

А.Д.ХАЛИМОНЕНКО, канд. техн. наук, доцент, *khalim76@rambler.ru*

Р.В.ВЬЮШИН, студент

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

A.D.KHALIMONENKO, PhD in eng. sc., associate professor, *khalim76@rambler.ru*

R.V.VIUSHIN, student

National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ПРИ ТОЧЕНИИ ЗАГОТОВОК РЕЖУЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ, ОСНАЩЕННЫМ СМЕННЫМИ КЕРАМИЧЕСКИМИ ПЛАСТИНАМИ

Рассмотрены вопросы повышения качества токарной обработки за счет прогнозирования работоспособности режущего инструмента, оснащенного сменными керамическими пластинами, на основе влияния структурных параметров материала на эксплуатационные характеристики. Полученные результаты позволяют определить запас точности при токарной обработке.

Ключевые слова: резание металлов, режущие керамические пластины, точность при токарной обработке.

ACCURACY OF THE MASHINING TURNING PROCESS OF THE WORKPIECES, WHEN CUTTING TOOL EQUIPPED WITH REMOVABLE CERAMIC INSERTS

The article considers the issues of improving the quality of the turning process due to the forecasting performance of cutting tools, equipped with removable ceramic inserts, on the basis of the influence of structural parameters of the material on its performance. The received results allow determining the reserve of process accuracy on the lathe.

Key words: cutting of metals, cutting ceramic inserts, the accuracy of the machining turning process.

Одним из значимых факторов в современном машиностроении является совершенствование технологии производства. Особенность современного производства – применение новых инструментальных материалов, которые обладают высокими режущими свойствами. К таким материалам относятся режущая керамика.

Главными причинами применения режущей керамики при изготовлении точных элементов деталей горных машин являются высокая эффективность обработки, увеличение ресурса работы инструмента, умень-

шение затрат из-за замены шлифовальных операций обработкой резанием и сокращение времени обработки за счет значительного увеличения скорости резания. Кроме этого, с помощью режущего инструмента, оснащенного керамикой, можно обрабатывать закаленные стали и другие труднообрабатываемые материалы.

Доля режущей керамики в общей массе применяемых инструментальных материалов на данный момент не превышает 5-8 %. По прогнозам доля керамики в самое ближайшее время должна вырасти до 15 % вследствие

того, что проверенные и технологичные твердые сплавы заменят на режущую керамику из экономических соображений.

При управлении качеством процесса точения главной задачей является исследование одной из основных составляющих системы обработки – режущего инструмента. Управление качеством процесса обработки непосредственно связано с информацией о способности инструмента осуществлять обработку с заданными параметрами точности в заданный период времени, т.е. с информацией о работоспособности режущего инструмента [3].

При эксплуатации режущих пластин из керамики одной марки было замечено, что точность детали при одних и тех же условиях обработки оказывается различной [3]. Данный факт обусловлен различиями микроструктуры керамических пластин, определение и обоснование которых дает четкую картину наиболее рационального использования для определенных условий обработки, что позволит управлять качеством обработки и работоспособностью инструмента при процессе точения.

Одним из методов выявления параметров микроструктуры керамики является определение их зависимости от величины удельного электрического сопротивления материала. Для этой цели были выбраны образцы режущих пластин из керамики наиболее распространенной марки ВОК-63 с различными параметрами удельного электрического сопротивления ($R \approx 100$ Ом и $R \approx 10$ Ом) при помощи специального измерительного устройства. Выбранные образцы были подготовлены по методике, предложенной В.В.Максаровым [2], и исследованы на металлографическом микроскопе, после чего результаты были обработаны на ЭВМ. Обработка данных показала (рис.1), что керамика марки ВОК-63 состоит из основной фазы Al_2O_3 (75 %) и карбидов тугоплавких металлов Ti, W (25 %), но микроструктурные параметры у образцов с различным удельным электрическим сопротивлением отличаются друг от друга (рис.2).

Образцы, обладающие сопротивлением, близким к $R \approx 100$ Ом, имеют лучшие структурные параметры по сравнению с прочими.

