

УДК 621.9

Гусев В.В., Молчанов А.Д.
ДонНТУ, г. Донецк, Украина

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ КЕРАМИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Введение

Создание современных машин и механизмов связано с решением ряда конструкторских и технологических задач. На этапе конструкторской подготовки изделия происходит выбор компоновки узла или механизма, его сборочной взаимосвязи с другими деталями и механизмами, определение требуемых эксплуатационных характеристик. Эксплуатационные характеристики изделия во многом определяются физико-механическими свойствами материалов, из которых они будут изготовлены. Для повышения эффективности использования современных машин и механизмов, расширения сферы их применения все чаще металлические сплавы, из которых изготавливаются детали, заменяются керамическими материалами. Обладая значительно более высокими значениями твердости, прочности, износостойкости керамические материалы представляют более перспективную базу для создания деталей, используемых в узлах современных машин и механизмов. Однако, наряду с этим, данная группа материалов обладает высокой хрупкостью и склонностью к образованию дефектности. Все это определяет технологические особенности изготовления деталей из керамических материалов – начиная от заготовительной операции и заканчивая этапом окончательной механической обработки.

Основная часть

На этапе механической обработки керамических изделий необходимо решать сложную комплексную задачу – с максимально возможной производительностью обработки необходимо достичь требуемые параметры геометрической точности и качества поверхности. Для создания эффективного технологического решения данной задачи рассмотрим влияние основных компонентов технологической системы механической обработки керамических изделий на характеристики процесса обработки и характеристики изделия (рис.1).

К наиболее важным компонентам технологической системы можно отнести: заготовку, приспособление, смазочно-охлаждающую технологическую среду, режущий инструмент и станок. Исходя из физико-механических характеристик керамических материалов, наиболее эффективным способом механической обработки является алмазное шлифование.

