

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИНЕРАЛОКЕРАМИКИ ВОК-60 ОБРАБОТКОЙ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ¹

*А.О. Аржанов, А.Н. Елисеева, К.И. Лобацевич, В.В. Шкиль,
В.М. Шеменков, М.А. Белая*

В данной работе было рассмотрено влияние тлеющего разряда в на эксплуатационные характеристики сверхтвёрдых материалов. Исследовалось влияние на поверхностную твердость и износостойкость. С помощью метода модифицирующей обработки тлеющим разрядом выделены значения основных характеристик обработки, соответствующие наибольшим приращениям поверхностной твердости и износостойкости.

Ключевые слова: поверхностная твердость, износостойкость, тлеющий разряд, минералокерамика.

1. ВВЕДЕНИЕ

Минералокерамика широко и эффективно применяются в металлообработке. Однако качественные изменения в металлообработке, связанные с появлением труднообрабатываемых материалов, применение станков с числовым программным управлением, многоцелевых станков, гибких производственных систем повышают требования к работоспособности и надежности инструмента. Проблема может быть решена как созданием новых материалов с заданными свойствами, так и улучшением качества наиболее распространенных существующих путем модифицирования их структурных составляющих и повышения прочности связи между ними.

Традиционные способы повышения стойкости, такие как поверхностная термообработка, различные диффузионные и другие химико-термические способы обработки, нанесение электролитических покрытий, наплавка и др. в ряде случаев не обеспечивают необходимой износостойкости или неприемлемы по другим причинам. Поэтому все большее распространение получают такие способы, как нанесение износостойких покрытий и поверхностное упрочнение изделий из металлов и сплавов методами ионно-плазменной обработки. Они позволяют получать покрытия и упрочненные слои, которые служат диффузионными барьерами, уменьшают трение, износ инструмента, усилия резания и деформирования. Благодаря малой теплопроводности эти покрытия и слои защищают подложку от перегрева, снижают склонность к схватыванию с обрабатываемым материалом и налипанию его на инструмент. Широкое применение указанные способы получили для повышения износостойкости неперетачиваемых режущих пластин из минералокерамики [1].

2. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОБРАБОТКИ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ НА ТВЕРДОСТЬ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН ИЗ МИНЕРАЛОКЕРАМИКИ ВОК-60

Исследование влияния обработки в тлеющем разряде на поверхностную твердость проводилась на многогранных пластинах минералокерамики ВОК-60.

В связи с тем, что толщина модифицированного слоя является величиной нестабильной, испытания проводились при различных нагрузках (0,98; 1,961; и 4,903 Н)

¹ Статья подготовлена в ходе выполнения научно-исследовательской работы студентов на кафедрах «Металлорежущие станки и инструменты» и «Технология машиностроения»

до тех пор, пока все смежные нагрузки не дали совпадающие, или близкие друг к другу результаты [2–4].

В результате проведенных испытаний была выбрана нагрузка вдавливания алмазного наконечника в пределах 4,903 Н.

Для обеспечения возможности измерения микротвердости многогранных пластин исследуемые поверхности подвергались шлифовке. При этом шлифовка производилась по стандартной методике. Для повышения контраста на поверхность наносили белую краску.

Измерение твердости рабочей поверхности многогранных пластин производилось на твердомере Zwick Roell ZHV 1M зав. № 063367.

С учетом гетерогенности структуры для получения наиболее достоверных результатов исследования, изменения твердости рабочей поверхности многогранных пластин, ее определение проводили по результатам измерения 20 отпечатков до и после обработки.

На основании статистической обработки экспериментальных данных получена зависимость приращения поверхностной твердости по Виккерсу, HV, образцов из минералокерамики ВОК-60 в натуральном выражении, адекватно представляющая эксперимент:

$$\begin{aligned}
 H'_{HV_{500} \text{ ВОК-60}} = & 74,4 + 17,4 \left(\frac{U-2,0}{0,7} \right) - 8,4 \left(\frac{J-0,25}{0,075} \right) + 14,9 \left(\frac{T-30}{10} \right) + \\
 & + 14 \left(\frac{U-2,0}{0,7} \right) \left(\frac{J-0,25}{0,075} \right) - 19,8 \left(\frac{U-2,0}{0,7} \right) \left(\frac{T-30}{10} \right) + 19,8 \left(\frac{J-0,25}{0,075} \right) \left(\frac{T-30}{10} \right) + \\
 & + 51,7 \left(\frac{U-2,0}{0,7} \right)^2 + 32,1 \left(\frac{J-0,25}{0,075} \right)^2 + 46,2 \left(\frac{T-30}{10} \right)^2.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Графическая интерпретация полученной модели, показывающая зависимость приращения твердости образцов из минералокерамики ВОК-60 от двух технологических факторов обработки тлеющим разрядом при значении третьего, находящегося на основном уровне, представлена на рисунке 1.

