

Многоэлементное покрытие TiZrN по сравнению с одноэлементным TiN изменяет контактные характеристики процесса резания следующим образом: повышается длина контакта стружки с передней поверхностью  $C_\gamma$ , коэффициент укорочения стружки  $K_L$ , коэффициент трения на передней поверхности  $\mu_\gamma$  и силы резания.

Таким образом, применение многоэлементных покрытий снижает механическую напряженность режущего клина инструмента и повышает запас его пластической прочности по сравнению с инструментом, имеющим покрытие TiN.

Несмотря на некоторое повышение степени пластической деформации, усилий резания при нанесении многоэлементных покрытий, снижение уровня нормальных контактных нагрузок и напряжений и более высокие адгезионно-прочностные свойства данных покрытий способствуют повышению работоспособности режущего инструмента по сравнению с одноэлементными покрытиями TiN.

Литература:

1. Зорев, Н.Н. Развитие науки о резании металлов / Н.Н. Зорев, Г.И. Грановский, М.Н. Ларин. и др. - М.: Машиностроение, 1967. – 415 с.
2. Резников, А.Н. Теплофизика процессов механической обработки металлов / А.Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1981. – 286 с.
3. Талантов, Н.В. Физические основы процесса резания изнашивания и разрушения инструмента / Н.В. Талантов. – М.: Машиностроение, 1992. – 240 с.
4. Ящерицын, П.И. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: учебник для вузов / П.И. Ящерицын, М.Л. Ерёмченко, Е.Ф. Фельдштейн. – М.: Высш. шк., 1990. – 512 с.

---

УДК 621.923

## **ТЕРМООБРАБОТКА ПОЛУФАБРИКАТОВ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ НА БАКЕЛИТОВОЙ СВЯЗКЕ В СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОМ МИКРОВОЛНОВОМ ПОЛЕ**

***В.В. Сапунов, студент 5 курса машиностроительного факультета,  
Научный руководитель – аспирант Л.И. Ефремов  
Ульяновский государственный технический университет***

На всех предприятиях, изготавливающих абразивные инструменты на бакелитовой связке, применяется технология термообработки их полуфабрикатов на основе конвективного теплообмена в печах - бакелизато-

рах. Производственные циклы термообработки инструментов по этим технологиям весьма длительны и составляют в среднем 13 – 40 часов (в зависимости от типоразмера и характеристики инструмента). Удельные энергозатраты составляют 2,5 – 2,9 кВт/кг массы абразивного инструмента. К тому же эти технологии не отвечают современным требованиям по экологической чистоте, что ставит в настоящее время перед производителями абразивного инструмента на бакелитовой связке дилемму: либо тратить на обеспечение экологической чистоты производства значительные средства, либо отказаться от производства абразивного инструмента на бакелитовой связке, несмотря на значительную прибыль, получаемую предприятиями от производства этого инструмента.

Перспективным представляется сокращение длительности цикла термообработки полуфабрикатов абразивных инструментов и других изделий на бакелитовой связке за счёт применения микроволнового нагрева под воздействием сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения. Сокращение длительности операций термообработки и повышение качества абразивных инструментов обеспечивается в этом случае за счет более равномерного и быстрого нагрева связки и абразивных зерен по всему объему абразивного инструмента по сравнению с применяемой на абразивных заводах технологией. Применение СВЧ–энергетики позволяет уменьшить удельные энергозатраты.

Следует отметить, что применение энергии СВЧ–излучения для нагрева и сушки изделий из некоторых полимерных материалов распространено достаточно широко. Известны отдельные попытки применения этого метода для термообработки полуфабрикатов абразивного инструмента, как в нашей стране, так и за рубежом. Однако, в силу специфики процесса термообработки полуфабрикатов таких инструментов, связанной прежде всего с вспучиванием материала абразивного инструмента при ускорении его нагрева, с недостаточной изученностью этого метода и отсутствием промышленных технологий и оборудования, термообработка полуфабрикатов абразивного инструмента СВЧ–излучением практически не применяется в промышленности.