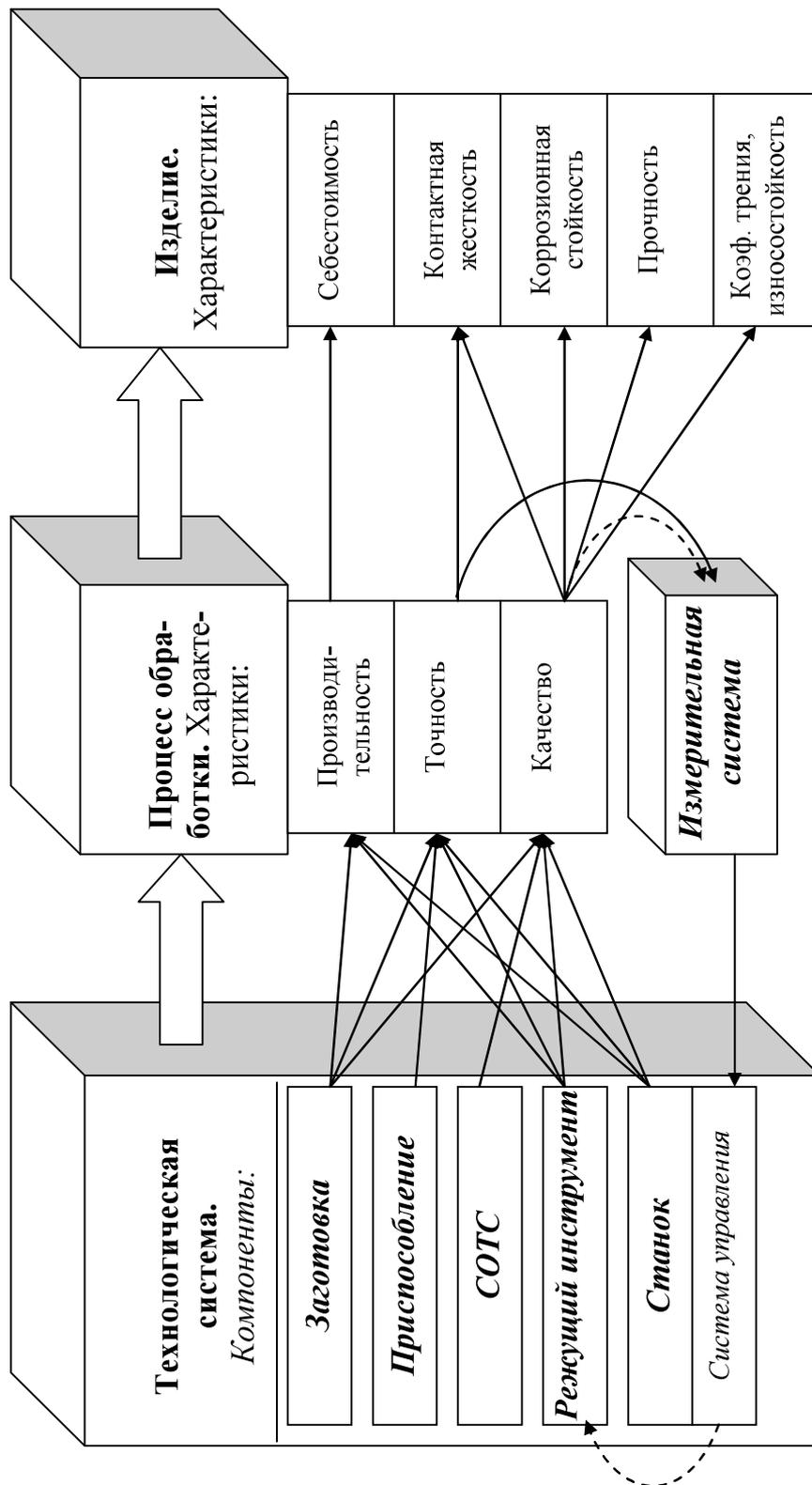


Рис. 1 - Структурная схема процесса обработки керамических изделий

Процесс обработки можно охарактеризовать тремя группами характеристик – производительностью обработки, параметрами точности, характеристиками качества обработанной поверхности. Под параметрами точности следует понимать линейные и диаметральные размеры отдельных поверхностей, а также точность относительного положения поверхностей детали. К характеристикам качества обработанной поверхности керамических деталей следует отнести - параметры шероховатости поверхности, остаточные напряжения и параметры дефектного слоя. Причем, дефектный слой может быть структурным - возникшим после заготовительной операции, и обработочным - возникшим после процесса механической обработки (рис. 2).

