

Ж.П. Дусанюк, канд. техн. наук,

О.П. Шиліна, канд. техн. наук,

М.П. Федорченко

Вінницький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗСІЮВАННЯ ТА ПОЛЯ ДОПУСКУ РОЗМІРІВ ДЕТАЛІ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЇЇ ПОВЕРХНІ НАПИЛЮВАННЯМ

Розглянуто методику експериментального дослідження поля розсіювання розмірів відновлюваних поверхонь деталей при використанні газополуменевого, плазмового напилювання та вставленню поля допуску.

The methodology of experimental research field, scattering the size of renewable surface detail when using gasopolumenevogo, the plasma spraying and vstavlennovlenns field tolerance.

Вступ

Відновлення зношених деталей є важливим не тільки для задоволення потреб народного господарства, в тому числі сільськогосподарського виробництва, але й відіграє значну роль у підвищенні якості ремонту, зниженні витрат матеріальних і трудових ресурсів. Існує велика кількість способів відновлення зношених поверхонь деталей [1]. До найпрогресивніших відноситься газотермічне напилювання.

Під газотермічним напилюванням розуміють процес нанесення покриття розпиленням нагрітого до рідкого або в'язкотекучого стану диспергованого (порошкоподібного) матеріалу газовим струменем. Часточки матеріалу, що розпилюється, досягають поверхні у пластичному стані, маючи високу швидкість польоту. При контакті з підготовленою поверхнею деталі вони деформуються та занурюються у нерівності, утворюючи покриття. Зчеплення покриття з поверхнею деталі носить в основному механічний характер, і лише в окремих локальних точках можуть спостерігатися ділянки зварювання.

Газотермічні способи дозволяють надавати відновлюваним деталям не лише потрібну форму і розміри, але й змінювати у широких межах поверхневі властивості металопокриття.

Відновлення деталей газотермічними покриттями має такі переваги [1]:

- незначне нагрівання відновлюваної деталі (до 200°C);
- висока продуктивність;
- можливість регулювання в широкому діапазоні (0,1–10 мм) товщини покриття;
- простота обладнання та технологічність процесу.

При проектуванні технологічного процесу механічної обробки деталі після напилювання виникає питання щодо кількості ступенів механічної обробки, яке може бути визначено за коефіцієнтом уточнення, що дорівнює співвідношенню поля допуску розміру деталі при нанесенні покриття напилюванням до поля допуску розміру оброблюваної деталі.

Тому актуальним є питання визначення точності одержуваних розмірів поверхні, для якої виконується напилю-

вання, через те що в літературних джерелах практично відсутня дана інформація.

Мета роботи

Визначення параметрів розсіювання та встановлення допусків розмірів поверхонь, отриманих нанесенням покриттів плазмовим і газополуменевим напилюванням.

Поставлено наступні задачі:

- виготовлення дослідних зразків напилених деталей;
- вимірювання дослідних зразків;
- статистичний аналіз результатів вимірювання.

Результати досліджень

Для виконання досліджень було підготовлено експериментальні зразки у вигляді плоских (торцевих) поверхонь циліндричних деталей, на які наносилося покриття плазмовим напилюванням, зразки прямокутної форми та кільцевої форми з газополуменевим напилюванням (рисунки 1 а, б, в).

Протягом статистичних досліджень результатів процесу відновлення поверхонь деталей для забезпечення репрезентативності вибірки виконувалися умови [2, 3]:

- всі деталі відновлювалися на одному і тому самому обладнанні, однією напилювальною головкою з однаковими режимами;
- обладнання працювало з приблизно однаковими зупинками для встановлення та знімання деталей, без тривалих перерв;
- всі деталі виготовлено з одного й того самого матеріалу;
- під час напилювання оснащення не знімалося, не переналагоджувалося.

Для кожного із варіантів напилювання готувалося три вибірки по 50 зразків у кожній.

Вимірювання виконувались за допомогою індикатора годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм, який встановлювався на магнітній стійці (рисунок 2) та фіксував зміну розміру відносно початкового положення, в якому стрілка індикатора було виставлено на нуль. Початковий розмір був виміряний за допомогою штангенциркуля з ціною поділки 0,01 мм.

