

При проектировании круглого резца для внутренней обработки в исходных данных задаются d_{\min} — максимальный диаметр обрабатываемой детали и r_{\max} — ее максимальный радиус.

На основе приведенного алгоритма разработана программа проектирования фасонных резцов в пакетном и диалоговом режимах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении/Под ред. Г.К.Горанского. — М., 1976. — 240 с. 2. Басс И.А., Винокурова В.И., Винокуров Д.И. Описание входной информации при автоматизированном проектировании металлорежущего инструмента в режиме оперативного графического взаимодействия//Прогрессивные технологические процессы в инструментальном производстве. — М., 1979. — С. 185–188. 3. Винокурова В.И. Организация оперативного графического взаимодействия проектировщика, инструмента и ЭВМ//Приборы и системы управления. — 1979. — № 3. — С. 36–37. 4. Цветков В.Д. Автоматизация проектирования технологических процессов в режиме диалога//Станки и инструмент. — 1976. — № 8. — С. 21–23. 5. Основы проектирования режущих инструментов с применением ЭВМ/П.И. Ящерицын, Б.И. Сеницын, Н.И. Жигалко, И.А. Басс. — М., 1979. — 302 с.

УДК 621.793.71 + 621.793.74]:669.35'6

А.Ф. ПРИСЕВОК, канд. техн. наук,
Ю.В. СИНЬКЕВИЧ, В.А. ФЕДОРЦЕВ,
канд. техн. наук (БПИ)

ВЫБОР МЕТОДА НАНЕСЕНИЯ БРОНЗОВЫХ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА НАПРАВЛЯЮЩИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Эффективность методов нанесения бронзовых газотермических покрытий на направляющие скольжения металлорежущих станков оценивалась по прочности сцепления напыленного металла с подложкой, пористости и пределу прочности покрытия при растяжении.

Исследовались покрытия, напыленные бронзой БрАЖ9-4 (порошок марки ПГ-19М-01 зернистостью 40...120 мкм). В качестве подложки использовались образцы из чугуна СЧ18. Технологический процесс нанесения покрытия состоял из подготовки поверхности образцов дробеструйной обработкой стальной дробью и последующего напыления бронзового покрытия газопламенным или плазменным методом. Интервал времени между подготовкой поверхности и напылением составлял 0,5...1 ч.

При газопламенном напылении в качестве энергообразующего газа применялся ацетилен, транспортирующего — воздух. При плазменном напылении в качестве плазмообразующего и транспортирующего газов использовался технический азот. Напыление велось при следующих режимах. Газопламенное: рабочее давление ацетилена $9,32 \cdot 10^4$ Па, кислорода — $2,16 \cdot 10^5$ Па, воздуха — $3,92 \cdot 10^4$ Па, дистанция напыления — 220 мм. При плазменном напылении режимы были выбраны с учетом рекомендаций [1]: ток дугового разряда — 200 А, рабочее напряжение — 75...80 В, расход плазмообразующего газа — $2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$, транспортирующего — $0,02 \text{ м}^3/\text{ч}$, дистанция напыления — 150 мм.

Испытания прочности сцепления бронзового покрытия с подложкой выполнялись по методике определения усилия отрыва конического штифта от покрытия. Пористость покрытий оценивалась металлографическим способом при изучении шлифов на микроскопе ММР-4 при увеличении в 50 и в 100 раз. В табл. 1 приведены результаты экспериментов.

Анализ данных таблицы показывает, что прочность сцепления напыленно-го покрытия с подложкой и предел прочности при растяжении у плазменных бронзовых покрытий выше, чем у газопламенных в среднем на 80 % и на 150 % соответственно.

При испытаниях на прочность сцепления напыленного слоя с подложкой разрушение образцов в случае плазменного напыления происходило по напыленному металлу, в случае газопламенного — как по напыленному металлу, так и по границе раздела покрытия с подложкой.

На рис. 1 показана микроструктура бронзовых газотермических покрытий. Видно слоистое строение, характерное для структуры напыленных покрытий. Между частицами бронзы и на границе раздела покрытия с подложкой наблюдаются окисные пленки и поры. В напыленном слое поры имеют вид темных пятен различной величины. Наличие пористости в антифрикционных покрытиях благоприятно влияет на процесс трения в условиях граничной смазки, способствуя созданию устойчивого граничного слоя смазочного материала. Однако с увеличением количества пор в материале значительно снижаются его механические свойства (в частности, предел прочности при растяжении, прочность сцепления покрытия с основой, предел выносливости).

