

Винахід відноситься до машинобудування і стосується ремонтного виробництва, зокрема, попередньої механічної обробки зі зняттям стружки для підготовки поверхонь спрацьованих деталей під відновлення за допомогою техніки напилення газотермічних покриттів (техніки напилення ГТП) (надалі - попередньої механічної обробки зі зняттям стружки).

Відомий спосіб визначення глибини попередньої механічної обробки зі зняттям стружки, який передбачає видалення шару матеріалу, враженого корозією, ліквідацію ексцентричності, овальності, конусності, що появилися внаслідок спрацювання (див.: [1]. Газотермические покрытия из порошковых материалов: Справ. / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардатовская. - К.: Наук. думка, 1987. - 544с. - С.18. - Табл.1.1).

Відомий спосіб визначення глибини попередньої механічної обробки зі зняттям стружки, який передбачає її обмеження товщиною покриття, що буде нанесене, за вирахуванням припуску на його обробку (див.: [2]. Руководящие технические материалы. Подготовка поверхности перед нанесением покрытий газотермическим напылением: Типовой технологический процесс РТМ ИЭС-4-90 // Газотермическое напыление покрытий: Сб. руководящих материалов. - К.: ОНТИ ИЭС им. Е.О. Патона АН УССР, 1990. - 176с. - С.48-49).

Недолік вищенаведених відомих технічних рішень у тому, що глибина попередньої механічної обробки зі зняттям стружки визначається інтуїтивно і, як правило, є завищеною.

Відомий спосіб визначення глибини попередньої механічної обробки зі зняттям стружки за таблицями (дослідно-статистичний спосіб) (див.: [1]. -С.23. - Табл.1.3).

Недолік відомого технічного рішення в тому, що глибина попередньої механічної обробки зі зняттям стружки є завищеною.

Відомий спосіб визначення глибини попередньої механічної обробки зі зняттям стружки, який передбачає ліквідацію наслідків спрацювання (корсетності, бочкоподібності, овальності, конусності, задирів, вм'ятин, місць схватування металу) і доведення поверхні до розміру, що забезпечує нанесення покриття необхідної товщини (див.: [3]. Вольперт Г.Д. Покрытие распыленным металлом (металлизация). - М.: Промстройиздат, 1957. - 268с. - С.19) (аналог, найбільш близький за сукупністю ознак до винаходу).

Недолік відомого технічного рішення у тому, що при визначенні глибини попередньої механічної обробки зі зняттям стружки не враховується зміна якості покриття, яке буде нанесене за допомогою техніки напилення ГТП, по його товщині.

Адже відомо, що показники якості покриття є неоднаковими по його товщині. Зокрема, для приповерхневих прошарків покриття характерною є наявність у них складовидної плівки на основі оксидів і карбідів (див.: [4]. Ящерицын П.И., Ерёмченко М.Л., Фельдштейн Е.Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учеб. для вузов. - Минск: Вышэйшая школа, 1990. - 512с. - С.397), тріщин, раковин тощо. Всередині покриття по всій його товщині є значна кількість пор і газових бульбашок (див.: [2]. - С.35; [5]. Роудон Г. Предохранительное покрытие металлами. - М.-Л.-Свердловск: ОНТИ - Металлургиздат, 1934. -248с. - С.36). Перехідний шар, прилеглий до основи, який утворюється самочинно або створюється цілеспрямовано за допомогою спеціальних технологічних прийомів (наприклад, нанесенням прошарку покриття з іншого, ніж в основного покриття, матеріалу для забезпечення більшої міцності зчеплення (див.: [1]. - С.53) або у випадку різних коефіцієнтів термічного розширення матеріалів основи та основного покриття (див.: [2]. -С.58)), відрізняється хімічним складом, структурою та властивостями від матеріалу покриття, причиною чого є явища сплавлення, дифузії, утворення інтерметалідів, які мають місце під час процесу напилення (див.: [1].-С.53).

Від глибини попередньої механічної обробки зі зняттям стружки безпосередньо залежить необхідна товщина покриття, наносимуваного за допомогою техніки напилення ГТП, мінімальне значення якої визначається (див.: [1].-С.52):

$$t_{п.мин}=t_{п.н.}+t_{п.и.}+Rz_{п.}+W_{п.},$$

де $t_{п.н.}$ - товщина покриття, необхідна для забезпечення нормального функціонування виробу; $t_{п.и.}$ - товщина покриття на спрацювання, що відповідає необхідному режиму його роботи; $Rz_{п.}$ - висота нерівностей, отриманих на останньому переході кінцевої обробки покриття (враховується у випадку роботи покриття в агресивних середовищах та в інших умовах експлуатації, коли процес руйнування покриття залежить від топографії поверхні); $W_{п.}$ - висота хвилястості (враховується аналогічно $Rz_{п.}$).

