

ющих колебаний с собственной частотой распиловочной секции (виброударный режим 1) и значительной интенсивности ее возбуждения ( $A_0 > 70$  мкм) в момент контакта торцевой поверхности диска с обрабатываемой заготовкой возникают значительные динамические нагрузки, вызывающие интенсивное разрушение поверхности, что приводит к возрастанию на ней высоты микронеровностей, характеризующих первоначальную шероховатость. Поэтому последующее их сглаживание в процессе трения о боковые поверхности диска происходит менее интенсивно, чем при распиливании с малым уровнем возбуждения акустической колебательной системы.

Таким образом, можно определить режим обработки, при использовании которого можно получить наименьшее значение параметров  $R_1$  и  $R_2$ . Таким режимом (рис. 2) являются виброударные режимы обработки 2 и 3.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Епифанов В.И., Песина А.Я., Зыков Л.В. Технология обработки алмазов в бриллианты. — М.: Высшая школа, 1982. — 335 с. 2. Бочаров А.М., Климович А.Ф., Старовойтов А.С., Снежков В.В. Изнашивание монокристаллов алмаза. — МН.: Беларуская навука, 1996. — 144 с.

УДК 621.94

**В.И. Клевзович, В.И. Туромша,  
А.И. Бачанцев, А.А. Сединин**

### **АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ СВЕРЛЕНИИ**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Для сопоставления уровня энергетических затрат при различных режимах сверления решалась теоретическая задача обработки отверстия диаметром  $\varnothing 25$  мм и глубиной 60 мм в конструкционной стали ( $\sigma_v = 750$  МПа). Для сопоставления результатов была принята обработка отверстия за один и за два прохода.

Расчеты выполнялись в соответствии с традиционной методикой назначения режимов резания [1]. Подача назначалась в соответствии с рекомендациями и находилась в пределах 0,2–0,5 мм/об.

Скорость резания  $V$  (м/мин) при обработке за один проход определялась по формуле

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v, \quad (1)$$

где  $D$  — диаметр отверстия, мм;  $T$  — стойкость инструмента, мин;  $s$  — подача, мм/об;  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $y$  — поправочный коэффициент и показатели степени;  $K_v$  — коэффициент, учитывающий фактические условия работы.

При обработке отверстия за два прохода скорость резания на втором проходе рассчитывалась по формуле

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v, \quad (2)$$

где  $x$  — показатель степени;  $t$  — глубина резания, мм.

Крутящий момент  $M_{кр}$  (Н·м) при расчете режимов резания при сверлении определялся по формуле

$$M_{кр} = 10 C_m D^q s^y K_p, \quad (3)$$

где  $C_m$ ,  $q$ ,  $y$  — поправочный коэффициент и показатели степени;  $K_p$  — коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

Крутящий момент  $M_{кр}$  (Н·м) при расчете режимов резания при рассверливании определялся по формуле

$$M_{кр} = 10 C_m D^q t^x s^y K_p, \quad (4)$$

Мощность резания  $N_e$  (кВт) определялась по формуле

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}, \quad (5)$$

где  $n$  — частота вращения инструмента, об/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (6)$$

Помимо расчета  $N_e = f(s)$ , была определена зависимость  $N_e = f(V)$ . Для этого формулы (1) и (2) были преобразованы до вида (7) и (8) для сверления и рассверливания, соответственно

$$s = \sqrt[3]{\frac{C_v D^q}{T^m V} K_v}, \quad (7)$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{C_v D^3}{T_{шт}^3 V}} K_v, \quad (8)$$

Далее расчет производился по известным формулам (3–6).

Для определения уровня энергопотребления был введен коэффициент удельного энергопотребления  $K_{эф}$  (кВтч/мм<sup>3</sup>), показывающий количество затраченной энергии на снятие единицы припуска [2]. Коэффициент удельного энергопотребления рассчитывался по формуле

$$K_{эф} = \frac{N_e T_{шт}}{Q},$$

где  $T_{шт}$  — штучное время, мин;  $Q$  — объем снимаемого материала, мм<sup>3</sup>.

Результаты расчета коэффициента удельного энергопотребления представлены в виде графиков (рис. 1). По оси  $Ox$  представлен поправочный коэффициент  $K$ . Значения, принимаемых подач, определяются по формуле  $s = 0,1K$ , а принимаемые значения скорости резания  $V = 10K$ .

