

Серия «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ»

Влияние режимов алмазного шлифования на силы резания в процессе обработки конструкционной керамики

Алексеев С.В.

Университет машиностроения
assamodelkin@mail.ru

Аннотация. В статье представлены экспериментальные зависимости влияния режимов шлифования на силы резания при обработке деталей из керамики.

Ключевые слова: конструкционная керамика, режимы алмазного шлифования, силы резания, экспериментальные зависимости

Перспектива применения конструкционной керамики в ГТД неразрывно связана с обеспечением технологической надежности процессов механической обработки деталей.

Съем материала в процессе шлифования осуществляется в результате создания в поверхностном слое керамических заготовок напряжений, превышающих напряжение разрушения материала. Поскольку рост поверхностных микротрещин требует значительно меньшей энергии, чем рост внутренних, наличие поверхностных микротрещин оказывает преимущественное влияние на долговечность керамических деталей [1, 2].

Влияние механической обработки на долговечность керамических деталей проявляется также через геометрические погрешности ее изготовления. Отклонения макро- и микрогеометрии керамических деталей влияют на степень концентрации контактных напряжений, при их эксплуатации и приводят к увеличению рассеяния показателей долговечности.

Таким образом, влияние шлифования на долговечность керамических деталей происходит под действием напряжений, возникающих при механической обработке, с учетом погрешностей макро- и микрогеометрии, оставляемые этой механической обработкой.

По данным [3], наибольшее влияние на рост микротрещин при шлифовании керамических заготовок оказывает скорость резания, причем рост скорости резания способствует повышению долговечности готовой керамической детали.

Заметное влияние на долговечность керамических деталей оказывает материал связки шлифовального круга. Для повышения долговечности керамических деталей ряд зарубежных авторов [4, 5] рекомендуют отказываться от использования шлифовальных кругов на металлической связке даже на этапе предварительной обработки ответственных керамических деталей, т.е. производить всю механическую обработку таких деталей кругами на органической связке различной твердости.

Проведенные в работе [6] исследования характера разлома керамических образцов после механической обработки при различных режимах показали, что с увеличением производительности обработки доля образцов, разрушающихся от роста внутренних микротрещин, возрастает с 11 до 92%.

Проведенный анализ особенностей шлифования керамических деталей со сложными криволинейными поверхностями позволил установить, что качество обработки связано с возникшими при шлифовании напряжениями, которые приводят к образованию и развитию микротрещин на обрабатываемой поверхности.

Для проведения экспериментальных исследований влияния процесса алмазного шлифования на качество поверхности деталей из конструкционной керамики был создан специальный диагностический стенд на базе плоскошлифовального станка мод. 372Б, снабженного динамометром, для измерения усилий резания. Принципиальная схема диагностического стенда представлена на рисунке 1.

В состав стенда также входят: измеритель составляющих силы резания, многоканаль-

ный аналого-цифровой преобразователь, персональный компьютер и программное обеспечение приема и обработки данных. Система принимает аналоговые сигналы, преобразует их в цифровой вид, передает их по цифровому каналу в персональный компьютер, где полученная информация сохраняется и обрабатывается.

