

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ПРАВКИ АЛМАЗНОГО КРУГА СВОБОДНЫМ АБРАЗИВОМ НА ЕГО РЕЖУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ

Гусев В.В., Медведев А.Л., Савельев В.В.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

In work change of target parameters of process of grinding of technical ceramics and restoration of cutting ability of a grinding wheel is considered at editing by its free abrasive. Influence of time of editing on change of cutting ability and factor of abrasive cutting of a diamond circle is certain.

Введение

Выходные показатели технологической системы операции алмазного шлифования технической керамики – точность, качество обработанной поверхности, энергоемкость, производительность, расход инструмента определяется характеристикой инструмента и изменением состояния его рабочей поверхности (РПК) в процессе обработки. Для восстановления рабочих характеристик шлифовального круга используют различные методы его правки. Правка - это процесс воздействия на рабочую поверхность шлифовальных кругов с целью восстановления его режущих способностей и требуемой геометрии режущих поверхностей.

После правки режущая способность алмазного круга непостоянна, с изменением объема удаленного материала по упругой схеме шлифования она снижается [1,2]. Интенсивность этого снижения не одинакова в различные периоды работы круга. Сразу после правки, при любых условиях обработки, производительность шлифования наибольшая. Уровень начальной производительности определяется подготовкой режущей поверхности круга, скоростью резания, давлением и другими факторами. К наиболее значимым факторам, влияющим на изменение состояния рабочей поверхности круга, необходимо отнести режимные факторы обработки, жесткость системы СПИД и характеристики алмазного круга.

В настоящее время существует большое количество способов правки, среди них шлифование специальными абразивными кругами; электрохимическое шлифование; электрическими разрядами и др. Так же разработано большое количество инструментов для правки. В последнее время разрабатываются и новые технологии правки: лазерная правка, правка свободным абразивом. Это связано с тем, что существующие методы правки не всегда удовлетворяют требованиям по производительности и качеству получаемой поверхности.

Метод правки свободным абразивом был разработан на кафедре «металлорежущие станки» доннту в 1981 под руководством в.в. Бурмистрова [3]. Сущность метода состоит в следующем. К вращающемуся на рабочей скорости кругу подводят до касания притир. Притиру задают возвратно-поступательное движение вдоль образующей инструмента. В зону контакта инструмента и притира подают свободный абразив, который путем шаржирования в притире и перекачивания по поверхности контакта в направлении вектора скорости вышлифовывает материал притира и связки инструмента. Интенсивность шлифования связки инструмента и материала притира определяется размером, подаваемых абразивных частиц и величиной зазора между инструментом и притиром. Зазор в процессе правки формируется автоматически. Однако до настоящего времени не изучены закономерности изменения рабочей поверхности круга и его режущей способности от длительности правки.

Цель исследований: установление закономерностей изменения режущей способности и износа шлифовального круга на металлической связке от длительности правки свободным абразивом.

Методика проведения исследований

при шлифовании образцов из конструкционной керамики возникла необходимость в исследовательском стенде, который был создан на базе заточного станка модели 3672 (рис.1). Модернизация станка предусматривала проектирование и

