглядаючи технологічні можливості обробки заданих поверхонь деталей, тобто забезпечення необхідної шорсткості і рівномірності обробки, при мінімальній трудомісткості, керуючись рекомендаціями викладеними в [1 – 3], слід виконувати основні умови:

1. Для очищення поверхні необхідно застосовувати робочу рідину з піноутворювальними речовинами, для видалення забруднюючих речовин, які утворюються в процесі обробки.

2. По можливості використовувати абразивний матеріал з гострими крайками, для збільшення продуктивності праці.

3. Застосовувати ретельне перемішування оброблюваних деталей, для забезпечення рівномірної обробки поверхонь деталей.

Мета дослідження. У даній роботі поставлена мета - знайти рішення поставленого завдання і практичними порадами забезпечити її рішення з максимальною якістю і при мінімальних витратах.

Основний матеріал дослідження. На сучасних машинобудівних підприємствах досить часто виникає потреба в очищенні зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей складної конфігурації від окалини, окислів, бруду, а також обробки цих поверхонь перед фарбуванням і нанесенням різних типів покриття.

На механічну обробку зазначених поверхонь витрачається дорогий інструмент або застосовуються шкідливі для навколишнього середовища методи хімічного очищення.

З відомих способів очищення подібних деталей найбільш ефективним і екологічно безпечним є спосіб вібро-абразивної обробки, на спеціальному вібраційному обладнанні, з різними типами приводів, використовуючи одночасно вібро-навантаження деталей. Але як показує досвід експлуатації подібного обладнання, воно недостатньо продуктивне при обробці деталей складної конфігурації.

На основі проведених досліджень було встановлено, що найбільш ефективною при фінішній обробці деталей складної конфігурації є технологія просторової вібро-абразивної обробки.

Для реалізації способу вібро-абразивної обробки деталей складної конфігурації часто використовують обладнання з гідроімпульсним приводом, який забезпечує складний просторовий режим вібро-навантаження.

Гідропривід дозволяє відносно просто регулювати частоту і амплітуду проходження силових імпульсів, і енергію одного робочого ходу по кожному з напрямків вібро-навантаження.

При проведенні експериментальних досліджень гідроімпульсного приводу вимірювалися такі параметри: переміщення виконавчої ланки; тиск в напірній гідролінії гідросистеми приводу; тиск в порожнині гідроциліндрів; витрата енергоносія споживаного гідроприводом, температура робочої рідини.

На сьогоднішній день найбільшого поширення, як в Україні, так і в країнах ближнього і далекого зарубіжжя, отримала об'ємна вібраційна обробка.

Суть об'ємної вібро-абразивної обробки полягає в тому, що оброблювані деталі з абразивними тілами поміщають в контейнер, якому надається коливальний рух з певною частотою. За рахунок взаємодії абразивних гранул і деталей, викликаних коливаннями контейнера, відбувається зняття мікрочастинок металу з оброблюваних поверхонь.

Залежно від параметрів коливань, конструктивних особливостей верстатів, характеристик інструменту, хімічного складу робочого розчину досягається різний технологічний ефект - від грубого очищення до тонкої обробки. Час обробки коливається в межах від 20 хвилин до 20 годин.

Деталі складної просторової конфігурації з різних матеріалів часто виготовляють методами литва або об'ємного штампування, що супроводжується утворенням на поверхнях деталей залишків літників і облою. Усунення цих дефектів на операціях формоутворення призводить до значного подорожчання технологічного оснащення. Тому видалення облою з деталей після литва або штампування є трудомісткою технологічною операцією, механізація якої є актуальна.

В даний час чорнова або фінішна обробка деталей зі складно профільними поверхнями здійснюється, як правило, вільним абразивом. До найбільш часто використовуваних методів обробки вільним абразивом відносяться наступні: галтування, вібро-абразивна, турбо-абразивна, магнітно-абразивна, гідро-абразивна обробки, фінішна обробка ущільненим потоком вільного абразиву та ін. В основному ці методи є простими і технологічними і використовуються для обробки широкої номенклатури деталей. За показниками продуктивності і універсальності обробка деталей в середовищі вільних абразивів перевершує більшість традиційних способів з жорсткою кінематичної зв'язком в системі спід.

Розрізняють декілька технологічних схем обробки деталей в середовищі вільного абразиву. Найбільш поширена обробка деталей «в навал», але при обробці великих і нежорстких деталей обробка проводиться з установкою на пристосування.

Розглянемо деякі методи обробки деталей вільними абразивами.