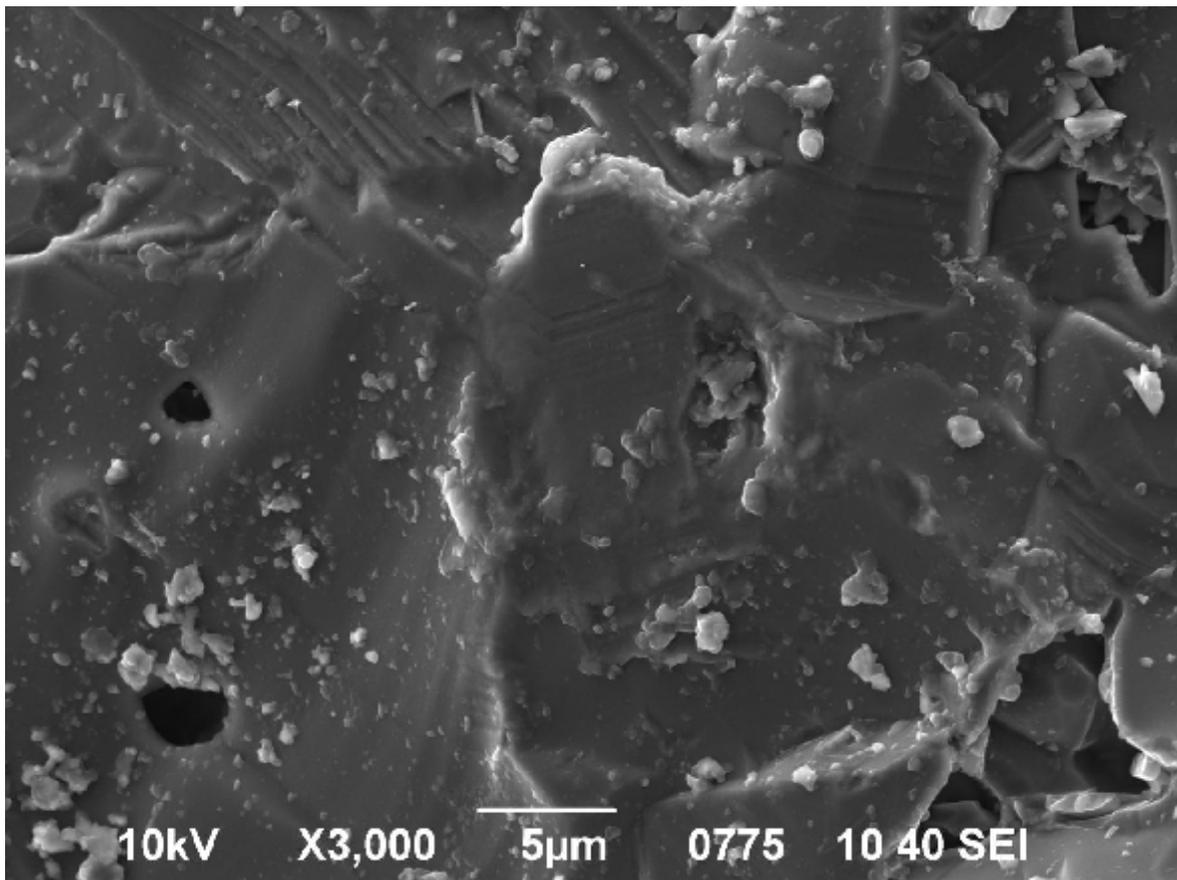


Рис. 2 - Поверхность керамического изделия после алмазного шлифования, содержащая дефекты, возникшие после обработки (сканирующий электронный микроскоп JSM-6490)

К наиболее важным характеристикам керамического изделия, полученного в результате механической обработки можно отнести: себестоимость обработки, эксплуатационные свойства деталей и их соединений - контактную жесткость, коррозионная стойкость, прочность, коэффициент трения и износостойкость, и некоторые другие.

Степень влияния отдельных компонентов технологической системы механической обработки на характеристики процесса обработки и характеристики керамического изделия различна.

Физико-механические характеристики заготовки (твердость, прочность, коэффициент трещиностойкости), пористость и уровень структурной дефектности оказывают влияние на все три характеристики процесса обработки. Так, например, на рис. 3 показано влияние пористости керамического материала детали и действующих напряжений на вероятность разрушения детали. В соответствии с данными графическими зависимостями увеличение пористости керамической детали с 1% до 10% приведет к 100% вероятности разрушения детали уже при 170 МПа вместо 500 МПа.

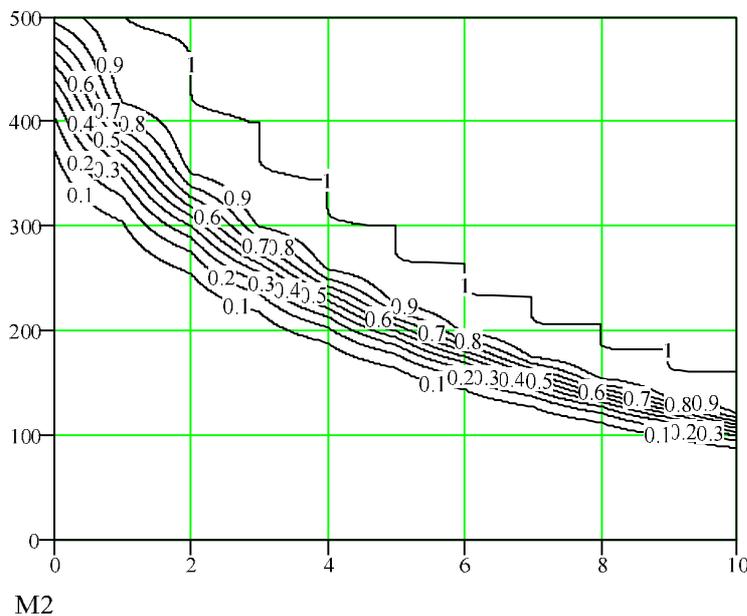


Рис. 3 - Уровни вероятности разрушения керамического образца (Al_2O_3) в зависимости от пористости керамики (ось X, %) и действующих напряжений (ось Y, МПа)

танной поверхности через температурный фактор. Использование практически любого современного состава СОТС при обработке керамических изделий позволяет избежать появления температурных деформаций и развития трещин и сколов поверхности обработки.

