

Винахід стосується галузі технології обробки виробів в вібраційних установках при сполученні операцій шліфування, полірування та нанесення покриття в одну операцію і може бути використане в машинно- та приладобудуванні, де покриття відіграє антикорозійну, декоративну або антифрикційну роль.

Найбільш близьким до запропонованого способу є спосіб вібраційної обробки деталей з нанесенням покриття, який ґрунтується на активізації механо-хімічних процесів на поверхнях оброблюваних виробів в присутності рідких поверхнево-активних органічних або неорганічних кислотних речовин з добавкою солей, що являються похідними металів покриття [1]. Головна особливість цього способу - відсутність металічного порошку, яким покривають поверхні виробу. Замість порошку тут використовують розчини солей того металу, яким покривають деталі, а замість металічних (стальних) або скляних кульок - наповнювачі з абразивними властивостями (абразивні дрібки, фермовий наповнювач, фарфорові кулі).

В даному випадку нанесення покриття здійснюється за рахунок присутності в зоні фрикційного динамічного контакту наповнювача з поверхнями виробу активного кислого середовища, яке сприяє при терті локалізації напруг і руйнуванню кристалічної решітки в цих зонах.

Солі металу покриття, як правило, самі являються поверхнево-активними речовинами, що піддаються трибодеструкції в початковій стадії відобробки і тому теж сприяють деформаційним процесам на поверхнях виробів.

Все це, при наявності в розчині відновлювача металу покриття із солі, дозволяє здійснити перенос одного металу на інший (в даному випадку на поверхню виробів) на атомарному рівні за рахунок різниці електродпотенціалів різних металів.

Недоліками цього способу є:

а) недостатня адгезія покриття з поверхнею виробу внаслідок не повного змочування технологічною рідиною цих поверхонь, що, в свою чергу, приводить до створення на контактуючих поверхнях не стабільних металоплакуючих плівок, які регулюють щеплення металу покриття з металом виробу;

б) не рівномірний розподіл покриття по поверхні виробу, внаслідок недостатньої кількості активних центрів електрохімічних процесів (ділянки з викривленою кристалічною решіткою), що обумовлюється використанням абразивного наповнювача значних розмірів. Спроби використання абразивного порошку не поліпили процес, тому що через малу в'язкість рідини абразив осідає на дно робочої камери вібраційної установки і не може утримуватись в зоні динамічного контакту;

в) неможливість одержання блискучих і світлих покриттів внаслідок застосування, як правило, кислотних технологічних рідин, що викликають окислення матеріалу покриття та підтравлюють плівки на поверхнях виробу. Спроби виключити цей недолік приводять до використання дорогих і екологічно шкідливих речовин в великих кількостях.

В основу винаходу поставлена задача підвищення стабільності нанесення покриття при

вібраційній обробці деталей за рахунок урівноваження та активізації спільної дії механічного (режими роботи установки, що збільшують контактні навантаження на оброблювані вироби) та фізико-хімічного (адсорбційне пластифікування в поверхнево-активних речовинах) факторів, тобто створення таких умов в контейнері вібраційної установки, які давали б змогу краще реалізувати явище інерційного переносу одного металу на інший.

Ця задача вирішується тим, що у запропонованому способі вібраційної обробки з нанесенням покриття з використанням двофазних технологічних сумішей, в зону фрикційного динамічного контакту виробів і наповнювача з металу покриття вводять технологічну суміш в вигляді в'язкопластиного водорозчинного середовища, що вміщує тверду абразивну фазу, у вигляді порошку, та пластичну поверхнево-активну фазу у масовому співвідношенні відповідно (0,1 - 1,0) : 1,0, а процес обробки виробів проводять у два етапи, причому після першого етапу параметр шорсткості оброблюваних поверхонь відповідає $R_a \leq 12 \text{ мкм}$.

Для досягнення найкращих результатів вібраційної обробки з покриттям металом наповнювача вібраційну обробку на першому етапі ведуть при кінематичній в'язкості технологічної суміші в межах 40 - 150 сСт (сантистоксів).

Як наповнювач використовують відходи штампувального виробництва кольорових металів (міді, латуні, бронзи, золота, срібла і інш.) або шматочки нарубленого того ж металу довільної форми і розміру, але не більш 25 - 30 мм.

Як в'язке складове технологічне середовище використовують високомолекулярні полімери, сополімери або їх різні комбінації, а також водорозчинні мастила.

Двофазна в'язкопластична водорозчинна технологічна суміш в запропонованому способі вібраційної обробки з нанесенням покриття виконує подвійну роль:

по-перше, являється рухомим силовим каркасом, в якому утримується ріжуча основа технологічної суміші - абразивні зерна порошку;

по-друге, внаслідок підвищеної адсорбційної здатності бере участь в формуванні активних центрів електрохімічних процесів за рахунок: пониження поверхневої енергії на поверхнях виробів; дифузійного мігрування молекул по ювенільним поверхням, що утворились внаслідок мікрорізання; виникнення активних речовин в тому числі радикалів та іон-радикалів, що взаємодіють з атомами металів внаслідок трибодиструкції в початковій стадії процесу, а також за рахунок запобігання закриттю мікротріщин внаслідок розклинюючих сил.