У них меньший средний диаметр карбидных зерен $D_{ср}$, наибольшая длина граничной линии карбидных зерен C , большее количество карбидных зерен H и малый процент пористости поверхности П. Обработка экспериментальных данных позволила установить взаимосвязь удельного электрического сопротивления со структурными параметрами керамики, в результате которой была получена зависимость:

$$R = 542,9 \frac{H^{2,35}}{C^{1,14} D_{ср}^{3,029}}.$$

Для определения режущих свойств керамики ВОК-63 с различными значениями удельного электрического сопротивления был проведен ряд опытов, в которых производилась чистовая обработка идентичных заготовок с переменными значениями режимов резания [1, 4]. По результатам была найдена связь между износом режущей пластины и режимами резания, исходя из параметров износа пластины по задней грани $h_3 = f(t, S, V)$, где t – глубина резания; S – подача инструмента; V – скорость резания. Механизм износа керамики оказался своеобразным. Затупление пластин происходит в основном по задней поверхности в виде характерных штрихов износа, расположенных перпендикулярно к главному режущему лезвию на участке, контактирующим с поверхностью резания. Износ на передней поверхности незначителен по сравнению с износом по задней поверхности [2].

Зависимость износа по задней поверхности от продолжительности пути резания показала значительную разницу в достижении износа, равного 0,5 мм. Соотношение длин пройденного пути для ВОК-63 с $R \approx 100$ Ом и $R \approx 10$ Ом оказалось 8 к 6, а функциональные зависимости износа от режимов резания получили вид:

– для ВОК-63 с $R \approx 100$ Ом

$$h_3 = 0,08 \frac{V^{0,38} S^{0,17}}{t^{0,66}};$$

– для ВОК-63 с $R \approx 10$ Ом

$$h_3 = 0,04 \frac{V^{0,22} S^{0,023}}{t^{0,11}}.$$

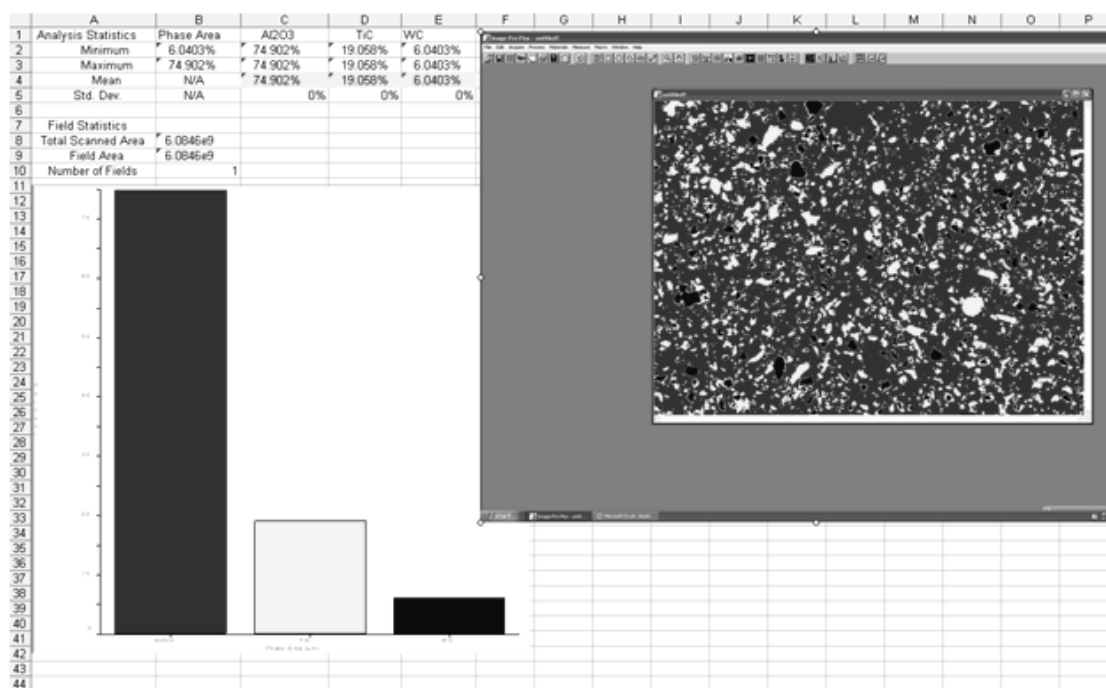


Рис.1. Распределение фаз в керамике ВОК-63

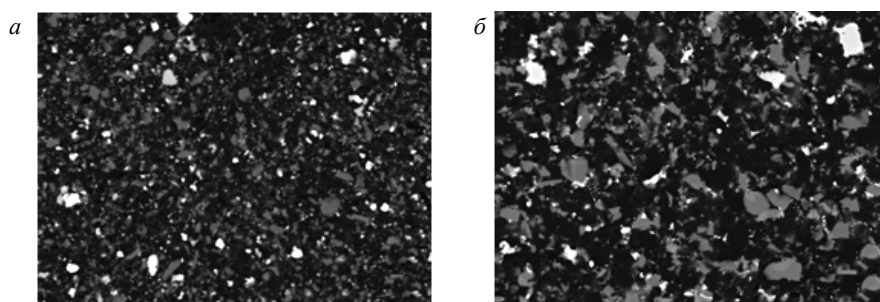


Рис.2. Структура керамики ВОК-63: а – с сопротивлением $R \approx 100$ Ом, б – $R \approx 10$ Ом

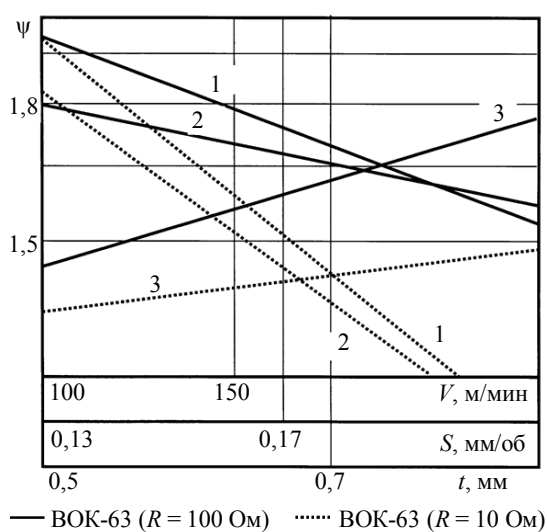


Рис.3. Графическая зависимость
1 – $\Psi = f(V)$; 2 – $\Psi = f(S)$; 3 – $\Psi = f(t)$



Рис.4. Кругломер

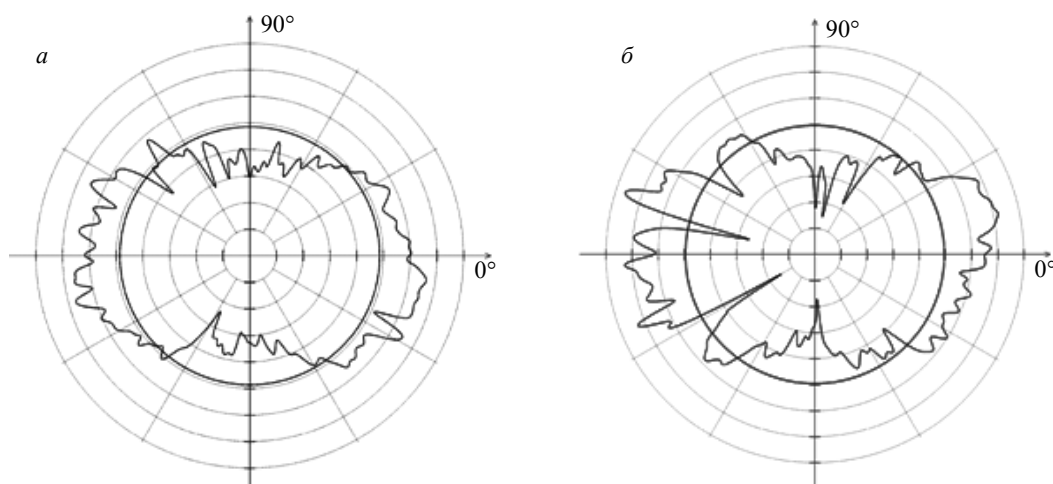


Рис.5. Круглограммы при обработке керамикой ВОК-63: а – $R \approx 100$ Ом, б – $R \approx 10$ Ом