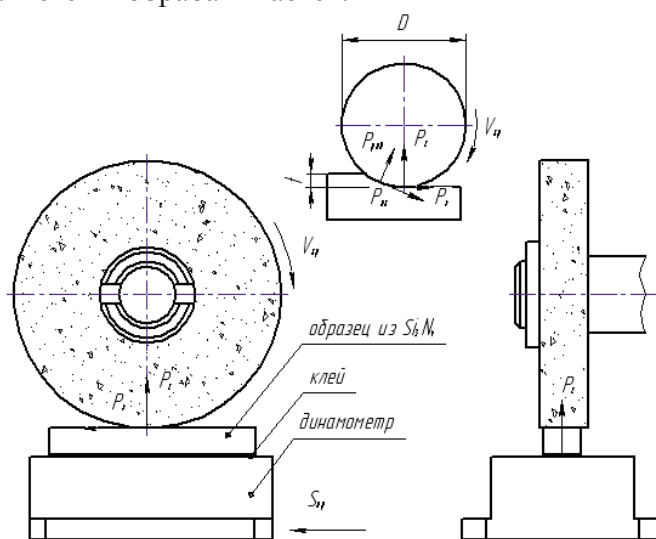


Рисунок 1. Схема измерения усилий при шлифовании

Для шлифования применяли алмазные круги типа IAI на органической связке с зернистостью алмазов 161/125-80/63, относительной концентрацией – 4.

Режимы шлифования выбирали следующие: скорость круга – 20-35 м/с; скорость продольной подачи при маятниковом шлифовании – 2,5-12,0 м/мин; при глубинном – 25-80 мм/мин; глубина резания при маятниковом шлифовании – 0,01-0,04 мм; при глубинном – 0,1-0,7 мм. В качестве СОЖ применяли 3-5% содовый раствор с расходом 8-9 л/мин.

Как видно из рисунка 2, при маятниковом и глубинном шлифовании кругами прямого профиля, силы резания мало зависят от скорости круга.

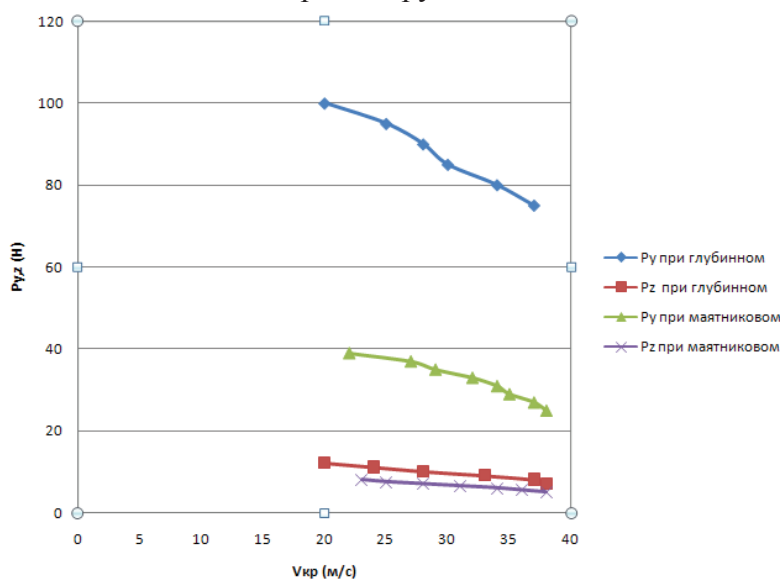
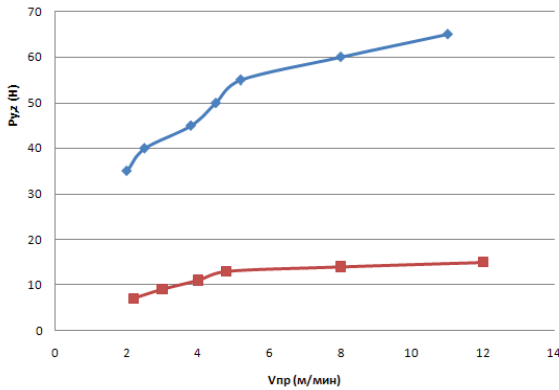


Рисунок 2. Зависимость составляющих силы резания P_y и P_z от скорости круга $V_{кр}$ при маятниковом и глубинном шлифовании

