

УДК 621.793.71

**М.П. Кравченко, аспир.****Л.Г. Полонский, д.т.н., проф.***Житомирский государственный технологический университет***О.С. Дробот, к.т.н., доц.***Хмельницкий национальный университет*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ (ГТП) ПО ГЛУБИНЕ НАПЫЛЕННОГО СЛОЯ

*Показано зависимость параметра шероховатости  $R_a$  и микротвердости  $H\mu$  поверхностей газотермического покрытия ПГ-12Н-01, обработанных со снятием разного припуска.*

**Введение.** Напыленные покрытия являются материалами, неоднородными по физико-механическим свойствам и структуре, что обуславливает своеобразное формирование их поверхностного слоя при обработке резанием – это относится и к шероховатости поверхности, и к механическим свойствам (в частности, к микротвердости  $H\mu$ ) [1, 2].

Исследования, нацеленные на выявление особенностей обработанных поверхностей покрытий, проводились Ю.С. Борисовым, Г.Д. Вольпертом, С.А. Клименко, Ю.А. Харламовым [3–5] и др. Но их результаты подтверждают закономерности, связанные с обработкой определенной поверхности. Относительно же показателей качества ГТП по глубине напыленного слоя, важных, в первую очередь, с точки зрения технологии механической обработки восстанавливаемых деталей машин, то системные исследования на эту тему практически отсутствуют. К тому же, на сегодня остается актуальной задача изучения взаимосвязи между параметрами структуры, фазовым составом, строением межзерновых границ и другими параметрами с износостойкостью рабочей поверхности детали, восстановленной с помощью ГТП. Одновременно, необходимо развивать способы выявления особенностей структурного строения гетерогенных покрытий при помощи показателей качества на разных их глубинах.

**Целью** данного исследования как раз и является определение показателей качества порошковых газопламенных покрытий системы  $Ni-Cr-B-Si$  по глубине.

**Основная часть.** В настоящей работе определялись зависимости показателей качества обработанных поверхностей ГТП на разных

глибинах напыленного слоя (с разными припусками) по двум параметрам, а именно: по шероховатости  $Ra$  и микротвердости  $H\mu$ .

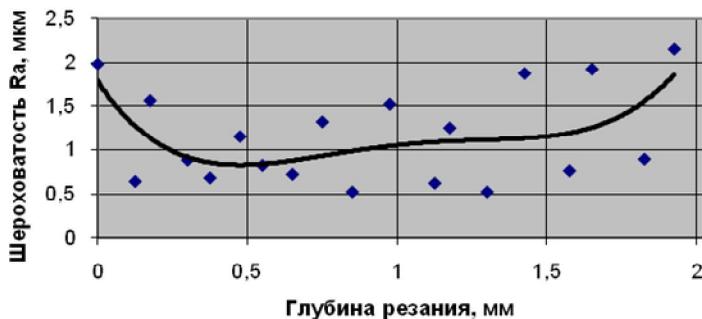


Рис. 1. График зависимости  $Ra$  обработанных поверхностей покрытия ПГ-12Н-01 толщиной 2 мм от величины снимаемого припуска

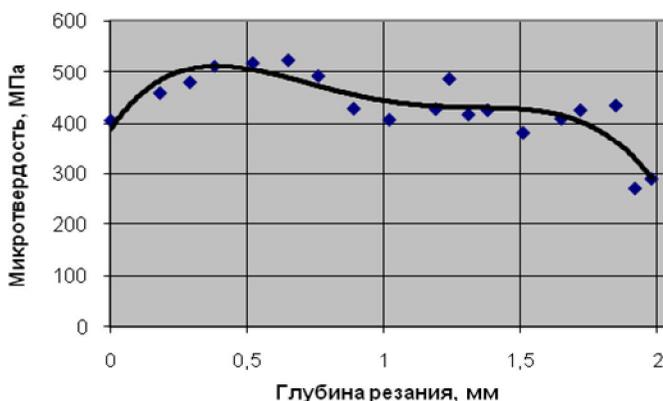


Рис. 2. График зависимости  $H\mu$  обработанных поверхностей покрытия ПГ-12Н-01 толщиной 2 мм от величины снимаемого припуска

Таблица 1

Снимаемый припуск (мм)	$Ra$ , (мкм)	Снимаемый припуск (мм)	$Ra$ , (мкм)
0,13	0,64	0,98	1,52
0,20	1,56	1,13	0,62
0,30	0,88	1,18	1,25
0,38	0,68	1,30	0,52

0,48	1,15	1,58	0,76
0,55	0,82	1,65	1,92
0,65	0,72	1,83	0,89
0,75	1,32	1,93	2,15
0,85	0,52		–

Таблиця 2

Снимаемый припуск (мм)	$H_{\mu}$ , (МПа)	Снимаемый припуск (мм)	$H_{\mu}$ , (МПа)
0,18	459,5	1,24	487,0
0,29	480,5	1,31	418,0
0,38	512,5	1,38	426,5
0,52	519,5	1,51	382,5
0,65	525,0	1,65	410,0
0,76	492,5	1,72	426,5
0,89	429,5	1,85	435,5
1,02	408,0	1,92	217,5
1,19	428,5	1,98	290,5

Графические зависимости (рис. 1, 2) были получены на основании экспериментов, в которых объектом исследования выступал образец цилиндрической формы  $\varnothing 36$  мм со слоем покрытия ПГ-12Н-01 толщиной  $H = 2$  мм, обработка которого производилась поочередно на разных глубинах путем снятия припусков, величины которых приведены в табл. 1, 2. Измерения  $Ra$  производились с использованием прибора *Talysurf 6*. Как видно из графика (см. рис. 1), по всей толщине покрытия обнаруживается слой, в котором  $Ra$  имеет наименьшие значения, находящийся на глубине от 0,4 мм до 0,6 мм, т. е. он занимает промежуток в пределах 20 %...30 % (в среднем – 25 %) от толщины покрытия.