Следующим важным шагом в исследованиях было определение запаса точности Ψ при обработке заготовок керамикой ВОК-63 с различными значениями удельного электрического сопротивления и определение связи между запасом точности и режимными параметрами [2]. Для определения этой связи были использованы результаты предыдущих опытов, при обработке результатов которых были выведены зависимости $\Psi = f(t, S, V)$, которые позволили не только определить запас точности при обработке (рис.3), но и прогнозировать работу инструмента без брака, за счет применения оптимальных режимов обработки и рационального подбора режущих керамических пластин.

Таким образом, вопрос управления работоспособностью керамического инструмента и качеством процесса точения в целом сводится к определению оптимальных рабочих характеристик применяемого инструмента [1]. Зная эти характеристики, исходя из определенного запаса точности материала, можно рассчитать оптимальные параметры режимов обработки и, соответственно, прогнозировать работу без брака. Данные зависимости были проверены на кругломере (рис.4) – измерительном приборе для определения некруглости – наибольшего расстояния точек реального профиля цилиндрических поверхностей в поперечном сечении до прилегающей (охватывающей) окружности.

При помощи кругломера с устройством для выделения гармонических составляю-

щих некруглости (круглограмм) и с устройствами для исключения из результатов измерения неточности первоначального центрирования детали были получены результаты замеров, представленные в виде поперечного сечения детали.

Анализ полученных изображений показал, что при обработке инструментом, оснащенным режущей керамикой с удельным электрическим сопротивлением $R \approx 100$ Ом, отклонения по параметру некруглости обработанной детали (рис.5, а) меньше, чем при обработке инструментом с $R \approx 10$ Ом (рис.5, б).

Таким образом, можно сделать окончательный вывод, что точность обработки заготовок при одинаковых режимах резания керамикой ВОК-63 с параметрами удельного электрического сопротивления $R \approx 100$ Ом выше, чем при обработке керамикой $R \approx 10$ Ом с, что подтверждает анализ проведенных исследований и полученных при их обработке расчетных зависимостей и проведенных испытаний с использованием кругломера [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование работоспособности инструмента, оснащенного сменными пластинами из режущей керамики / В.В.Максаров, Ю.Ольт, Т.Лаатсит, А.Д.Халимоненко // Инструмент и технологии. 2008. № 30-31. С.132-136.
2. Максаров В.В. Управление качеством процесса точения инструментом из режущей керамики: Монография / В.В.Максаров, Ю.Ольт, А.Д.Халимоненко. СПб, 2010. 172 с.
3. Маргулес А.У. Резание металлов керметами. М., 1980, 160 с.

4. Управление работоспособностью режущего инструмента, оснащенного сменными пластинами из режущей керамики / В.В.Максаров, Ю.Ольт, Т.Лаатсит, А.Д.Халимоненко // Металлообработка. 2008. № 6 (48). С.50-58.

REFERENCES

1. *Maksarov V.V., Olt J., Laatsit T., Khalimonenko A.D.* A study of tools, equipped with removable inserts of the cutting ceramics / Tools and technology. 2008. N 30-31. P.132-136.

2. *Maksarov V.V.* The quality management of the process of turning the instrument of the cutting ceramics: Monograph / V.V.Maksarov, J.Olt, A.D.Khalimonenko. Saint Petersburg, 2010. 172 p.

3. Margules A.U. Cutting metals cermets. Moscow, 1980, 160 p.

4. *Maksarov V.V., Olt J., Laatsit T., Khalimonenko A.D.* Control of working capacity of the cutting tool, equipped with removable inserts of the cutting ceramics / Metal-working. 2008, N 6 (48), P.50-58.