Обробка в обертових об'ємна вібраційна обробка [1].

Галтування - метод обробки деталей в середовищі сипучих тіл, поміщених у обертову робочу камеру, що забезпечує переміщуються щодо відносно один одного.

Цей метод набув широкого поширення в промисловості, завдяки тому що здійснюються:

- одночасна обробка великої кількості деталей;
- простота обладнання та його обслуговування;
- не дефіцитності обробних середовищ;
- автоматичне протікання процесу обробки.

На галтувальному обладнанні, здійснюється видалення задирок, іржі, окалини, притуплення крайок, поліпшення шорсткості поверхні.

Схеми обробки різноманітні, але в основному це обертання циліндричних або гранованих барабанів навколо вертикальної, горизонтальної або нахильної осей з завантаженими в них деталями та обробної середовищем (рис. 1).

До числа параметрів, що визначають результати обробки, відноситься швидкість обертання барабану, його розміри, характеристика і розміри обробляю-ще середовище, склад ЗОР. Важливе значення має початковий стан оброблюваних заготовок і деталей. Для

Машинобудування і зварювальне виробництво

інтенсифікації обробки деталі можуть бути встановлені на оправках, яким надають додаткове обертання в порожнині барабана (рис. 1).

Незважаючи на простоту реалізації і широкі технологічні можливості даного методу, йому притаманні такі недоліки:

- низька продуктивність внаслідок малих швидкостей обертання галтувального барабану;
- сильний шум, що виникає під час обробки;
- великі додаткові витрати часу, пов'язані з необхідністю розділення робочого середовища і заготовок, мийки заготовок і регенерації робочого середовища після завершення кожної галтувальної операції;
- неможливість обробки тонкостінних, нежорстких і легко деформуючих заготовок;
- виключена можливість одночасної обробки деталей різних геометричних розмірів і ваги, так як при зіткненні з дном барабана важкі деталі будуть деформувати або навіть ламати легші;
- нерівномірність знімання металу з різних ділянок поверхонь деталей складної форми, що мають кишені, ніші та інші внутрішні порожнини.

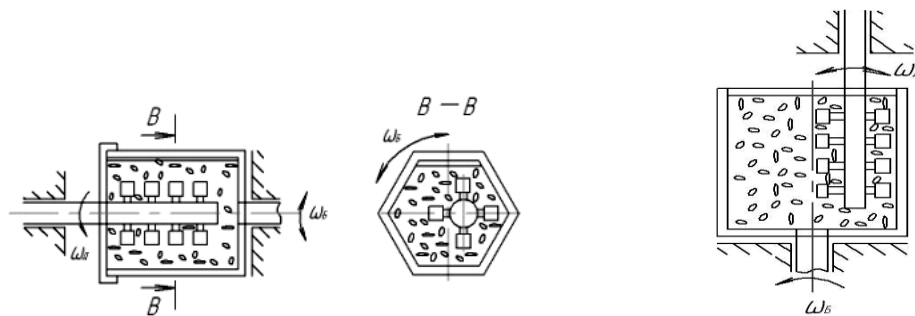


Рисунок 1 – Схеми обробки деталей галтувальним методом - встановлених на оправках, в галтувальних барабанах з вертикальної і горизонтальної осями обертання

Відцентрово-ротаційна обробка є одним з обробно-зміцнюючих методів обробки. Вона займає особливе місце серед відомих методів обробки деталей в середовищі вільного абразиву. До основних переваг відцентрово-ротаційної обробки відносяться:

- висока продуктивність (по продуктивності перевершує галтувальну обробку в 10...30 разів, а вібраційну до 12,5 разів);
 - просте по конструкції обладнання;
 - можливість одночасної обробки заготовок «в навал» великими партіями;
 - можливість переходу від чорнової обробки до чистої шляхом зміни частоти обертання дна камери без зупинки процесу;
 - можливість механізації і автоматизації допоміжних процесів і циклу обробки.
- Сутність відцентрово-ротаційної абразивної обробки відображена на рисунку 2.



Рисунок 2 – Схема відцентрово-ротаційної обробки деталей «в навал»

У робочу камеру завантажують обробну середу 3 і оброблювані деталі 4 і приводять в обертовий рух навколо вертикальної осі таким чином, що вся маса завантаження набуває форму тора. Тороїдально-гвинтовий потік забезпечується конструкцією робочої камери, утвореної нерухомою обичайкою 1 і прилеглим до неї конічним дном 2, виконаним у вигляді ротора з можливістю обертання навколо власної осі на підшипникових опорах. Для зменшення зносу внутрішні поверхні робочої камери покривають зносостійким матеріалом. Найчастіше використовуються гумові або поліуретанові покриття. Обертання дна зазвичай забезпечується реверсивним електродвигуном або гідродвигуном. Всередину камери під час обробки подають ЗОР.