Наиболее важным компонентом технологической системы при обработке керамических изделий является режущий инструмент — шлифовальный круг. Исходя из уникальных физико-механических характеристик керамических соединений в качестве режущей части шлифовального круга используются зерна из сверхтвердых материалов — искусственного или естественного алмазов. Характеристика шлифовального круга оказывает непосредственное влияние, как на производительность, так и на точность и качество обработанной керамической поверхности. К наиболее значимым параметрам характеристики шлифовального

Вспомогательный инструмент или приспособление, предназначенное для базирования и закрепления заготовки, оказывает влияние только на точность обработки и как следствие может оказывать влияние на контактную жесткость изделия. Основное влияние в образовании погрешности обработки оказывает погрешность базирования и износ базовых поверхностей приспособления. Как правило, данный фактор погрешности может быть устранен во время подготовительного этапа процесса обработки.

Смазочно-охлаждающая технологическая среда (СОТС) оказывает влияние на качество обрабо-

круга следует отнести зернистость и разновысотность зерен. И если первая из них – зернистость, является паспортной величиной, то вторая – разновысотность зерен, является заранее неопределенной и изменяемой во времени (рис. 4). В зависимости от обрабатываемого материала и способов правки шлифовального круга улучшение параметров качества – шероховатости поверхности и уровня дефектности может достигать 3-5 кратного значения, при неизменных режимах

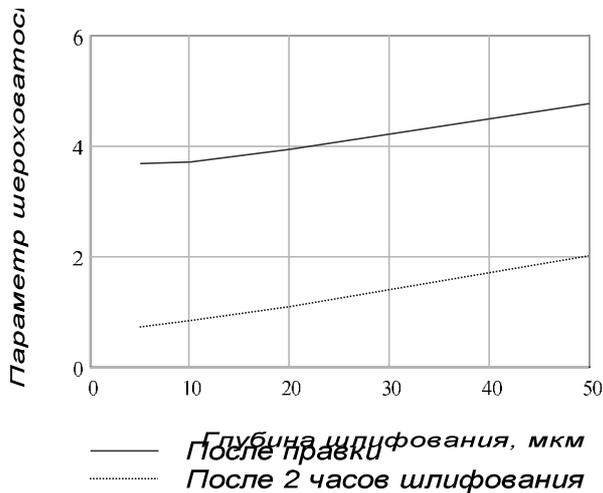


Рис. 4 - Влияние разновысотности круга на параметр шероховатости Rz поверхности керамического образца. Плоское шлифование периферией круга 1A1 200x20x32 AC6 125/100 – 4 – M1, скорость детали 6 м/мин.

оказывает непосредственное влияние на производительность, точность и качество обработанных поверхностей. В зависимости от кинематических, силовых и скоростных характеристик станка достигается определенный уровень производительности обработки, с учетом ограничений накладываемых физико-механическими характеристиками заготовки и характеристикой шлифовального круга. От класса точности станка зависит степень точности процесса обработки. Исходя из режимов обработки, реализуемых на станке, также зависят параметры качества – шероховатость и дефектность поверхности (рис. 5). Изменение режимов обработки – увеличение скорости детали и круга, уменьшение величины подачи и глубины резания приводят к снижению величины шероховатости поверхности и уровню дефектности керамических изделий.

обработки и зернистости круга. Традиционный подход, используемый для улучшения параметров шероховатости и уровня дефектности, который заключается в последовательном уменьшении зернистости алмазных зерен в шлифовальных кругах дает значительно меньший результат. Так, например, при обработке заготовок из оксида алюминия Al_2O_3 , пористостью 0,2% по схеме круглого внутреннего шлифования, уменьшение зернистости круга с 315/250 до 125/100 приводит к уменьшению высоты шероховатости в 1,2 – 1,8 раза.

