

Л.Г. Полонський, д.т.н., проф.
Я.А. Степчин, к.т.н., доц.
М.П. Кравченко, магістрант
Житомирський державний технологічний університет
В.І. Осипенко, д.т.н., проф.
Черкаський державний технологічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТОВЩИНИ ЗНОСОСТІЙКИХ ГАЗОТЕРМІЧНИХ ПОКРИТТІВ

Запропоновано новий спосіб визначення оптимальної товщини зносостійких газотермічних покриттів.

Вступ. Застосування зносостійких газотермічних покриттів дозволяє поліпшувати експлуатаційні характеристики виробів та економити, внаслідок зменшення обсягів їх використання, значну кількість дорогих і дефіцитних матеріалів – вольфраму, нікелю, кобальту тощо. Завдяки газотермічним покриттям забезпечуються і спеціальні властивості – твердість, пористість, корозійна стійкість тощо. Останнім часом знайшли застосування і так звані „дорогі” покриття, зокрема, з нітриду титану та оксидів. Вони хоч і не забезпечують здешевлення продукції, але є незамінними в особливих умовах експлуатації (при високих температурах і навантаженнях, інтенсивному абразивному спрацюванні тощо).

Мета дослідження. Оскільки витрати часу та собівартість отримання покриттів пропорційні їхній товщині, то актуальною є необхідність визначення її оптимального значення, здатного задовольняти вимогам, що висуваються до покриття, при мінімальних витратах на його формування [1]. Найефективніше проблема вибору товщини покриття на деталях може бути вирішена за допомогою розрахунково-аналітичного методу [2].

Основна частина. Загальновідомо, що не весь шар покриття за товщиною має стабільні показники якості. Автори [2] звертають увагу на те, що перехідний шар між основою та матеріалом покриття відрізняється хімічним складом, структурою та властивостями від матеріалу покриття. Крім цього, верхній шар містить шлаки, пори та інші дефекти. Тому розрахунково-аналітичний метод не відображає якісних показників під час вибору робочої товщини газотермічного покриття.

Дійсно, мінімальна робоча товщина покриття визначається згідно з виразом [2]:

$$t_{n.\min.} = t_{n.n.} + t_{n.z.} + R_{zh} + W_h,$$

де $t_{n.n.}$ – товщина шару покриття, достатня та необхідна для забезпечення нормального функціонування виробу; $t_{n.z.}$ – товщина шару покриття на знос, яка забезпечує необхідний ресурс роботи виробу; R_{zh} – висота нерівностей, отриманих на кінцевому переході обробки покриття (враховується у випадках роботи покриття в корозійних середовищах та при інших умовах експлуатації, коли процес руйнування покриття залежить від топографії поверхні); W_h – висота хвилястості (враховується аналогічно R_{zh}).

Основними недоліками розрахунково-аналітичного методу є те, що при визначенні мінімальної робочої товщини зносостійкого покриття не враховується зміна якості шару покриття по товщині, призначеного для спрацювання під час експлуатації виробу. Це призводить до того, що шар покриття, призначений для спрацювання, виявляється розташованим у перехідній зоні з погіршеними механічними властивостями або у верхньому шарі, де також спостерігаються нестабільні показники якості. У цьому випадку зносостійкість покриття зменшується, що зменшує термін служби реальної деталі.

Тому актуальним є розширення технологічних можливостей покриття за рахунок поліпшення його якості на спрацювання.

Для цього під час вибору оптимальної робочої товщини зносостійкого покриття на заготовку з врахуванням, щонайменше, товщини шару покриття, достатньої та необхідної для забезпечення нормального функціонування виробу, і товщини шару покриття на спрацювання пропонується попередньо використовувати пробну заготовку, на яку напилюється матеріал покриття з урахуванням згаданих вище характеристик.

Потім здійснюють пошарове зняття цього покриття з одночасним визначенням характеристик якості поверхні та будують графік залежності характеристик якості від товщини покриття, а визначення оптимальної робочої товщини покриття здійснюють таким чином, щоб дільниця шару покриття на спрацювання знаходилась в зоні зі стабільними показниками якості, визначеній за графіком, і у відповідності до оптимальної робочої товщини покриття коригують розміри вихідної заготовки.

Для економії матеріалу покриття дільницю шару покриття на спрацювання зміщують таким чином, щоб нижня межа допуску на зношування співпадала з кінцем дільниці зі стабільними показниками якості. Для визначення характеристик якості покриття можна використовувати такі параметри, як показники шорсткості Ra або Rz , мікротвердість H_{μ} тощо.

Багаточисленними експериментами доведено, що характеристики якості, насамперед, такі, як Ra і H_{μ} , по товщині шару покриття відчутно змінюються. Але у всіх випадках за товщиною покриття вирізняються три дільниці: верхня – зі змінними характеристиками якості; середня – зі стабільними показниками якості; нижня – перехідна дільниця, що відрізняється від середньої дільниці хімічним складом, структурою та властивостями і, внаслідок цього, погіршеними показниками якості. Товщина шару цих дільниць може змінюватись в залежності від матеріалу покриття, режимів напilenня та інших факторів.