Обробка здійснюється за рахунок відносного переміщення і взаємодії робочого середовища і оброблюваних деталей. Таким способом можуть оброблятися деталі різної геометричної форми і розмірів, що не деформуються в тороїдально-гвинтовому потоці.

Кутову швидкість обертання ротора призначають зазвичай в діапазоні 6..40 рад/с, а величина завантаження робочої камери не повинна перевищувати 0,5..0,7 обсягу.

Факторів, що впливають на продуктивність і якість обробки:

- кутова швидкість обертання дна;
- кут нахилу дна;
- характеристика робочого середовища;
- фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу;
- обсяг завантаження робочої камери;
- співвідношення обсягів оброблюваних заготовок і обробної середовища;
- час обробки;
- наявність і властивості технологічної рідини;
- вихідна шорсткість заготовок і інші фактори.

Змінюючи частоту обертання дна, змінюють висоту підйому завантаження. Траєкторію руху завантаження всередині валика зміниться, якщо застосувати стакан з гранованими стінками. Збільшення висоти утворююмого валика завантаження і неоднорідності його руху інтенсифікують видалення припуску.

ВИСНОВКИ

Аналіз досліджень показав що метод відцентрово-ротаційної обробки показав, що:

- підвищується продуктивність праці в 10 - 15 разів;
- досягається рівномірність обробки як однієї, так і всіх поверхонь деталі;
- досягається шорсткість оброблених поверхонь в діапазоні $R_a = 0,8 - 1,6$ мкм;
- даний метод значно розширює діапазон оброблюваних деталей;
- даний метод можливо рекомендувати до застосування у виробництво.

Список використаних джерел:

1. *Нечай, Е. В.* Анализ финишных методов обработки деталей в среде свободных абразивов / *Е. В. Нечай, Н. И. Пичугин* // Вібрації в техніці та технологіях. – 2010. – № 2. – С. 152–166.
2. *Кулаков, Ю. М.* Отделочно-зачистная обработка деталей / *Ю. М. Кулаков, В. А. Хрульков*. – М. : Машиностроение, 1979. – 216 с.
3. *Шаинский, М. Е.* Проблемы развития виброабразивной обработки в стране / *М. Е. Шаинский, О. Г. Игнатенко, В. А. Власов* // Виброабразивная обработка деталей : тр. Всесоюз. научно-техн. семинара. – Ворошиловград, 1978. – С. 3–8.
4. *Цыгановский, А. Б.* Разработка и внедрение технологии гидроабразивной струйно-центробежной обработки мелких деталей : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 : утв. 18.07.90 / *Цыгановский Александр Борисович*. – Москва, 1990. – 270 с.
5. *Субач, А. П.* Динамика процессов и машин объемной и центробежной обработки насыпных деталей / *А. П. Субач*. – Рига : Знание, 1991. – 400 с.
6. *Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах / И. Н. Карташов [и др.]*. – К. : Вища школа, 1975. – 188 с.

Потлов В. А., Водзянский В. В.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СВОБОДНЫМ АБРАЗИВОМ

В связи с возникновением потребности в очистке наружных и внутренних поверхностей деталей сложной конфигурации от заусенцев, окалины, окислов, грязи, а также обработки этих поверхностей перед покраской и нанесением различных типов покрытия, возникла необходимость в обрабатывающей обработке деталей. Известны методы ручной очистки деталей не дают необходимого качества обработки поверхностей и мало продуктивны.

В статье рассмотрены некоторые методы обработки деталей свободным абразивом. Обработка ведется во вращающихся барабанах, которые не закреплены, так и закреплены детали. Эти методы являются высоко производительными и автоматизированными.

Этими методами ведется одновременная обработка большого количества деталей. Применяется простое оборудования с несложной настройкой с автоматическим протеканием процесса, а также сравнительно дорога обрабатывается жидкость.

Машинобудування і зварювальне виробництво

В статье рассмотрен метод объемной вибрационной обработки. Изложены основные преимущества и недостатки этого метода. Также рассмотрены основные разновидности этого метода.

Выполненный анализ различных методов зачистки деталей после литья и штамповки заготовок методом галтовки по сравнению вибро-ротационной обработкой показал, что метод вибро-ротационной обработкой дает лучшие технологические результаты при его применении в производстве.