Металлорежущий станок, реализующий процесс формообразования керамических изделий,

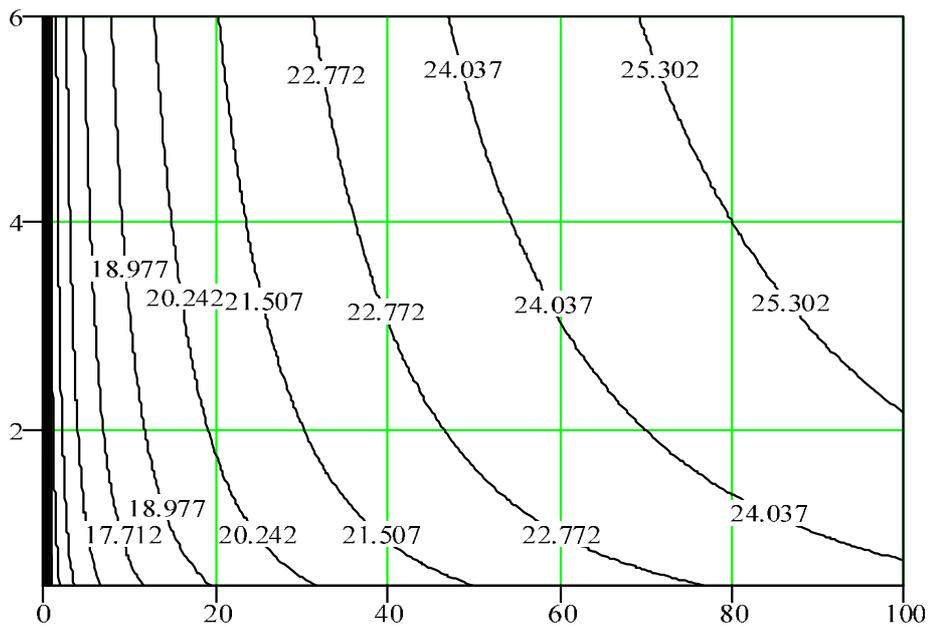


Рис. 5 - Влияние глубины шлифования (ось X, мкм) и скорости детали (ось Y, м/мин) на средний размер обработочной дефектности, мкм. Плоское шлифование периферией круга: зернистость круга – 315/250, пористость керамики (Al_2O_3) 0,2%.

Выводы

Современные технологические системы, реализованные на базе шлифовальных станков с ЧПУ, как правило, оснащаются измерительной системой для контроля точности положения узлов формообразования. Применение таких измерительных систем положительным образом сказывается на точности выполнения процесса обработки керамических изделий. Однако, существующие системы управления обладая достаточными вычислительными возможностями не используются для управляющего воздействия на режущую поверхность шлифовального круга, с целью достижения оптимального значения параметров разности высот зерен круга. Используя систему управления состоянием рабочей поверхности круга (см. рис. 1 - штриховая линия) становится возможным оказывать влияние на производительность обработки, точность и качество обработанных поверхностей керамических изделий через механизм управления режущей способностью круга.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ КЕРАМІЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

Гусев В.В., Молчанов А.Д.

Використовуючи систему управління станом робочої поверхні круга стає можливим чинити вплив на продуктивність обробки, точність і якість оброблених поверхонь керамічних виробів через механізм управління різальною здатністю круга

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ КЕРАМИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Гусев В.В., Молчанов А.Д.

Используя систему управления состоянием рабочей поверхности круга становится возможным оказывать влияние на производительность обработки, точность и качество обработанных поверхностей керамических изделий через механизм управления режущей способностью круга

INCREASE OF EFFICIENCY OF CERAMIC DETAILS TREATMENT

Gusev V.V., Molchanov A.D.

Using technology system grinding of ceramics in conjunction with the device changes the terms may have an impact on processing performance, accuracy and quality of machined surfaces of ceramic products through the mechanism of control cutting ability of the circle.

Ключевые слова: керамические материалы, производительность, точность, система управления, поверхности круга.