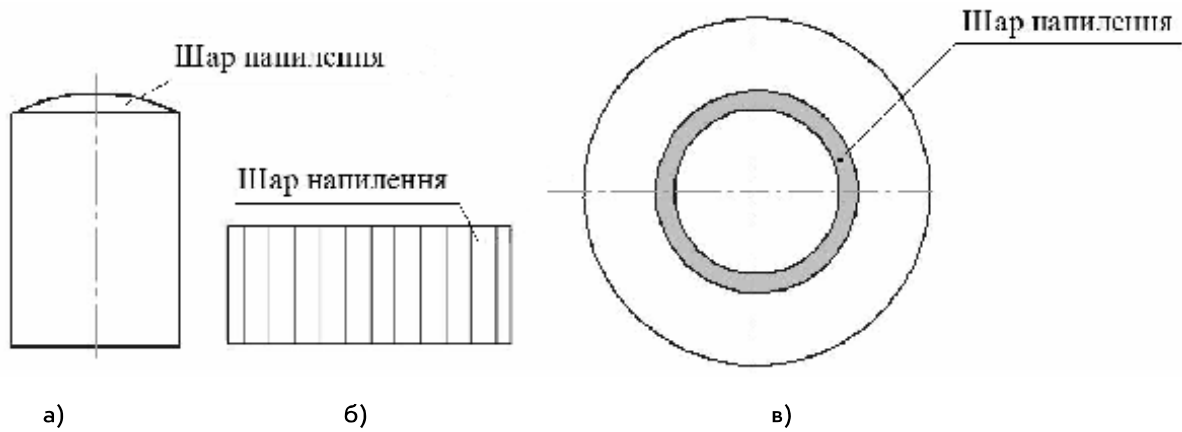


Рисунок 1 — Дослідні зразки.

Таблиця 1 — Результати вимірювання розсіювання розмірів дослідних зразків при плазмовому напилюванні

20,29	20,25	20,33	20,3	20,36
20,38	20,28	20,28	20,37	20,34
20,24	20,31	20,3	20,32	20,27
20,35	20,32	20,31	20,3	20,33
20,32	20,27	20,32	20,32	20,34
20,26	20,28	20,31	20,31	20,32
20,2	20,34	20,3	20,3	20,33
20,23	20,37	20,37	20,33	20,33
20,22	20,27	20,31	20,35	20,31
20,28	20,31	20,38	20,3	20,41

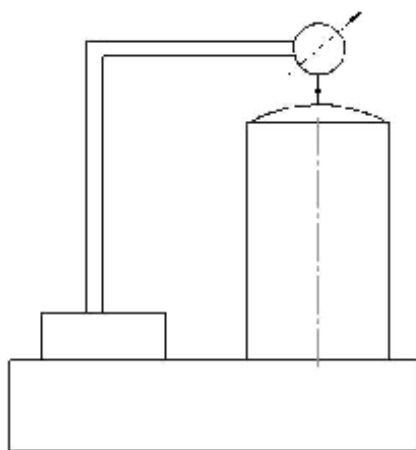


Рисунок 2 — Схема вимірювання.

Для дослідження розсіювання розмірів відносно нульової точки вимірювалося максимальне значення відхилення. Одержані результати заносилися в послідовності виготовлення напилених зразків. Приклад результатів вимірювання для однієї вибірки наведено в таблиці 1.

Найбільше значення розміру вибірки дорівнювало 20,41 мм, найменше — 20,2 мм.

Згідно одержаних даних побудовано емпіричні диференціальні криві розподілу — гістограми розподілу (рисунки 3) за даними, що наведені в таблиці 2 [3, 4].

Визначено середній розмір вибірки $\bar{X} = 20,307$ мм, середнє квадратичне відхилення $G = 0,0392$, побудовано криву нормального розподілу (крива Гауса) [3]. Аналіз кривих дозволив зробити висновок про те, що розсіювання товщини напиленого шару є близьким до кривої нормального розподілу (рисунки 3).

В інтервалі $\pm 3G$ із серединою в точці \bar{X} (середина кривої нормального розподілу) знаходиться 99,7% усієї площі під кривою розподілу, тобто теоретичне поле розсіювання складає приблизно $6G$.

