

# ВЕСТНИ АКАДЕМИИ НАУК БССР

---

---

СЕРИЯ  
ФИЗИКА-ТЕХНИЧЕСКИХ  
НАУК  
№ 1

АСОБНЫ АՃԵԳԱԿ



## ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНАБУДАВАННЯ

УДК 621.924.8 : 621.793.6

Н. Н. ДОРОЖКИН, А. Л. АБУГОВ, М. А. БЕЛОЦЕРКОВСКИИ,  
В. Т. САХНОВИЧ, А. К. ШИПАЙ

### ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПОД ГАЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ ИГЛФРЕЗЕРОВАНИЯ

Создание высокопроизводительных технологий и оборудования для газотермического нанесения покрытий [1] обуславливает необходимость разработки новых методов подготовки поверхностей деталей, позволяющих осуществлять комплексную механизацию и автоматизацию процесса. Существующие методы подготовки поверхностей под газотермические покрытия не удовлетворяют требованиям современного производства как по производительности (токарная обработка), так и по технике безопасности, сложности механизации (песко- и дробеструйная обработка). В то же время все большее распространение в технологии обработки металлов получает иглофрезерование — процесс резания проволоочным инструментом с высокой (70—80%) плотностью набивки ворса [2]. Процесс характеризуется высокими производительностью и долговечностью инструмента, отсутствием засаливания рабочей поверхности иглофрезы. Возможность получения шероховатости поверхности детали в широких пределах позволяет рассматривать иглофрезерование как метод подготовки поверхностей деталей в технологии нанесения газотермических покрытий.

Обработке подвергались плоские поверхности образцов из стали марки 60С2 по схеме встречного и попутного иглофрезерования. При этом менялась иглофреза со сплошной рабочей поверхностью (наружный диаметр 150 мм, диаметр игл 0,32—1,0 мм, вылет игл 12—26 мм). Установлено, что при иглофрезеровании формование микрорельефа по верхнему слою осуществляется в два этапа. На первом при контакте с деталью иглофреза срезаает поверхностный слой (часто это окалина или ржавчина) и формирует первичную шероховатость поверхности. Так, при встречном иглофрезеровании со скоростью резания  $V=60$ —240 м/мин, подачей  $S=0,4$ —1,6 м/мин, натягом  $i=2$ —5 мм высота неровностей профиля  $R_a$  достигает величины 5—6 мкм. Однако на втором этапе формирования микрорельефа поверхности в результате неоднократного контакта игл инструмента с образовавшимися неровностями происходит их сглаживание за счет деформации выступов во впадины. Это особенно характерно при обработке материалов, сходных по своим физико-механическим свойствам с материалом проволоки иглофрезы (стали марок 65Г, 60С2 и т. п.). В результате высота неровностей профиля снижается до  $R_a=1,25$ —3,5 мкм, что является недостаточным для обеспечения необходимой прочности сцепления покрытия с основой.

Для дальнейших исследований применятся иглофреза с прерыви-

тей, что значительно увеличивает площадь активированной поверхности детали. Вследствие прерывистости на рабочей поверхности иглофрезы образуются многолезвийные кромки, вступающие в контакт с поверхностью детали в недеформированном состоянии. Это обеспечивает более глубокое внедрение игл, что определяет различие высоты и шага неровностей профиля, наличие субмикрорельефа.

Исследовались влияние параметров режима обработки иглофрезой с прерывистой рабочей поверхностью (наружный диаметр 150 мм, диаметр и вылет игл соответственно 1 и 16 мм) на шероховатость поверхности детали.

Анализ результатов эксперимента (рис. 1) свидетельствует о том, что увеличение скорости резания от 25 до 50 м/мин вызывает значитель-

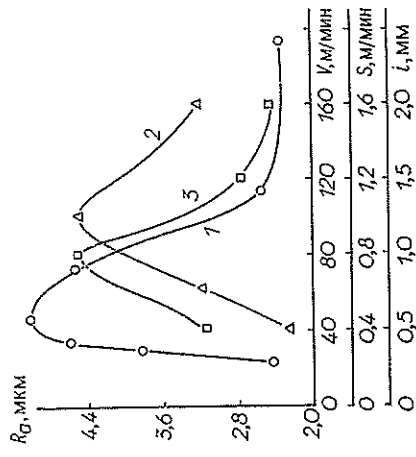


Рис. 1. Зависимость высоты неровностей профиля  $R_a$  от скорости резания  $V$ , подачи  $S$ , натяга  $i$ : 1 —  $S=1$  м/мин,  $i=1$  мм; 2 —  $V=75$  м/мин,  $i=1$  мм; 3 —  $V=75$  м/мин,  $S=1$  м/мин