Багаточисленними експериментами встановлено, що показники якості покриття, нанесеного за допомогою техніки напилення ГТП, по його товщині змінюються таким чином, що завжди вирізняються три ділянки: верхня - ділянка зі змінними значеннями показників якості; середня - ділянка зі стабільними значеннями показників якості; нижня - ділянка з погіршеними значеннями показників якості. Співвідношення товщин цих ділянок можуть змінюватися в залежності від матеріалу покриття, режимів напилення, виду застосовуваної техніки напилення ГТП тощо.

Внаслідок вищенаведеного прошарки покриття пониженої якості можуть виявитися в межах товщини покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи.

Поліпшення ж якості покриття, нанесеного за допомогою техніки напилення ГТП, досягатиметься тоді, коли ділянки зі стабільними значеннями необхідного показника якості покриття буде, як мінімум, розміщуватися в межах товщини покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи (якщо величина ділянки зі стабільними значеннями показника якості покриття менша за товщину покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи, або дорівнює їй) або, що є найбажанішим, перекивати її повністю (якщо величина ділянки зі стабільними значеннями показника якості покриття більша за товщину покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи). В цьому випадку забезпечуватимуться найліпші експлуатаційні характеристики покриття (наприклад, стійкість проти спрацювання).

В основу винаходу поставлено задачу поліпшення якості покриття, нанесеного за допомогою техніки напилення ГТП.

Поставлена задача вирішується тим, що, згідно запропонованого технічного рішення, глибину попередньої

механічної обробки зі зняттям стружки остаточно визначають після того, як оброблюють пробну заготовку, що являє собою циліндричний стрижень із покриттям, нанесеним на нього за допомогою техніки напилення ГТП, та імітує деталь, відновлену внаслідок її спрацювання.

Заявлений спосіб здійснюється наступним чином. Глибину попередньої механічної обробки зі зняттям стружки циліндричного стрижня спочатку приймають такою, що передбачає ліквідацію наслідків спрацювання і доведення поверхні до розміру, який забезпечує нанесення за допомогою техніки напилення ГТП на циліндричний стрижень покриття товщиною, яка перевершує товщину покриття $t_{п.и.}$, необхідну для забезпечення нормального функціонування виробу, на величину, більшу за товщину покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи. Потім проводять обробку пробної заготовки, здійснюючи пошарове видалення всього покриття. Після видалення чергового прошарку вимірюють необхідний показник якості покриття кожної обробленої поверхні, визначають залежність його від товщини покриття і на отриманій залежності виявляють дільницю зі стабільними значеннями показника якості.

Глибину попередньої механічної обробки зі зняттям стружки остаточно визначають з урахуванням розміщення дільниці зі стабільними значеннями показника якості покриття та необхідного розміру деталі шляхом зміни спочатку прийнятої глибини попередньої механічної обробки зі зняттям стружки таким чином, щоб після повторного нанесення покриття такої ж товщини, як і спочатку, дільниця зі стабільними значеннями показника якості покриття змістилася та або розмістилася в межах товщини покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи, або перекрила її повністю. За показник якості покриття приймають шорсткість обробленої поверхні.

Суть розподілу шорсткості по товщині покриття видно з графіка, наведеного на фіг.

Здійснювали пошарове видалення всього покриття з пробної заготовки, спочатку прийнята глибина попередньої механічної обробки зі зняттям стружки циліндричного стрижня якої була h' , вимірювали шорсткість кожної обробленої поверхні за параметром R_a та будували графік його залежності від товщини покриття t_n . На графіку виділяли три дільниці - верхню (а), середню (б) та нижню (в). Як видно з графіка, найнижча і найбільш шорстка спостерігається на середній дільниці.

Визначали розміри дільниці зі стабільними значеннями показника якості R_a і з урахуванням розміщення дільниці зі стабільними значеннями показника якості покриття та необхідного розміру пробної заготовки коригували спочатку прийняту глибину попередньої механічної обробки зі зняттям стружки h' шляхом її зміни таким чином, щоб після повторного нанесення покриття такої ж товщини, як і спочатку, дільниця зі стабільними значеннями показника якості покриття змістилась у напрямку основи і її верхня межа А-А співпала з верхньою межею Б-Б товщини покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи (або щоб її нижня межа В-В співпала з нижньою межею Г-Г товщини покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи).

Зміщувати дільницю зі стабільними значеннями показника якості покриття в напрямку основи можна в тому випадку, коли товщина перехідного шару $t_{пер.}$ буде дорівнювати товщині покриття $t_{п.и.}$, необхідній для забезпечення нормального функціонування виробу, або буде більшою за неї.

Якщо товщина покриття $t_{п.и.}$ необхідна для забезпечення нормального функціонування виробу, буде більшою за товщину перехідного шару $t_{пер.}$, то в цьому випадку дільницю зі стабільними значеннями показника якості покриття необхідно зміщувати в напрямку, протилежному від основи.