Структура бронзовых покрытий, полученных плазменным напылением, более однородна. В газопламенных металл покрыт сеткой микротрещин, заполненных окисными пленками. Наличием значительной пористости, сетки микротрещин и большей окисленностью бронзового покрытия объясняется существенное различие в механических свойствах газопламенных бронзовых покрытий по сравнению с плазменными.

Микротвердость бронзовых газотермических покрытий изучалась с помощью прибора ПМТ-3 при нагрузке на алмазную пирамиду 0,981 Н в соответствии с требованиями ГОСТ 9450 — 76.

Т а б л и ц а 1

Метод нанесения покрытий	Прочность сцепления напыленного покрытия с подложкой, МПа	Предел прочности напыленного покрытия при растяжении, МПа	Пористость напыленного покрытия, %
Газопламенный	44,4	42,3	12
	39,6	11,4	11,5
	38,9	20,1	14
	37,9	21,4	13,2
	37,9	23,7	12,5
Плазменный	65,4	74,5	4,8
	72,3	55	4,3
	75,4	55,3	6
	68,5	55,5	5,1
	68,9	52,7	4,8

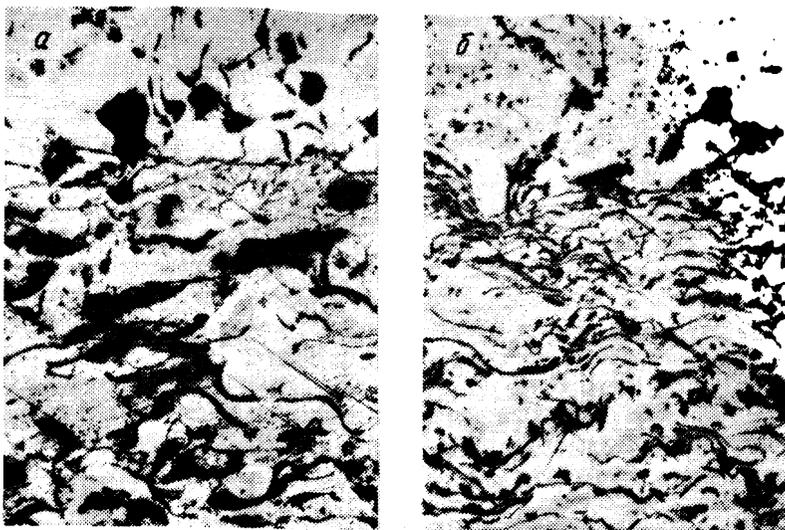


Рис. 1. Микроструктура бронзового покрытия (x 100) после напыления:
 а – газопламенного; б – плазменного

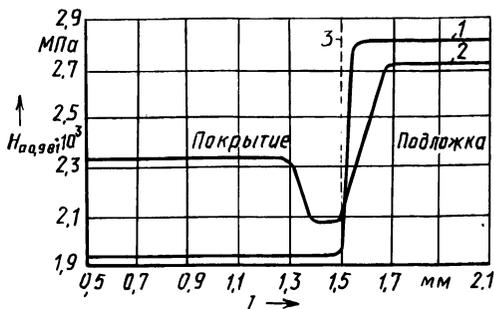


Рис. 2. Распределение микротвердости $H_{0,981}$ по нормальному сечению бронзового покрытия:
 1 – газопламенного; 2 – плазменного; 3 – граница раздела покрытия с подложкой

На рис. 2 представлено распределение микротвердости по нормальному сечению покрытия. Микротвердость практически не изменяется по сечению напыленного слоя, за исключением границы раздела покрытий, полученных плазменным методом. Непосредственно у границы раздела покрытия с подложкой наблюдается снижение микротвердости в среднем на 10 % для бронзы и на 11 % для чугуна, что объясняется термодиффузионными процессами и обезуглероживанием чугуна при высоких температурах. Микротвердость плазменных бронзовых покрытий в среднем на 20 % выше, чем газопламенных. Это можно объяснить наличием микротрещин и меньшей структурной однородностью газопламенных бронзовых покрытий.

Таким образом, в качестве метода нанесения антифрикционных бронзовых покрытий на подвижный элемент направляющих скольжения металлорежущих станков следует рекомендовать метод плазменного напыления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шамшур А.С., Вардак Ф.Х. Плазменное напыление антифрикционных покрытий: Информац. листок БелНИИНТИ. – № 83-266. – 1983.