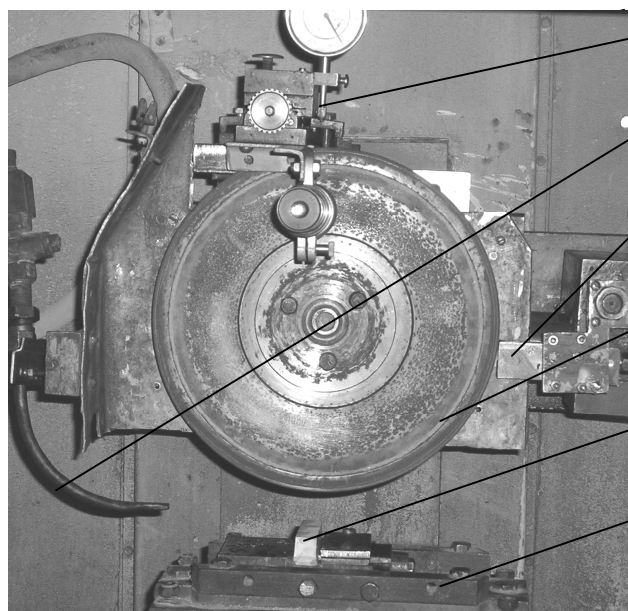


Рис.1. Экспериментальный стенд для комплексного исследования обрабатываемости технической керамики: 1 – динамометрический стол; 2 – образец; 3 –шлифовальный круг; 4 – система для подачи СОТС; 5 – устройство для измерения линейного износа круга; 6 – установка для правки РПК свободным абразивом

изготовление устройств, позволяющих поддерживать режущую способность алмазных кругов путем правки его рабочей поверхности и измерение параметров, характеризующих состояние рабочей поверхности круга.

Перед началом эксперимента обрабатываемая заготовка 2 закреплялась на специальном динамометрическом столе 1, установленном на столе станка 3672. Составляющие силы резания при шлифовании регистрировались через усилитель 8АНЧ-7М (погрешность 5%) самописцем НЗ38 – 4П (погрешность 4%). Перед проведением исследований систему измерений тарировали. Статическую тарировку проводили с помощью динамометра ДОСМ-0,5. Было установлено отсутствие

взаимовлияния при измерении составляющих силы резания. Совокупная погрешность системы измерения составляющих силы резания, определенная вероятностным способом, не превышает 14,5%. Чувствительность измерения тангенциальной составляющей (P_T) составила 2,5 Н/мм, а нормальной (P_H) – 5 Н/мм. При проведении исследований в каждой экспериментальной точке число повторных измерений было не менее трех. При шлифовании хрупких материалов большое значение имеет направление действия результирующей составляющей силы резания. Величиной, характеризующей угол наклона результирующей силы резания к обрабатываемой поверхности, является коэффициент абразивного резания [1], который определяется отношением $K_a = P_T / P_H$.

Устройство для правки свободным абразивом 6 (рис.1) состоит из притира, и механизма перемещения его относительно. Притир представляет собой чугунную пластину с отверстием вдоль длины для подвода абразивной смеси. Механизм подачи притира состоит из механизма перемещения притира в радиальном направлении и механизма перемещения вдоль ширины круга. Для осуществления перемещения

притира в радиальном направлении, по отношению к шлифовальному кругу, в конструкции устройства предусмотрен электродвигатель рд-09 со встроенным редуктором. Вал электродвигателя посредством переходной втулки соединен с винтовой парой, необходимой для перемещения притира, вместе с механизмом подачи вдоль ширины круга, в радиальном направлении. Скорость перемещения притира в радиальном направлении регулируется заменой одной винтовой пары на другую. Скорость подачи притира в радиальном направлении регулируется в пределах 8..20 мкм/с.

Осциллирующее движение притира осуществляется с помощью гидроцилиндра, а скорость осцилляции регулируется с помощью дросселя. Осцилляция притира вдоль образующей круга обеспечивает прямолинейную форму образующую ШК.

Система управления включает в себя конечные бесконтактные выключатели, установленные с целью ограничения перемещения притира вдоль ширины круга, конечные контактные микро выключатели, ограничивающие движение притира в радиальном направлении, а также соединенного с ними пульта управления, предназначенного для регулирования работой устройства для правки алмазных кругов свободным абразивом в целом. Марка абразивного порошка – карбид кремния зеленый (гост 3647-59) размером 50..250 мкм.

Режущая способность круга q (м³/с) определялась по упругой схеме резания на специальном приспособлении по объему удаленного материала ситалла за секунду. Образец шириной 10мм поджимался к шлифовальному кругу (ШК) с постоянным усилием при среднем контурном давлении в зоне контакта 0,4 МПа.