Учитывая результаты экспериментов, можно скорректировать толщину покрытия и припуск на окончательную обработку таким образом, что рабочая поверхность будет иметь наименьшее значение  $Ra$ .

Для измерения  $H_{\mu}$  использовался микротвердомер ПМТ-3. Искомая величина измерялась после каждого прохода инструмента, когда послойно снимался шар покрытия по всей толщине. Далее по результатам табл. 2 была построена графическая зависимость. Как видно из рис. 2, наилучшие показатели  $H_{\mu}$  по всей толщине покрытия

имеет слой покрытия, который находится в пределах 0,3...0,5 мм от по-верхности.

Сравнивая результаты первого и второго экспериментов, можно утверждать, что данные экспериментов коррелируются (0,4...0,6 мм и 0,3...0,5 мм). Поэтому можно исследовать показатели качества ГТП по глубине и по другим параметрам качества. Имея по каждому из них глубину расположения слоя с наилучшими показателями параметра, представляется возможным рекомендовать наиболее рациональные величины толщины напыляемого покрытия и припуска, который желательнее удалить при окончательной обработке восстанавливаемой детали.

*Пример:* Диаметр цилиндрической детали  $D = 50$  мм, износ детали – 0,2 мм на сторону, диаметр изношенной детали  $D_{\text{изн.}} = 49,6$  мм, восстановительное покрытие имеет толщину 1,0 мм (выбрана с учетом проведенных исследований).

Глубина предварительной механической обработки со снятием стружки  $t_{\text{по}}$  будет иметь значение:

$$t_{\text{по}} = (1,00 - 0,25)H - (D - D_{\text{изн.}}) = 0,75 \cdot 1,00 - (50,00 - 49,60) = 0,35 \text{ (мм)}.$$

Диаметр детали, подготовленной к напылению ( $D_{\text{подг.}}$ ), составит:

$$D_{\text{подг.}} = D - t_{\text{по}} = 49,60 - 0,35 = 49,25 \text{ (мм)}.$$

Соответственно, диаметр детали после напыления ( $D_{\text{нап.}}$ ):

$$D_{\text{нап.}} = D_{\text{подг.}} + H = 49,25 + 1,00 = 50,25 \text{ (мм)}.$$

При окончательной обработке шероховатость поверхности будет иметь значение  $Ra = 0,8$  мкм, микротвердость  $H_{\mu} = 519$  МПа.

**Вывод.** На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что покрытия из порошка ПГ-12-Н-01 толщиной в пределах 2 мм имеют по своей толщине слой, в котором показатели качества  $Ra$  и  $H_{\mu}$  являются наилучшими, на расстоянии 0,3...0,6 мм от поверхности. Толщина его находится в пределах 20 % от общей толщины покрытия. При снятии этого слоя в качестве припуска на обработку эксплуатационные показатели поверхности будут наиболее приемлемыми для дальнейшей работы изделия.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Точение износостойких защитных покрытий / С.А. Клименко, Ю.А. Муковоз, Л.Г. Полонский, П.П. Мельничук. – К. : Техника, 1997. – 144 с.

2. *Клименко С.А.* Состояние поверхностного слоя напыленных покрытий с аморфно-кристаллической структурой после механической обработки / *С.А. Клименко, Ю.А. Мельничук, Л.Танович* // *Proceedings: 33<sup>rd</sup> Jupiter conference with foreign participants, Zlatibor, maj 2007.* – Р. 3.84–3.88.
3. *Вольперт Г.Д.* Покрытие распыленным металлом (металлизация) / *Г.Д. Вольперт.* – М. : Промстройиздат, 1957. – 268 с.
4. *Клименко С.А.* Особенности обработки защитных покрытий / *С.А. Клименко* // *Сверхтвердые материалы.* – 1998. – № 3. – С. 44–55.
5. Газотермические покрытия из порошковых материалов : Справочник / *Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардатовская.* – К. : Наукова думка, 1987. – 544 с.

КРАВЧЕНКО Максим Павлович – аспирант Житомирского государственного технологического университета.

Научные интересы:

– обработка материалов резанием.

ПОЛОНСКИЙ Леонид Григорьевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения и конструирования технических систем Житомирского государственного технологического университета.

Научные интересы:

– технология машиностроения;  
– история науки и техники.

ДРОБОТ Ольга Саввовна – кандидат технических наук, доцент Хмельницкого национального университета.

Научные интересы:

– технология машиностроения;  
– обработка материалов резанием.

Подано 14.09.2009