ОАО «Димитровградхиммаш» совместно с Ульяновским государственным техническим университетом выполнены исследования процесса СВЧ–термообработки шлифовальных кругов (ШК) на бакелитовой связке различных типоразмеров. В настоящее время разработан проект опытно-промышленной СВЧ–установки, которая изготовлена и внедрена в действующее производство абразивного инструмента ОАО «Димитровградхиммаш».

В Ульяновском государственном техническом университете были проведены исследования закономерностей изменения теплосилового напряжения плоского шлифования композиционными шлифовальными кругами (КШК) с радиальными пазами, полуфабрикаты которых термооб-

работаны в микроволновом поле. Исследования проводили на экспериментальной установке, созданной на базе плоскошлифовального станка мод. 3E711ВФ2, оснащенного измерительным комплексом для контроля составляющих сил шлифования и средней контактной температуры. Шлифовали образцы из сталей 45, HRC 40...50, ШХ15, HRC 58...62, P6M5, HRC 63...65, M76, HRC 60...62 стандартными и композиционными кругами (табл. 1), изготовленными по традиционной (конвективной) и СВЧ-технологиям. В качестве твердого смазочного материала для заполнения радиальных пазов КШК применяли композицию из графита, пульвербакелита и декстрина (соответственно 70, 29 и 1 % по массе). В зону шлифования поливом подавали 1 %-ный водный раствор кальцинированной соды с расходом 5 дм<sup>3</sup>/мин. Исследование проведено при окружной скорости шлифовального круга 35 м/с, с поперечной подачей 1 мм/ход. Врезной подачей варьировали в пределах от 0,03 до 0,05 мм/проход, скоростью стола от 5 до 15 м/мин (табл. 2).

Таблица 1 - Номенклатура ШК для проведения исследований

№	Круг	Типоразмер	Технология получения	Характеристика	Количество пазов
1	СК	1-250×25×76	Конвекция	25A25CM1B6	0
2	СК		Конвекция	25A25C1B6	0
3	СК		СВЧ	25A25CM1B6	0
4	СК		СВЧ	25A25C1B6	0
5	КШК		Конвекция	25A25CM1B6	24
6	КШК		СВЧ	25A25CM1B6	24
7	КШК		Конвекция	25A25C1B6	24
8	КШК		СВЧ	25A25C1B6	24

Таблица 2 - Режимы шлифования

Элементы режима шлифования	№ режима шлифования			
	1	2	3	4
$S_{вр}$ , мм/ход	0,03	0,03	0,05	0,05
$V_{ст}$ , м/мин	5	15	5	15

Исследования показали что, использование СВЧ энергетики для термообработки полуфабрикатов КШК, оказывает благоприятное влияние на снижение составляющих силы и средней контактной температуры при плоском шлифовании периферией круга. Составляющие силы шлифования и средняя контактная температура при применении КШК, полуфабрикаты которых термообработаны по СВЧ – технологии, снижаются соответственно на 12 % и 18 %, по сравнению с применением КШК, полуфабрикаты которых термообработаны по конвективной технологии (рис. 1 и 2).