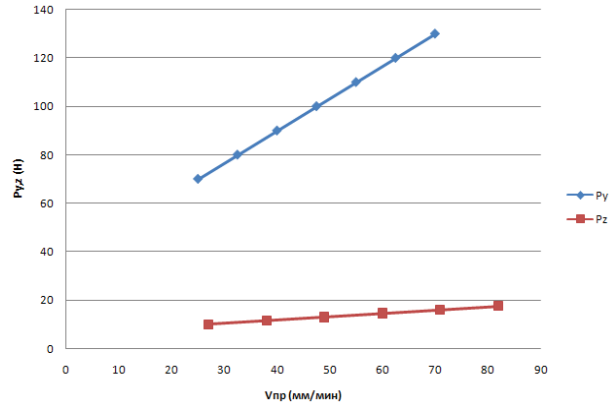
Уменьшение скорости продольной подачи с повышением глубины резания, имеющие место при глубинном шлифовании, влияет на снижение общего количества теплоты, выделяющейся в процессе обработки, и обеспечивает условия нормальной работы круга, когда толщина среза, приходящаяся на одно зерно, имеет тот же порядок, что и при обычном шли-

фовании. Поэтому рациональное сочетание глубины резания и скорости продольной подачи при глубинном шлифовании позволяет оптимизировать процесс.

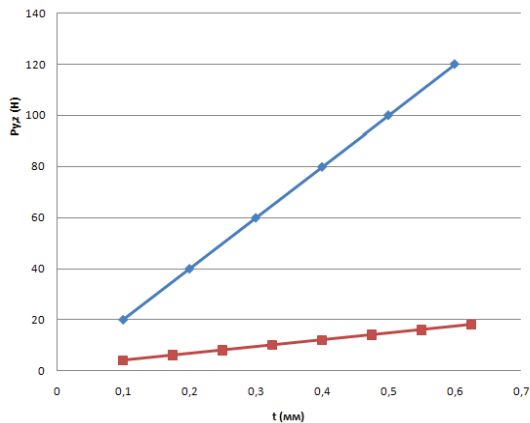
Проведенные опыты показали, что при глубинном шлифовании, при $V_{кр} = 30$ м/с, $t = 0,5$ мм и $V_{пр} = 80$ мм/мин, шероховатость поверхности Ra составляет 0,35-0,45 мкм; сколы и микротрещины отсутствуют. Точность линейных размеров профиля колеблется в пределах ± 3 мкм. В то же время при маятниковом шлифовании при аналогичной шероховатости наблюдаются микросколы по краям образца. При глубинном шлифовании для достижения такой же производительности, как при маятниковом, необходимо на порядок увеличить глубину резания или скорость подачи. В этом случае, как видно из рисунков 3 и 4, силы резания возрастают в 2 – 6 раз.



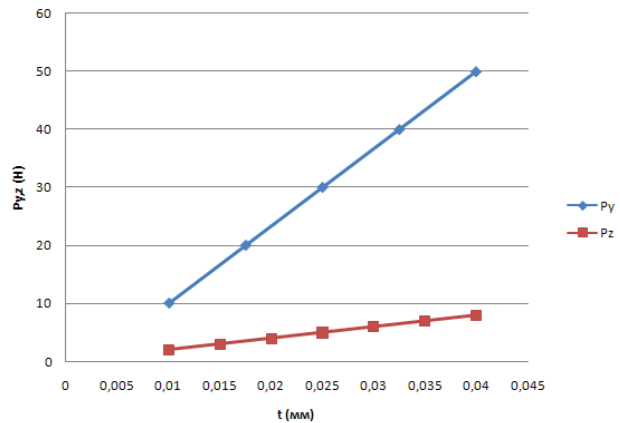
а) при маятниковом шлифовании



б) при глубинном шлифовании

Рисунок 3. Зависимость составляющих силы резания P_y и P_z от подачи $V_{пр}$ 

а) при маятниковом шлифовании



б) при глубинном шлифовании

Рисунок 4. Зависимость составляющих силы резания P_y и P_z от глубины резания t

Исследования, проведенные при глубинном профильном шлифовании, показали, что с увеличением глубины, силы резания возрастают.

Глубинное шлифование способствует уменьшению сколов на поверхности керамики при врезании и выходе круга. Однако для реализации этого преимущества необходимо создать условия для обеспечения самозатачиваемости круга.