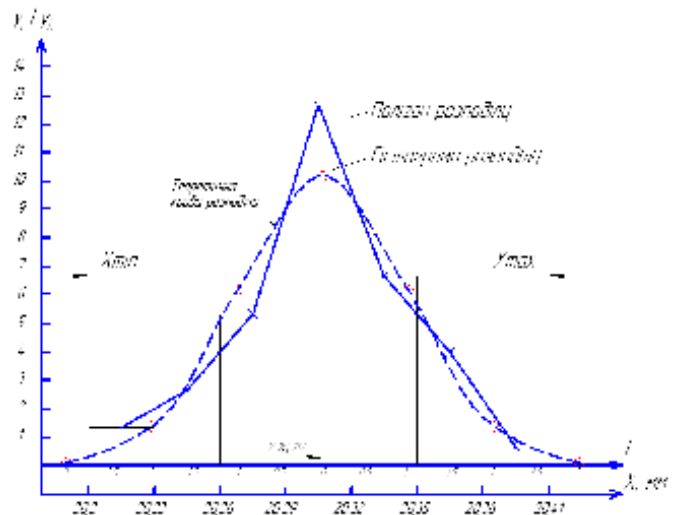


Рисунок 3 — Крива розподілу розмірів відновлюваної поверхні.

Таблиця 2 – Аналіз сукупності дійсних розмірів відновлюваних деталей

№ інтервалу	Границі інтервалу, мм	Частота, f	Частість, m	Емпірична щільність розподілу деталей, y_e	Диференціальна функція розподілу деталей (за теоретичними розрахунками), y_k
1	20,2 – 20,23	2	0,04	1,33	0,11
2	20,23 – 20,26	4	0,08	2,67	1,38
3	20,26 – 20,29	8	0,16	5,33	6,67
4	20,29 – 20,32	19	0,38	12,67	10,18
5	20,32 – 20,35	10	0,2	6,67	6,17
6	20,35 – 20,38	6	0,12	4	1,38
7	20,38 – 20,41	1	0,02	0,67	0,11

В інтервалі $\pm 3G$ із серединою в точці (середина кривої нормального розподілу) знаходиться 99,7% усієї площі під кривою розподілу, тобто теоретичне поле розсіювання складає приблизно $6G$.

Якщо коефіцієнт точності виконання операцій

$$K_T = \frac{6G}{T},$$

де T — поле допуску розміру відновлення дорівнює 1, то можна вважати, що поле розсіювання розмірів відновлюваних деталей дорівнює полю допуску.

Аналогічно були проведені дослідження для інших зразків та варіантів напилювання.

Висновки

Форма розсіювання розмірів при нанесенні покриття напилюванням відповідає кривій нормального розподілу (Гауса).

Ширина поля розсіювання товщини напиленого шару залежить від положення головки та форми плями напилювання, а також від способу напилювання.

Поле розсіювання товщини напиленого шару, отриманого плазмовим напилюванням, знаходиться в межах 290–300 мкм.

Газополуменеве напилювання за прямокутної форми напиленої поверхні забезпечує поле розсіювання тов-

щини напиленого шару в межах 700–930 мкм, а за кільцевої форми — 970–1100 мкм.

Експериментально отримані поля розсіювання товщини напиленого шару для різних способів напилювання можуть бути використано для визначення полів допусків розмірів напилених поверхонь відновлюваних деталей, а також для визначення кількості ступенів механічної обробки, що здійснюватимуться після напилювання.

Література

1. Корж, В.М. Нанесення покриття: Навчальний посібник / В.М. Корж, В.Д. Кузнецов, Ю.С. Борисов, К.А. Ющенко // Під редакцією академіка НАН України К.А. Юценка. — К.: Аристей, 2005. — 204 с.
2. Дерібо, О.В. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин. Частина 1. Практикум / О.В. Дерібо, Ж.П. Дусанюк, С.В. Репінський // Вінниця. ВНТУ, 2010. — 113 с.
3. Солонин, И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. — М.: Машиностроение, 1972. — 216 с.
4. Якимов, А.В. Технология машиностроения / А.В. Якимов, В.Н. Царюк, А.А. Якимов, Г.А. Оборский, В.П. Ларин, А.В. Самойленко // Под общ. ред. д.т.н., проф. А.В. Якимова. — Одесса: Астропринт, 2001. — 602 с.

Надійшла 26.05.2012 р.