Суть розподілу шорсткості по товщині напilenого шару видно з рис. 1. У цьому випадку здійснювали пошарове зняття покриття з одночасним визначенням характеристик шорсткості і будували графік залежності Ra від товщини покриття. На графіку показані три дільниці (про які згадано вище): верхня (а), середня (б) та нижня (в). Як видно з графіка, найбільш стабільна якість спостерігається на середній дільниці. Тому найбільшу зносостійкість буде мати середня дільниця.

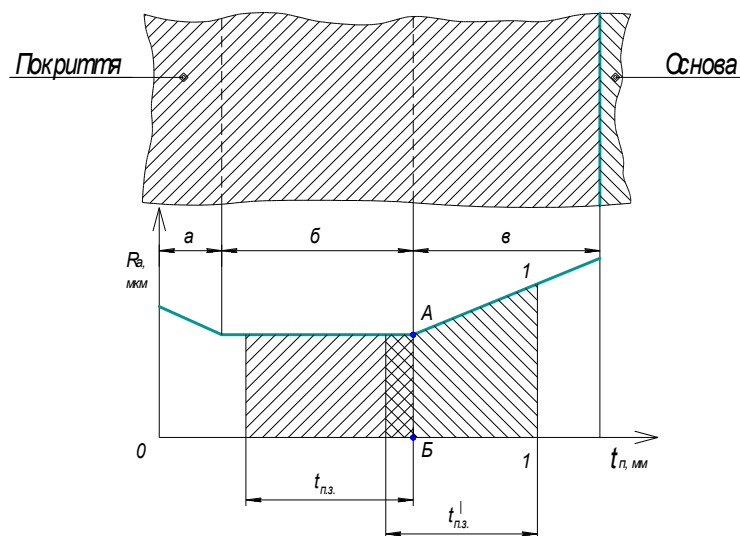


Рис. 1. Схема вибору оптимальної товщини покриття

При визначенні якості покриття розрахунково-аналітичним методом не враховується місцезнаходження прошарку покриття на спрацювання $t'_{п.з.}$, тому цей шар може виявитися частково або повністю в зоні перехідної дільниці (рис. 1), що зменшує його зносостійкість.

Для поліпшення якості напilenого покриття на спрацювання необхідно, щоб шар покриття на зношування $t_{п.з.}$ знаходився на середній дільниці – зі стабільними показниками якості. В цьому випадку буде забезпечена максимальна зносостійкість покриття.

Визначивши розміри дільниці зі стабільними показниками якості і розмістивши у ньому шар покриття на спрацювання з врахуванням розташування перехідної дільниці, коригують розміри вихідної заготовки під покриття. Для економії матеріалу покриття дільницю шару покриття на спрацювання $t_{п.з.}$ зміщують таким чином, щоб нижня межа допуску на спрацювання (1-1) співпадала з кінцем АВ дільниці зі стабільними показниками якості (рис. 1).

Висновок. Цю умову можна виконати тільки у тому випадку, коли перехідна дільниця за товщиною дорівнюватиме або буде більшою товщини шару покриття, достатньої та необхідної для забезпечення нормального функціонування виробу. Якщо ж остання дільниця буде більшою за товщину перехідної дільниці, то дільниця шару покриття на спрацювання зміститься вліво від кінця дільниці зі стабільними показниками якості. За будь-яких умов робочу товщину зносостійкого покриття необхідно вибирати такою, щоб дільниця покриття на спрацювання не виходила за межі зони зі стабільними показниками якості.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Теллер В., Шварц Э. Детонационный способ нанесения покрытий // Получение покрытий высокотемпературным распылением: Сб. ст. / Под ред. Л.К. Дружинина и В.В. Кудинова. – М.: Атомиздат, 1973. – С. 133–139.
2. Газотермические покрытия из порошковых материалов: Справ. / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардатовская. – К.: Наук. думка, 1987. – 544 с.

ПОЛОНСЬКИЙ Леонід Григорович – доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– механічна обробка газотермічних покриттів.

СТЕПЧИН Ярослав Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– обробка матеріалів різанням.

КРАВЧЕНКО Максим Павлович – магістрант кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– обробка матеріалів різанням.

ОСИПЕНКО Василь Іванович – доктор технічних наук, професор Черкаського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

Подано 17.01.2007

Полонський Л.Г., Кравченко М.П., Осипенко В.І. Визначення оптимальної товщини зносостійких газотермічних покриттів

Polonskiy L.G., Stepchyn Y. A., Kravchenko M. P., Osipenko V.I. Definition of optimum thickness wearproof gas-therm coverings

Полонский Л.Г., Степчин Я.А., Кравченко М.П., Осипенко В.И. Определение оптимальной толщины износостойких покрытий

УДК 621.793.71

Визначення оптимальної товщини зносостійких газотермічних покриттів / Л.Г. Полонський, М.П. Кравченко, В.І. Осипенко

Запропоновано новий спосіб визначення оптимальної товщини зносостійких газотермічних покриттів.

УДК 621.793.71

Определение оптимальной толщины износостойких покрытий / Л.Г. Полонский, Я.А. Степчин, М.П. Кравченко, В.И. Осипенко

Предложен новый способ определения оптимальной толщины износоустойчивых газотермических покрытий.

УДК 621.793.71

Definition of optimum thickness wearproof gas-therm coverings / L.G. Polonskiy, Y.A. Stepchyn, M.P. Stepchyn, V.I. Osipenko

A new way of definition of optimum thickness of wearproof gas - therm coverings is attached.