Аналогичные исследования процессов маятникового и глубинного шлифования при профильном плоском шлифовании керамики подтвердили, что силы резания при маятниковом шлифовании ниже, чем при глубинном. В то же время опыты показали, что при глубинном шлифовании с режимами: $V_k = 30$ м/с, $t = 0,5$ мм и $S_{пр} = 80$ мм/мин шероховатость Ra составляет 0,35-0,45 мкм, а сколы острых кромок, микротрещины и микровыкрашивания отсутствуют.

Таким образом, для шлифования деталей из конструкционной керамики можно рекомендовать маятниковое шлифование для предварительной обработки, а глубинное – для

окончательной.

При глубинном шлифовании керамики предпочтение следует отдавать встречному шлифованию, так как сила резания при попутном шлифовании больше, чем при встречном. Причина этого заключается в дополнительном расходе энергии при попутном шлифовании на измельчение стружки.

Литература

1. The nature of machining damage in brittle materials /D.B. Marshall, A.G. Evans, B.T. Khuri-Yakub et al //Proc. Royal Soc. (London). Ser.A – 1983. – V.385, №1789. – P.461-475.
2. Marsh D.M. Stress concentrations at crystal surfaces and the embrittlement of sodium chloride //Phil.Mag. – 1960. – V.5, №58. – P.1197 – 1199.
3. Gielisse P.J., Stanislaio J. Mechanical methods of ceramic finishing //NBS, 1972 - №348 – spec. publ. – P.5-35.
4. Indge J.H. Flat precision machining of ceramic materials //Proc. of the Biennial Inf. Machine – Tool conf. – Chicago, 1986. – P.13.1 – 13.16
5. Томимори Х. Шлифование тонкой керамики // Кикай гидзюцу – 1984 – Т. 32, № 2 – С. 36 – 40.
6. Ито С. Прецизионное шлифование тонкой керамики // Кикай то когу. – 1983. – Т. 27, № 6. – С. 49 – 56.

Повышение функциональной надежности гидропривода грузоподъемных устройств

к.т.н. доц. Бекаев А.А., д.т.н. проф. Максимов Ю.В., Строков П.И., Мусакова Т.В.,
Папонов А.В.

Университет машиностроения, МБОУ «Ликуно-Дулевская гимназия», ОАО «ДМЗ»
8-909-901-77-13, 8-926-274-25-08, bekaev@list.ru, maksimov@mami.ru, pavig@yandex.ru

Аннотация. Современные силовые гидроприводы, нашедшие широчайшее применение в различных областях техники, выполняют зачастую столь ответственные функции, что от их надежности зависит безопасность работы машин. Проведенный обзор существующих гидросистем грузоподъемных устройств показал, что практически все они имеют одну и ту же принципиальную гидравлическую схему, основным недостатком которой является низкая надежность, нередко приводящая к возникновению аварийных ситуаций, в том числе и к человеческим жертвам. В настоящей работе разработаны рекомендации по повышению надежности таких устройств за счет резервирования агрегатов и узлов гидросистем.

Ключевые слова: гидравлическая система; гидрозамок; грузоподъемный стол; надежность и безопасность гидропривода.

Технический прогресс в машиностроении – совершенствование машин и оборудования, усложнение их конструкции – обуславливает повышение требований к надежности их отдельных узлов и деталей. Понятие надежности комплексное, оно учитывает все этапы эксплуатации изделия, в том числе подналадку, хранение, транспортирование и профилактические мероприятия (рисунок 1). ГОСТ 27.301-95 определяет надежность как свойство изделия выполнять свои функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки.

В современном мире гидравлические силовые приводы нашли столь широкое распространение и выполняют зачастую такие ответственные функции в различных областях техники, что от их надежности зависит безопасность эксплуатации машин. Так, в случае отказа гидропривода грузоподъемного устройства (пантографных подъемников, подъемных столов, платформ и т.д.), предназначенного для подъема и удержания полезной нагрузки (груза, лю-