Нижня межа в'язкості технологічної суміші, що заявляється, обмежується її здатністю утримувати тверду фракцію (абразивні зерна) постійно в зоні фрикційного динамічного контакту, а верхня - рухомістю абразивного зерна під час обробки.

Абразивні зерна виконують основну роботу по формуванню мікрорельєфа та мікроповерхонь з викривленою кристалічною решіткою завдяки нежорсткому закріпленню в пластичному середовищі. Формування мікрорельєфа та мікроповерхонь відбувається за рахунок зйому мікростружки, коли зерна - мікрорізці укорінюються в приповерхневий шар виробів, та крихко-

утомлесному руйнуванню, коли зерна абразиву перекочуються по поверхнях виробів.

Пластична складова технологічної суміші виконує основну роль поверхнево-активної речовини. Крім того, завдяки в'язкій консистенції вона має хорошу змочуваність поверхонь виробів і наповнювача, що дає можливість під час обробки рівномірно розподілитись їй по всіх поверхнях за короткий час і цим забезпечити достатньої кількості, абразивних зерен в зоні фрикційного динамічного контакту на самому початку процесу і до його кінця.

Використання наповнювачів з м'якого металу, яким потрібно покрити виріб, процес віброобробки фактично переводить до процесу фрикційного покриття, де крім явища відбіркового інерційного переносу мають місце ще й процеси відбіркового розчинення м'якого металу, які підвищують градієнт механічних властивостей на ділянках тертя між виробами і наповнювачем.

Сукупність вищевказаних властивостей інгредієнтів, що присутні в процесі віброобробки, та раціональна спільна дія механічних і фізико-хімічних факторів створюють ідеальні умови для виникнення в робочому об'ємі вібраційної установи режиму інерційного відбіркового переносу.

Процес вібраційної обробки з нанесенням покриття починається одночасно з мікрорізання, пластичного деформування та трибодиструкції технологічної суміші.

Мікрорізання знімає шар матеріалу з виробів та наповнювача. В міру руйнування абразивних зерен під дією поверхнево-активних і хімічно активних речовин, що утворились внаслідок трибодиструкції, зйом шару матеріалу зменшується, а значить зменшується параметр шорсткості поверхні виробу. Параметр шорсткості поверхні виробу на протязі часу обробки зменшується ще і внаслідок того, що частина абразивних зерен перекочується по окремим виступам поверхні і згладжує їх шляхом пластичного деформування.

В результаті трибодиструкції технологічної суміші на початку вібраційної обробки, виникають хімічно активні речовини, а також радикали та іон-радикали, які взаємодіють не тільки з абразивними зернами порошку, але і з атомами металу, при цьому утворюється хемосорбат, який загубивши зв'язок з металевою поверхнею, стає додатковою поверхнево-активною речовиною. Спочатку хімічна реакція йде з анодним компонентом сплаву і виникає катодна поляризація. В міру вичерпування катодного компонента (закінчення початкової стадії) змінюваний хімічний потенціал утвореної сервовитної плівки створює умови для взаємодії хімічно-активних речовин, радикалів та іон-радикалів з атомами катодного компонента. На виробі виникає суцільний шар кординаційних зв'язань між якими і йде обмін атомами. Це результат періодичного укріплення та розкріплення сервовитної плівки при її розчиненні та механічній дії вібрацій, що супроводжують процес.

При розчиненні сервовитної плівки, виникають нові кординаційні зв'язання при виході дислокацій на поверхню і процес повторяється, або продовжується.

Такий режим реалізується практично для будь-якої в'язко-пластичної технологічної суміші, що

містить в собі поверхнево-активні та хімічно-активні речовини, і в найбільш повній мірі проявляється при наявності в зоні тертя металів (наповнювача), що характеризується комплексотворювальною здатністю. Як правило це м'які метали підгруп міді (мідь, срібло, золото), цинку (цинк, кадмій, ртуть) та залізо (залізо, кобальт, нікель).

Двоетапність вібраційної обробки диктується інтенсифікацією адгезійних зв'язків, що виникають між нанесеним шаром покриття і поверхнею виробу та зв'язків в самому покритті по всій його товщині.

Адгезійні зв'язки та формування товщини покриття зумовлені в значній мірі наявністю в зоні динамічного контакту тільки хімічно-активного середовища без твердої фази (абразивного зерна).

Тому перший етап вібраційної обробки з нанесенням покриття закінчується при наявності на виробі тонкої плівки з металу покриття, при цьому параметр шорсткості поверхонь виробів повинен відповідати $R_a \leq 12 \text{ мкм}$. Далі підпадає необхідність у використанні технологічної суміші і її змивають водою кімнатної температури.

Другий етап вібраційної обробки з нанесенням покриття йде без технологічної суміші. Але в робочій зоні контейнера є достатня кількість поверхнево-активних і хімічно активних речовин (хемосорбату), що сприяють формуванню товщини покриття та адгезійним зв'язкам, які утворились внаслідок трибодиструкції ще на першому етапі. Закінчується другий етап обробки тоді, коли на виробі утвориться суцільний шар покриття. На другому етапі найкраще регулювати за допомогою присадок відтинки та блиск покриття.