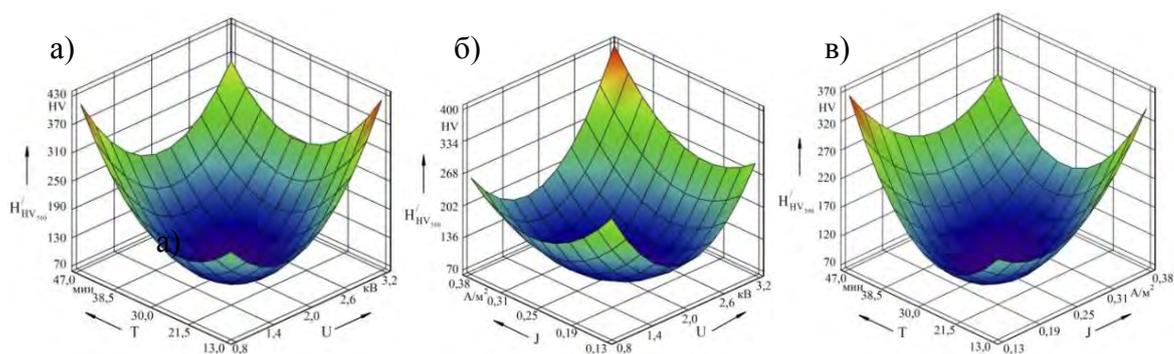


Рисунок 1 – Влияние напряжения U, тлеющего разряда и времени обработки T, мин (а), напряжения U и плотности тока J, (б) и плотности тока J, тлеющего разряда и времени обработки T, (в) на приращение микротвердости по Виккерсу поверхности образцов из минералокерамики ВОК-60

3. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОБРАБОТКИ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН ИЗ МИНЕРАЛОКЕРАМИКИ ВОК-60

Испытание на износ пластин из минералокерамики проводилось при использовании однозубой фрезы. Использование однозубой торцевой фрезы позволило исключить влияние биения зубьев на размерный износ.

Торцовая фреза, оснащенная пластиной из минералокерамики, имела следующую геометрию режущей части: передний угол $\gamma = -5^\circ$; задний угол $\alpha = 5^\circ$; угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 10^\circ$; главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$; вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 30^\circ$; радиус при вершине $r = 1,2$ мм. Смазывающе-охлаждающие среды не применялись.

Для более достоверной оценки приращения износостойкости инструмента определялась скорость резания, соответствующая наименьшему износу при фрезеровании различных материалов.

В качестве обрабатываемого материала была выбрана конструкционная сталь 45 ГОСТ 1080–88 (твердость 48–52 HRC).

Подачу на зуб фрезы приняли равной 0,08 мм в соответствии с рекомендациями, приведенными в [5], для полуставного фрезерования с глубиной резания 1,5 мм.

Размерный износ, приходящийся на 500 м пути зуба фрезы, измерялся по задней поверхности пластин.

Анализ графика интенсивности размерного износа показал, что оптимальная скорость резания для адекватной оценки коэффициента износостойкости составляет 3,9 м/с.

На основании статистической обработки экспериментальных данных получена зависимость приращения коэффициента износостойкости образцов из минералокерамики ВОК-60 при фрезеровании закаленной стали 45 в натуральном выражении, адекватно представляющая эксперимент [6]

$$k_{L45 \text{ ВОК-60}} = 1,077 + 0,032 \left(\frac{U-2,0}{0,7} \right) + 0,072 \left(\frac{J-0,25}{0,075} \right) + 0,004 \left(\frac{T-30}{10} \right) - 0,003 \left(\frac{U-2,0}{0,7} \right) \left(\frac{J-0,25}{0,075} \right) + 0,01 \left(\frac{U-2,0}{0,7} \right) \left(\frac{T-30}{10} \right) - 0,015 \left(\frac{J-0,25}{0,075} \right) \left(\frac{T-30}{10} \right) + 0,028 \left(\frac{U-2,0}{0,7} \right)^2 + 0,017 \left(\frac{J-0,25}{0,075} \right)^2 - 0,004 \left(\frac{T-30}{10} \right)^2. \quad (2)$$

Графическая интерпретация полученной модели, показывающая зависимость приращения коэффициента износостойкости образцов из минералокерамики ВОК-60 от двух технологических факторов обработки тлеющим разрядом при значении третьего, находящимся на основном уровне представлена на рисунке 2.