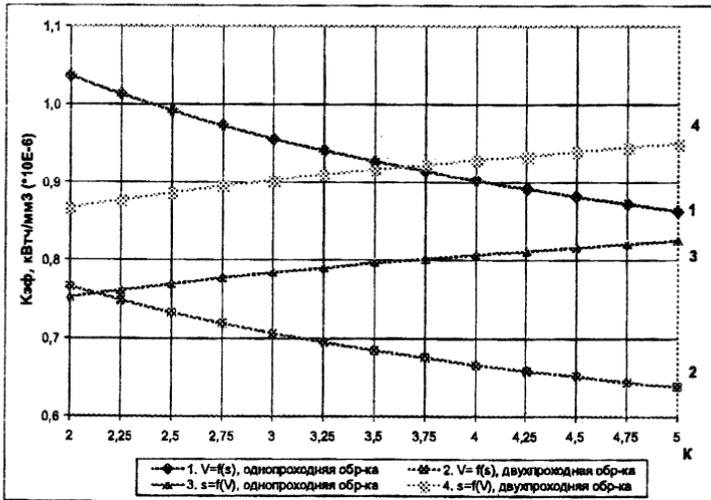


Рис. 1. Удельные энергозатраты на обработку отверстия

На графиках видно, что с увеличением подачи, как при однопроходной обработке (1), так и при двухпроходной (2), удельное энергопотребление снижается. В тоже время, с увеличением скорости резания при однопроходной

(3) и двухпроходной (4) обработке отверстия, удельное энергопотребление процесса резания, наоборот, увеличивается.

Одним из важнейших показателей эффективности обработки является производительность  $Pr$  (мм<sup>3</sup>/с), поэтому был произведен расчет производительности для однопроходной обработки отверстия

$$Pr = \frac{1000tsV}{60},$$

где  $t$  — глубина резания, мм;  $s$  — подача, мм/об;  $V$  — скорость резания, м/мин.

Расчет производительности для двухпроходной обработки отверстия производился по формуле

$$Pr = \frac{1000 \cdot (t_1 s_1 V_1 + t_2 s_2 V_2)}{2 \cdot 60},$$

где  $t_1, s_1, V_1$  — глубина (мм), подача (мм/об) и скорость (м/мин) резания при первом проходе;  $t_2, s_2, V_2$  — глубина (мм), подача (мм/об) и скорость (м/мин) резания при втором проходе.

Результаты расчета производительности представлены в виде графиков (рис. 2).

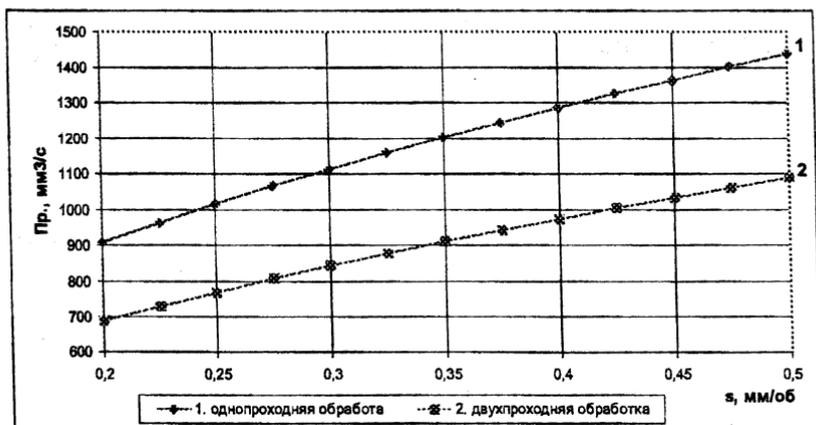


Рис. 2. Производительность сверления при различных режимах резания

Анализ графиков показывает, что с увеличением подачи, а, следовательно, и снижением времени обработки, производительность процесса резания увеличивается. Однако, при однопроходной обработке отверстия производительность выше, чем при двухпроходной обработке.

Сравнительный анализ приведенных результатов расчета (рис. 1,2) показывает, что оптимальная обработка отверстия с точки зрения снижения энергопотребления процесса резания будет при двухпроходной обработке отверстия. Графики показывают, что при снижении производительности обработки на 74 %, энергоэффективность процесса обработки отверстия повышается до 35%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2т./под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб и доп. — М.: Машиностроение, 1985. Т.2 — 496с. 2. Клевзович В.И., Туромша В.И., Бачанцев А.И., Гурецкий П.Н., Сединин А.А. Анализ энергетических затрат при токарной обработке // Теория и практика машиностроения. — 2003. — №1 — 74с.

УДК 621.923

Г.П. Кривко

### **ОСОБЕННОСТИ МИКРОРЕЗАНИЯ И ФОРМЫ ДУГИ КОНТАКТА АЛМАЗНОГО ЗЕРНА С АБРАЗИВНЫМ КРУГОМ ПРИ ВРЕЗНОЙ ПРАВКЕ КРУГА**

*Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь*

Известно, что процесс профилирования абразивного круга влияет на качество поверхности самого круга. В свою очередь, рабочая поверхность круга влияет на качество обработанной поверхности детали при шлифовании.

В процессе исследований изучались траектории микрорезания, дуги контакта, длины царапин при профилировании кругов с параллельными и взаимоперпендикулярными осями профилирующего ролика и круга. Это позволило вывести аналитические выражения зависимости вышеуказанных параметров в основном от соотношения скорости вращения ролика и круга.

В свою очередь аналитические выражения позволяют рассчитывать режимы правки, обеспечивающие необходимую производительность и качество шлифованной поверхности детали.

Кинематика процесса правки определяет траекторию микрорезания и форму дуги контакта алмазного зерна с профилируемым абразивным кру-