Условие проведения экспериментальных исследований. Обрабатываемый материал ситалл ас-370 ($HV = 8 \cdot 10^9$ па, $K_{1c} = 2,1 \cdot 10^6$ па·м^{1/2}). Плоское встречное врезное шлифование кругом 1a1 200x75x6x3 ас32 – 250/200 – 4 – м2-01. Режимы резания: скорость резания $v_k = 33$ м/с, продольная скорость стола $s = 0,1$ м/с, глубина резания $t = 1,3$ мм. СОТС – вода с добавкой 0,3% кальцинированной соды (расход – 5л/мин).

Результаты экспериментальных исследований.

Хорошо известно, что с увеличением объема технической керамики v , удаленного с поверхности заготовки шлифовальным кругом, возрастает его линейный износ (рис. 2.). Линейного износ шк от объема, удаленного материала имеет нелинейный характер, который адекватно может быть описан степенной зависимостью. В начальный период работы круга интенсивность износа наибольшая. Это связано с интенсивным разрушением наиболее выступающих зерен из связки, на которых сечения единичного среза обрабатываемого материала, а, следовательно, и силы резания наибольшие [5].

При работе алмазного круга имеют место четыре процесса, оказывающих влияние на его работоспособность и состояние рабочей поверхности круга: истирание зерен по обрабатываемой поверхности с образованием площадок, хрупкое разрушение микроскалыванием зерен, вырывание зерен из связки, вышлифовывание связки стружкой, которая совместно с сотс образует абразивный поток. С увеличением удаленного шк обрабатываемого материала уменьшается глубина рпк, распределение вершин зерен по высоте рабочей поверхности изменяется и приобретает правостороннюю асимметрию, площадки износа на поверхности зерен возрастают [6]. Все это приводит к увеличению составляющих силы резания.

Режущая способность шк уменьшается (рис. 3, а). Нормальная составляющая силы резания возрастает быстрее тангенциальной, что приводит к изменению и

коэффициента абразивного резания (рис. 3, б). Рост нормальной составляющей силы резания приводит к увеличению доли больших дефектов материала, образующихся в процессе шлифования [7].

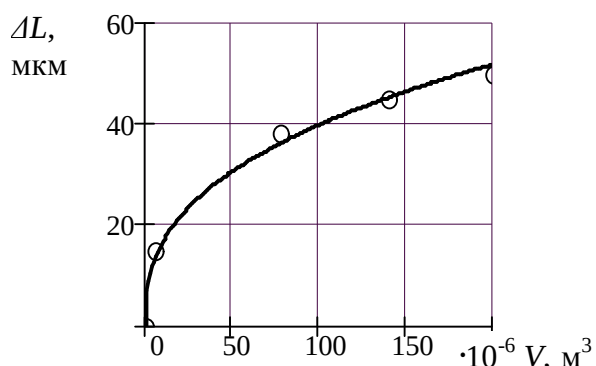


Рис. 2. Зависимость линейного износа ΔL алмазного круга от объема удаленного материала при шлифовании ситалла АС-370

абразивной суспензии. на рисунке пунктирной линией показаны доверительные границы при уровне значимости 0,1.