Для перевірки і співставлення відомого і запропонованого способів були проведені порівняльні випробування в вібраційній установці з тороїдальним контейнером об'ємом 5 дм^3 . Режим обробки: частота коливань - $46,6 \text{ Гц}$, амплітуда горизонтальних та вертикальних коливань - $1,3 \text{ мм}$. В якості дослідних зразків використовувались деталі серійного виробу "Петля меблева", виготовлені литвом із сплаву алюмінію та холодною штамповкою - з вуглецевих сталей.

Вібраційну обробку з нанесенням покриття проводили окремо: в рідкому поверхнево-активному середовищі (сірчана кислота) з добавкою солі, що являється похідними металів покриття (мідний купорос), і відновлювана міді (столярний клей), та з запропонованою технологічною сумішшю (в'язкопластичне водорозчинне середовище з додаванням абразивного порошку) в мідному наповнювачі з фіксацією часу обробки. Параметр шорсткості поверхні виробів вимірювалась на профілографі-профілометрі мод.201. В якості пластичної основи в експериментах використовувалась органічна речовина триетаноламінолеат з добавкою абразивного порошку 62СМ40 або 64СМ40.

Експерименти показали, що запропонований спосіб вібраційної обробки з нанесенням покриття в порівнянні з відомим переважає, як по якості самого покриття, так і по його товарному вигляді.

Покриття виробів міддю в відомому способі є не рівномірним, особливо в тяжкодоступних місцях, навіть зустрічаються ділянки поверхні зовсім не покриті міддю. Покриття має занадто темне забарвлення з темними (навіть чорними) цяточками.

Колір покриття - майже коричневий з темно-червоним відтінком. Все покриття матове, не має товарного вигляду.

Запропонований спосіб вібраційної обробки з нанесенням покриття значно відрізняється в кращу сторону від відомого. Деталі, що пройшли обробку цим способом, мають світлу блискучу поверхню. Колір - світло-коричневий до рожевого з приємним товарним виглядом.

В таблиці показано, як залежить якість покриття від кінематичної в'язкості технологічної суміші та співвідношення твердої і в'язкопластичної складової цієї суміші.

З таблиці видно, що навіть з запропонованою технологічною сумішшю не можна отримати якісного покриття, коли кінематична в'язкість менша 80сСт, тобто коли в зону динамічного контакту не доставляється достатньої кількості ріжучих абразивних зерен. Та ж сама картина і з співвідношенням твердої і в'язкопластичної складової в технологічній суміші.

Як видно з таблиці, оптимальними в запропонованому способі являються: кінематична в'язкість технологічної суміші в межах 80 - 110сСт та співвідношення твердої і в'язкопластичної складової в межах (0,6 - 1,0) : 1.

Необхідна кінематична в'язкість регулюється шляхом додавання в технологічну суміш води кімнатної температури.

Запропонований спосіб дозволяє значно підвищити продуктивність праці і одночасно виконувати слюсарні та шліфувальні роботи в виді переходів не зупиняючи всього процесу. Спосіб зберігає, при цьому, всі позитивні властивості відомого способу вібраційної обробки з покриттям, коли використовується рідкий компонент.

Нижня межа кількості шліфувального порошку обмежується різким зниженням продуктивності процесу, а верхній - збільшеною витратою шліфувального порошку.

Як показали експериментальні випробування, запропонований спосіб являється універсальним і може застосовуватись для обробки різних виробів з різних металів як окремий технологічний процес з рядом переходів. Він особливо ефективний для обробки дрібних деталей, наприклад взуттєвої фурнітури.

Таблиця

Характеристика технологічної суміші		Параметр шорсткості поверхні виробів R _a , мкм		Характеристика покриття виробів
Кінематична в'язкість, в сСт	Співвідношення твердої і в'язкопластичної складової	Початкова	Кінцева	
40-70	0,2:1,0	20,0	14,0	Покриття не рівномірне як по товщині, так і по поверхні, має вади в важкодоступних ділянках виробу, матове або напівблискуче, сіре або світлосіре.
	0,4:1,0	20,0	12,5	
	0,6:1,0	20,0	10,5	
	0,8:1,0	20,0	8,5	
	1,0:1,0	20,0	6,5	
80-110	0,2:1,0	20,0	9,0	Покриття має деякі вади в важкодоступних ділянках виробу, напівблискуче, світлосіре.
	0,4:1,0	20,0	7,5	
	0,6:1,0	20,0	5,0	Покриття рівномірне на всіх ділянках виробу, блискуче, світле.
	0,8:1,0	20,0	4,0	
	1,0:1,0	20,0	2,5	
120-150	0,2:1,0	20,0	10,0	Покриття не рівномірне в тяжкодоступних ділянках виробу, блиск не однаковий по всіх поверхнях виробу.
	0,4:1,0	20,0	8,5	
	0,6:1,0	20,0	8,0	
	0,8:1,0	20,0	10,5	Покриття не рівномірне по товщині і по поверхні виробу, матове світле.
	1,0:1,0	20,0	11,0	