ное повышение высоты неровностей профиля поверхности. Максимальная шероховатость наблюдается при скорости резания, равной 47—50 м/мин. Дальнейшее ее увеличение до 120 м/мин сопровождается сглаживанием микрорельефа поверхности и при скорости резания свыше 120 м/мин шероховатость поверхности практически не изменяется. Как правило, при нанесении покрытия на такую поверхность прочности его сцепления близка к нулю. Зависимость параметра шероховатости  $R_a$  от подачи  $S$  и натяга  $i$  также принимает экстремальный вид с четким выраженным максимумом.

Комплексный анализ шероховатости поверхности, обработанной в режимах, обеспечивающих наибольшее значение высоты неровностей профиля (скорость резания 47 м/мин, подача 1 м/мин, натяг 1 мм), показал, что параметры шероховатости лежат в пределах: среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a=6$ —7 мкм, высота сглаживания (расстояние от линии выступов до средней линии)  $R_p=12$ —16 мкм, наибольшая высота неровностей профиля  $R_{max}=26$ —30 мкм, средний шаг неровностей  $S_m=160$ —180 мкм, средний радиус выступов  $\rho=57$ —88 мкм, средний шаг неровностей боковой поверхности профиля  $\theta=24$ —25°. На поверхности имеются также следы единичных игл глубиной до 50 мкм. Параметр относительной опорной длины профиля  $\nu$ ,  $\nu$  [3] следующие:  $\nu=1$ —1,28  $b=1,12$ —1,16. Кривые распределения относительной опорной длины про-

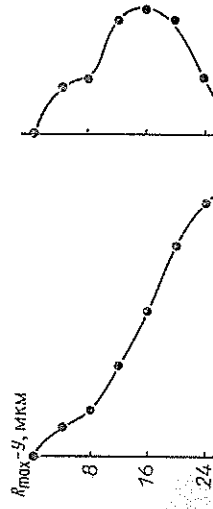


Рис. 2. Кривые распределения относительной опорной длины профиля

фия и количества местных выступов по уровням сечений профиля в пределах базовой длины приведены на рис. 2.

Таким образом, иглофрезерование инструментом с прерывистой рабочей поверхностью формирует достаточно развитый микрорельеф боковой поверхности в ряду с полным удалением дефектного слоя. Нанесение покрытия из самонаплавления сплава марки ПГ-12Н-02 с последующим оплавлением показало положительные результаты. Прочность сцепления покрытия с основой при этом не отличалась от прочности сцепления покрытия, нанесенного на поверхность, обработанную дробеструйным методом.

### Summary

The results of investigation of forming a surface microrelief by the needle milling technique (microscraping) before depositing gas thermal coatings are reported.

### Литература

1. Дорожкин Н. И., Сахнович В. Т., Белоцерковский М. А. и др. // Вестник машиностроения. 1988. № 16. С. 63--65.
2. Абугов А. Л. // Автомобильная промышленность. 1988. № 4. С. 30--31.
3. Рыков Э. В., Суслов А. Г., Федоров В. П. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. М., 1979.

*Институт проблем надежности и долговечности машин АН БССР,  
Минский филиал института  
Оргестанкинпром*

*Поступила в редакцию  
12.04.89*

УДК 621.77.01:589.371

*Г. В. АНДРЕЕВ, В. В. ХАРЧЕНКО*

## УСЛОВИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПРИ РАДИАЛЬНОЙ КАЛИБРОВКЕ

Для повышения точностных параметров изделий, получаемых методами обработки металлов давлением, используют многопереходные процессы деформирования. Одним из них является технология, включающая горячее деформирование заготовки и последующую холодную калибровку полученной поковки [1]. Наиболее перспективной доводочной операцией поковки, благодаря сведению к минимуму течения металла относительно отдельных участков формообразующего инструмента (матрица) и обеспечению максимальной равномерности этого течения, является радиальная калибровка. Она может достигаться, например, при упругом сжатии матрицы с конической внешней боковой поверхностью, вдавливаемой в коническую полость контейнера [2], и при широком применении в производстве цилиндрических изделий, в том числе зубча-