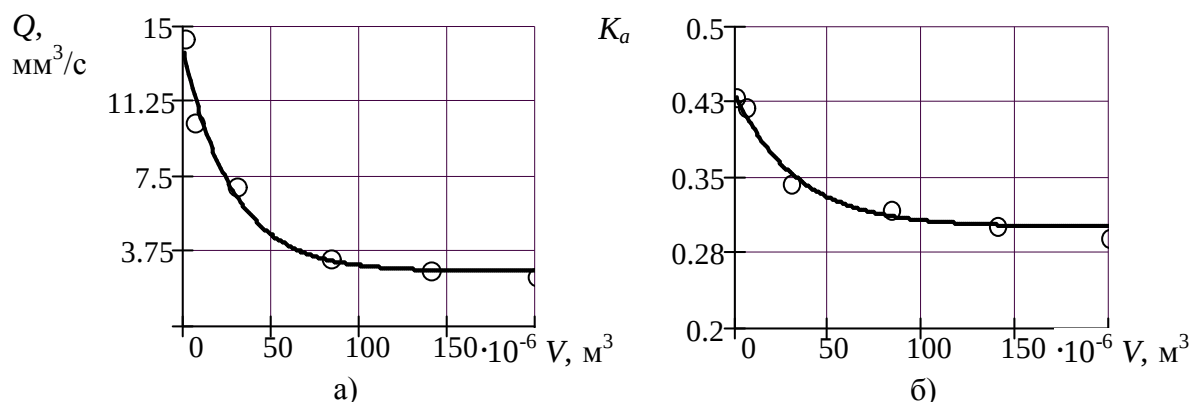


Рис. 3. Влияние объема V удаленного материала припуска при шлифовании ситалла АС-370 на изменение режущей способности алмазного круга Q (а); изменение коэффициента абразивного резания (б)

По мере удаления алмазоносного слоя режущая способность шк возрастает (рис. 4, б). Изменение режущей способности круга от времени правки может быть адекватно описана следующей зависимостью

$$Q(\tau) = \frac{1}{a \cdot \exp(-b \cdot \tau - c) + d}, \quad (1)$$

Где a - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и характеристики инструмента, определяет нижнюю границу режущей способности шк при принятых условиях обработки;

b - коэффициент, зависящий от технологического регламента правки, определяет интенсивность правки;

c - коэффициент, зависящий от исходного состояния рпк перед правкой, определяет длительность времени правки для достижения предельной режущей способности кругом;

d - коэффициент, зависящий от характеристики круга и физико-механических свойств обрабатываемого материала, определяет предельную режущую способность круга при принятых условиях ее определения.

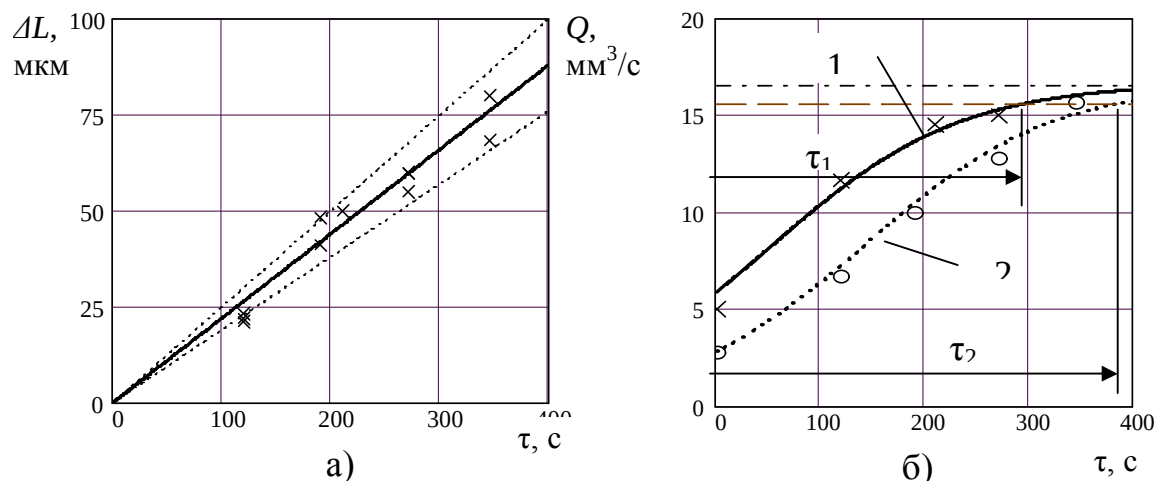


Рис.4. Влияние времени τ правки (с) свободным абразивом на:
а) линейный износ ШК;
б) режущую способность ШК для различной режущей способностью Q_n круга перед правкой: 1 – $Q_n = 5 \text{ мм}^3/\text{с}$; 2 – $Q_n = 2,75 \text{ мм}^3/\text{с}$

Предельная режущая способность (штрихпунктирная линия на рис. 4, б) используемого ШК при обработке ситалла ас-370 и среднем контурном давлении 0,4 МПа по площади контакта составляет $Q_n = 16.4 \text{ мм}^3/\text{с}$ ($d = 1/Q_n$). Примем в качестве критерия, ограничивающего время правки, достижение режущей способности кругом значения $0,95 \cdot Q_n$ (на рисунке штриховая линия). Назовем это значение граничным значением режущей способности круга.