Рассмотрен метод центробежно-ротационной обработки деталей. Этот метод имеет высокую производительность, возможность одновременной обработки заготовок «в навал» большими партиями, возможность перехода от черновой обработки отделочной обработки путем изменения частоты вращения рабочей камеры без остановки процесса и возможность механизации и автоматизации вспомогательных процессов в цикле обработки.

Определены основные факторы, влияющие на производительность и качество обработки: угловая скорость вращения дна; угол наклона дна; характеристика рабочей среды; физико-механические свойства обрабатываемого материала; объем загрузки рабочей камеры; соотношение объемов обрабатываемых заготовок и обрабатывающей среды; время обработки; наличие и свойства технологической жидкости; исходная шероховатость заготовок и другие факторы.

Ключевые слова. *Свободный абразив, вращающиеся барабаны, объемная вибрационная обработка, галтовка, вибро-ротационная обработка, центробежно-ротационной обработки, рабочая среда.*

Potlov V. O., Vodzianskyi V. V.

ANALYSIS OF EXISTING METHODS OF PROCESSING PARTS WITH FREE ABRASIVE

Due to the need to clean the external and internal surfaces of parts of complex configuration from burrs, scale, oxides, dirt, as well as treating these surfaces before painting and applying various types of coatings, there is a need for finishing processing of parts. Known methods for manual cleaning of parts do not provide the required quality of surface treatment and are not very productive.

The article discusses some methods of processing parts with a free abrasive. Processing is carried out in rotating drums of both non-fixed and fixed parts. These methods are highly productive and automated.

These methods are used to simultaneously process a large number of parts. Simple equipment with simple setup with automatic process flow, as well as relatively inexpensive processed fluid, are used.

The article considers the method of volumetric vibration processing. The main advantages and disadvantages of this method are described. The main varieties of this method are also considered.

The analysis of different methods for stripping parts after casting and stamping blanks using the tumbling method in comparison with vibration-rotation treatment showed that the vibration-rotation treatment method gives the best technological results during its application in production.

Машинобудування і зварювальне виробництво

The method of centrifugal-rotational processing of parts is considered. This method has high productivity, the ability to simultaneously process workpieces “in bulk” in large batches, the ability to switch from roughing to finishing processing by changing the speed of the working chamber without stopping the process, and the possibility of mechanization and automation of auxiliary processes in the processing cycle.

The main factors affecting the productivity and quality of processing are determined: the angular velocity of rotation of the bottom; bottom angle; characteristic of the working environment; physical and mechanical properties of the processed material; loading volume of the working chamber; the ratio of the volumes of processed billets and the processing environment; time of processing; the presence and properties of the process fluid; initial roughness of the workpieces and other factors.

Keywords. *Free abrasive, rotating drums, volumetric vibration processing, tumbling, vibration-rotary processing, centrifugal-rotary processing, working sackcloth.*

*Рекомендовано до публікації: д-р техн. наук, проф. ДВНЗ «ПДТУ» О.О. Анділахай
Стаття надійшла 25.02.2020 р.*

УДК 621.91

Потлов В. О.

ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ МАЛОЇ МАСИ

На сучасних машинобудівних підприємствах досить часто виникає потреба в вирішенні завдань пов'язаних з оздоблювальною обробкою виготовлених деталей і додання їм товарного вигляду.

На механічну обробку цих деталей витрачається дорогий інструмент, або застосовуються низько продуктивні методи обробки. Ці методи обробки значно підвищують собівартість продукції.

У статті розглянуті деякі методи відцентрової обробки деталей малої маси. Обробка ведеться в робочих камерах, абразивними матеріалами деталей, які знаходяться у не закріпленому стані. Ці методи мають найбільшу ефективність, високу продуктивність, як правило автоматизовані і при цьому залишаються екологічно безпечними.

Даний метод очищення застосовується у велико-серійному і масовому виробництві. Устаткування має досить просту конструкцію, надійно в експлуатації і легко переналагоджується на партію деталей іншого типу розміру.

У статті виконано огляд різних видів устаткування для відцентрової обробки деталей малої маси. Також розглянуті переваги і недоліки даного обладнання для різних видів деталей.

Метод відцентрової обробки має широкий діапазон оброблюваних деталей як за формою так і за розмірами, для обробки деталей не треба застосовувати спеціальні пристосування, вони знаходяться у вільному стані. Як абразиву використовуються різні шліфувальні порошки.