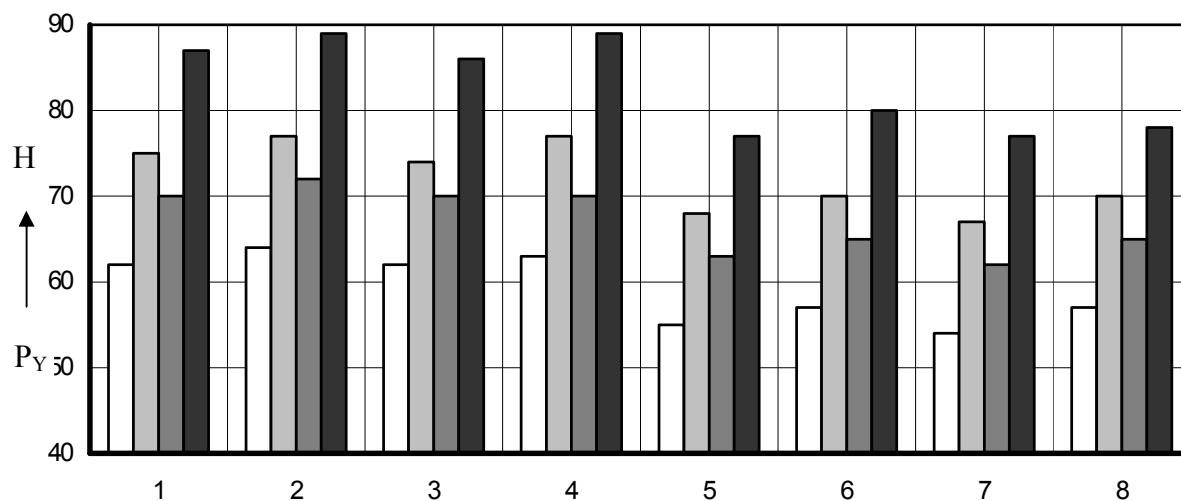


Рис. 1. Радиальная составляющая сила  $P_y$  при плоском шлифовании торцом круга 1 – 250×25×76 25A25CM15B6 заготовок из стали P6M5:  $V_k = 35$  м/с. 1 – 8 – шлифовальные круги по табл. 1; □, □, □, □ – режимы шлифования см. табл. 2

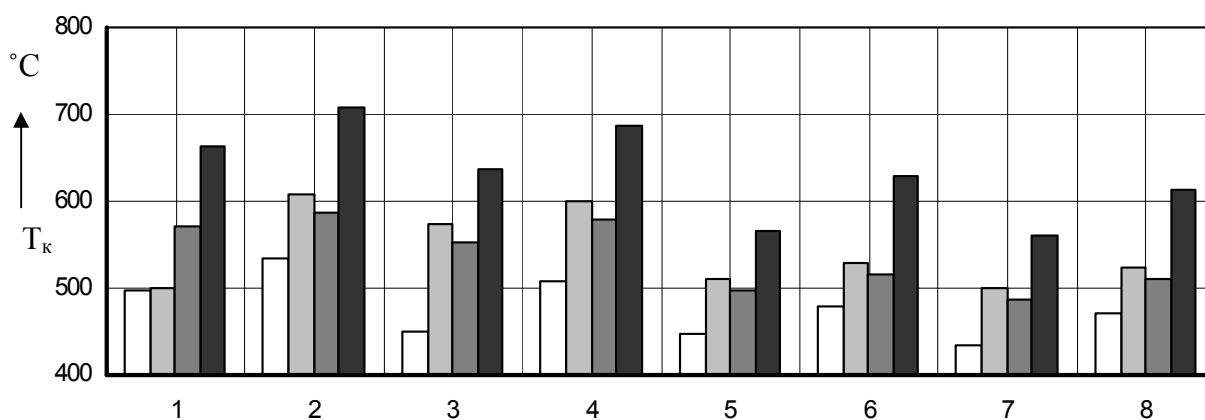


Рис. 2. Средняя контактная температура  $T_k$  при плоском шлифовании торцом круга 1 – 250×25×76 25A25CM15B6 заготовок из стали P6M5:  $V_k = 35$  м/с. 1 – 8 – шлифовальные круги по табл. 1; □, □, □, □ – режимы шлифования см. табл. 2

Таким образом, установлено, что применение СВЧ–технологии для термообработки полуфабрикатов КШК обеспечивает высокое качество ШК на бакелитовой связке при существенном сокращении длительности цикла термообработки и удельных энергозатрат.