В этом случае время правки зависит от исходного состояния круга перед правкой. При высокой исходной режущей способности круга ($Q_n = 5 \text{ мм}^3/\text{с}$) перед началом правки (кривая 1 рис. 4, б), необходимо меньше времени ($\tau_1 < \tau_2$) для достижения граничного значения режущей способности по сравнению с кругом, у которого режущая способность ($Q_n = 2,75 \text{ мм}^3/\text{с}$) была ниже (см. Кривую 2 на рис. 4, б). Время правки, необходимое для достижения граничного значения режущей способности, зависит от исходного состояния круга перед правкой. Чем выше режущая способность круга перед началом правки, тем меньше времени необходимо затратить на процесс правки.

Выводы

На основании экспериментальных исследований в работе предложены модели, описывающие изменения режущей способности шк при работе и правке, линейного износа круга при правке свободным абразивом. Полученные результаты позволяют разработать методику выбора оптимальных параметров правки свободным абразивом по техническим или экономическим критериям в зависимости от условий обработки технической керамики.

Список литературы: 1. Попов С.А., Малевский Н.П., Терещенко Л.М. Алмазно-абразивная обработка металлов и твердых сплавов. – М.:

Машиностроение, 1977. – 263с. 2. Скоростная алмазная обработка деталей из технической керамики / Н.В. Никитков, В.Б. Рабинович, В.Н. Суботин, Н.Н. Шепилов. Под. Ред. З.И. Кремня. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1984. – 131с. 3. А.с. 967784 СССР мки в24в 53/00 способ правки алмазно-абразивного инструмента / В.В. Бурмистров - 4с. 4. Гусев В.В., Молчанов А.Д. Определение параметров разноразмерности зерен алмазного круга при шлифовании // физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве. Труды 5-й международной научно-технической конференции, 28-29 мая 2002. – Харьков: ХНПК «ФЭД», 2002 - с.175-179. 5. Гусев В.В. О распределении параметров срезов при глубинном круглом шлифовании периферией круга // резание и инструмент в технологических системах: межд. Научн.-техн. Сборник. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – Вып.65. – с.37-46. 6. Гусев В.В., Калафатова Л.П. Вплив стану робочої поверхні алмазного інструмента на процес шліфування крихких неметалевих матеріалів // вісник ждту - №2 (26). – 2003. – с.49-54. 7. Гусев В.В. Силы резания и формирование дефектного слоя при алмазном шлифовании керамики // надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА. – 2003.- вип. №13. – с. 70-76.

Сдано в редакцию 29.01.07

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Долганов А.М., Иванова Т.Н.

(ОАО «Удмуртторф», ЧФ ПГТУ, г. Ижевск, г. Чайковский, Россия)

In a paper the problems of creation and study of vortex effect motion cooling plates during grinding.

Эффективность процесса шлифования зависит от свойств внешней среды, в которой происходит резание. Принудительное изменение свойств этой среды – один из путей управления и оптимизации процесса шлифования. Например, подача в зону резания холодного воздушного потока, появляющегося в закрученном потоке вязкого сжимаемого газа и реализующегося в вихревой трубке, позволяет снизить температуру шлифования.

Вихревая трубка представляет собой гладкую цилиндрическую трубку 1, снабженную тангенциальным соплом 2, улиткой 3, диафрагмой 4 с осевым отверстием и дросселем 11 (рис. 1). При втекании газа через сопло образуется интенсивный круговой поток, приосевые слои которого заметно охлаждаются и отводятся через отверстие диафрагмы в виде холодного потока, а периферийные слои подогреваются и вытекают через дроссель в виде горячего потока.