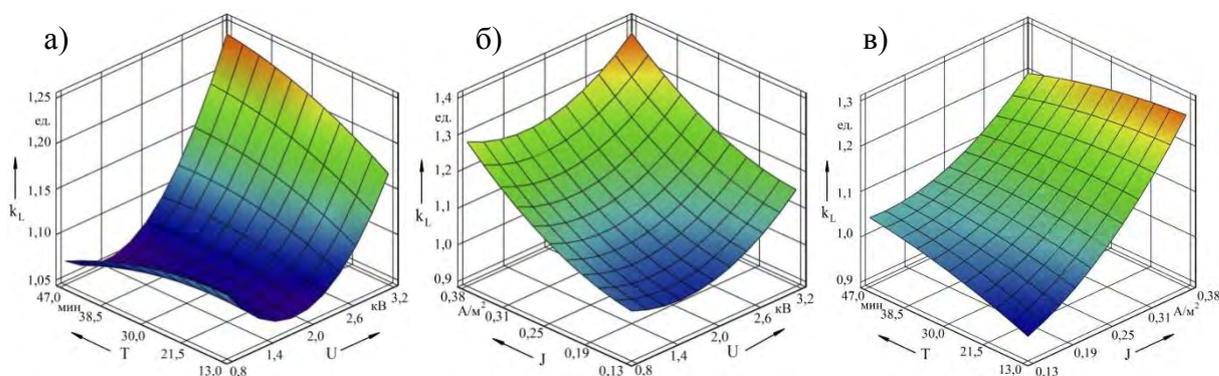


Рисунок 2 – Влияние напряжения U , тлеющего разряда и времени обработки T (а), напряжения U , и плотности тока J , (б) и плотности тока J , тлеющего разряда и времени обработки T (в) на приращение коэффициента износостойкости образцов из минералокерамики ВОК-60

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализируя результаты, можно выделить значения основных характеристик обработки, соответствующие наибольшим приращениям поверхностной твердости минералокерамики ВОК-60. С учетом наименьшего значения удельной мощности горения тлеющего разряда принимаем напряжение горения $U = 3,2$ кВ, плотность тока $J = 0,25$ А/м² (удельная мощность горения разряда $W = 0,8$ кВт/м²) при времени обработки $T = 13$ мин.

2. Анализируя результаты, можно выделить значения основных характеристик обработки, соответствующие наибольшим приращениям коэффициента износостойкости минералокерамики ВОК-60. С учетом наименьшего значения удельной мощности горения тлеющего разряда принимаем напряжение горения $U = 3,2$ кВ, плотность тока $J = 0,375$ А/м² (удельная мощность горения разряда $W = 1,2$ кВт/м²) при времени обработки $T = 30$ мин.

Литература

1. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: справочник / В. С. Самойлов [и др.]; редкол.: И. А. Ординарцев (пред.) [и др.]. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.: ил.
2. **Панченко, Е. В.** Лаборатория металлографии / Е. В. Панченко, Ю. А. Скаков, Б. И. Кример. – Москва : Металлургия, 1965. – 440 с. : ил.
3. **ГОСТ 2999–75.** Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 29 с.
4. **Григорович, В. К.** Твердость и микротвердость металлов / В. К. Григорович. – Москва : Наука, 1976. – 230 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя / А. Г. Косилова [и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 384 с.
6. Патент № 9478 Республика Беларусь, МПК С 23С 14/00. Установка вакуумная для упрочнения изделий комплексным воздействием тлеющего разряда и постоянного магнитного поля / В.М. Шеменков, М.А. Белая, А.Л. Шеменкова, В.В. Малутин, А.С. Батраков (BY) - № 9478; заявл. 25.11.2012; опубл. 26.12.2012. - 3 с.
7. **Белая, М.А.** Использование комплексного воздействия тлеющего разряда и постоянного магнитного поля для повышения износостойкости инструментальной и технологической оснастки. / Батраков А.С., Бодяко К.А., Шеменкова А.Л. // Материалы IV международной научно-практической конференции «Достижения молодых ученых в развитии инновационных процессов в экономике, науке, образовании», Брянск, 2012 г.: Ч.1 / Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет».- 2012. – С. 38

Аржанов Артур Олегович

Студент машиностроительного факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(25) 504-48-40
E-mail: dneprovec1996@yandex.ru

Елисеева Анна Николаевна

Магистрант
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29) 183-41-71

Лобацевич Константин Игоревич

Студент машиностроительного факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29) 817-07-91

Шкиль Владислав Валерьевич

Студент машиностроительного факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(25) 955-82-24

Шеменков Владимир Михайлович

Зав. кафедрой «Технология машиностроения», канд. техн. наук, доцент
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(222) 23-02-53

Белая Марина Александровна

Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки и инструменты»
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29) 5439888
E-mail: belay-marina@yandex.by