Взагалі ж, при будь-яких умовах, глибину попередньої механічної обробки зі зняттям стружки h необхідно визначати за допомогою вищенаведених дій такою, щоб дільниця зі стабільними значеннями показника якості покриття або розмістилася в межах товщини покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи, або перекрила її повністю.

Приклад реалізації способу. На основі рекомендацій (див.: [2]. - С.49. - Табл.2) товщина покриття, в залежності від методу його нанесення за допомогою техніки напилення ГТП, за вирахуванням припуску на кінцеву механічну обробку становить 0,03...4,00мм (зокрема, для покриття, нанесеного за допомогою електричної техніки напилення ГТП, товщина покриття після кінцевої механічної обробки буде 0,65мм (див.: [3]. - С.16. - Табл.2)). У таких же межах повинна бути і глибина попередньої механічної обробки зі зняттям стружки h . Товщина покриття на спрацювання $t_{п.и.}$. Що відповідає необхідному режиму його роботи, приймається в межах 0,2...0,3мм (це впливає з того, що більшість деталей машин відновлюються при спрацюванні до 0,3мм (див.: [6]. Молодых Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справ. - М.: Машиностроение, 1989. - 480с. - С.5)). Припуск на кінцеву механічну обробку покриття (при застосуванні газової та електричної техніки напилення ГТП) становить 0,4...1,0мм (див.: [3]. - С.19. - Табл.2; [7]. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. - М.: Колос, 1981. - 352 с. - С. 257. - Табл. 132). Отже, товщина покриття t_n нановишеного за допомогою електричної техніки напилення ГТП, повинна вибиратися з діапазону 1,05...1,65мм.

Пробна заготовка для досліджень, яка імітувала спрацьовану деталь діаметром 40мм, являла собою циліндричний стрижень зі сталі 45 діаметром 38,7мм (тобто, глибину попередньої механічної обробки зі зняттям стружки спочатку приймали $h'=0,65$ мм) із нанесеним на нього за допомогою електричної техніки напилення ГТП покриттям товщиною 1,5мм. Її обточували, пошарово видаляючи все покриття (товщина прошарку, що видалявся за один прохід - 0,05мм), і після видалення чергового прошарку вимірювали шорсткість кожної обробленої поверхні.

Після цього будували графік залежності параметра шорсткості R_a від товщини покриття t_n . Було встановлено, що шорсткість у приповерхневих прошарках покриття загальною товщиною 0,6мм знизилася від 3,2 до 1,2мкм. На глибині від 0,6 до 1,0мм шорсткість за параметром R_a знаходилася в межах 1,1... 1,3мкм, а на глибині від 1,0 до 1,5мм збільшилася до 3,2...3,6мкм. Як показали дослідження, дільниця зі стабільними значеннями показника якості покриття розмістилася частково в межах товщини покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи, і частково - в межах припуску на кінцеву обробку.

Надалі коригували спочатку прийняту глибину попередньої механічної обробки зі зняттям стружки h' таким чином, щоб із її зміною дільниця зі стабільними значеннями показника якості покриття, як мінімум, розмістилася в межах товщини покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи. Для цього

остаточно визначали глибину механічної обробки зі зняттям стружки h , приймаючи її рівною 0,8мм. Потім циліндричний стрижень обточували до діаметра 38,2мм і повторно наносили покриття за допомогою електричної техніки напильника ГТП, забезпечуючи при цьому його товщину такою ж, як і спочатку, тобто, $t_n=1,5$ мм.

Повторне пошарове видалення покриття і вимірювання шорсткості кожної обробленої поверхні за параметром Ra після видалення чергового прошарку показало, що ділянка зі стабільними значеннями показника якості покриття, завдяки своєму новому розміщенню, перекриває товщину покриття на спрацювання $t_{п.и.}$, що відповідає необхідному режиму його роботи, повністю.

Потім першу партію пробних заготовок (10шт.) (діаметр циліндричного стрижня 38,7мм) обточували до діаметра 40мм і проводили перевірку на абразивне спрацювання в умовах сухого тертя. Другу партію пробних заготовок (10шт.) (діаметр циліндричного стрижня 38,2мм) також обточували до діаметра 40мм і проводили аналогічну перевірку.

Перевірка двох партій пробних заготовок на абразивне спрацювання в умовах сухого тертя показала, що спрацювання пробних заготовок із глибиною попередньої механічної обробки зі зняттям стружки, визначеною згідно відомого технічного рішення, становило у середньому 201мг, а згідно запропонованого - 138мг. Таким чином, за рахунок поліпшення якості покриття, нанесеного за допомогою техніки напильника ГТП, його стійкість проти спрацювання збільшилася на 45,6%.

