

Карпов А.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
krash75@mail.ru

### Экспериментальные исследования показателя энергетической эффективности резания при наружном продольном точении

Ранее [1, 2] на основе термодинамических представлений о стружкообразовании нами был сформулирован безразмерный показатель  $K$ , позволяющий оценивать энергетическую эффективность рабочего хода режущего инструмента в пределах любого технологического перехода операций обработки резанием. Показатель  $K$  был представлен в виде отношения удельной энергоёмкости обрабатываемого материала  $\Delta w$ , Дж/мм<sup>3</sup>, к удельной работе резания  $e$ , Дж/мм<sup>3</sup>, и характеризует собой энергетический КПД стружкообразования:

$$K = \frac{\Delta w}{e} \quad (1)$$

Теоретические выражения для показателя  $K$  были получены для различных распространённых методов обработки резанием: продольного наружного точения и растачивания, поперечного точения и отрезки, цилиндрического и торцового фрезерования, разрезания цилиндрической заготовки дисковой пилой и др.

В течение 2019-21 гг. каф. технологии машиностроения Муромского института (филиала) ВлГУ были проведены экспериментальные исследования зависимости показателя  $K$  от управляемых технологических факторов обработки резанием: скорости резания  $v$ , величины подачи  $s$ , глубины резания  $t$ , геометрических параметров режущей части инструмента ( $\gamma$ ,  $\phi$ ). Цель экспериментальных исследований состояла в подтверждении теоретических выражений и получении эмпирических зависимостей показателя энергетической эффективности резания от перечисленных управляемых факторов.

При продольном наружном точении цилиндрической заготовки ( $D = 50$  мм) стали 30 (1030, G10300) ( $\sigma_B = 500$  МПа, HB 179,  $\psi_B = 0,2$ ), относящейся к группе ISO-P, удельная энергоёмкость обрабатываемого материала была принята равной удельной работе пластической деформации сдвига и составила  $\Delta w = 1,136$  Дж/мм<sup>3</sup>. В качестве режущих инструментов применялись: резец I (2102-0035 ГОСТ 18878-73) (Т5К10,  $\phi = 45^\circ$ ,  $\phi_1 = 45^\circ$ ,  $\gamma = 0^\circ$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $r_e = 1$  мм) и резец II (2103-0007 ГОСТ 18879-73) (Т15К6,  $\phi = 90^\circ$ ,  $\phi_1 = 10^\circ$ ,  $\gamma = 10^\circ$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $r_e = 1$  мм).

Результаты экспериментальных исследований обобщены в рис. 1-3.

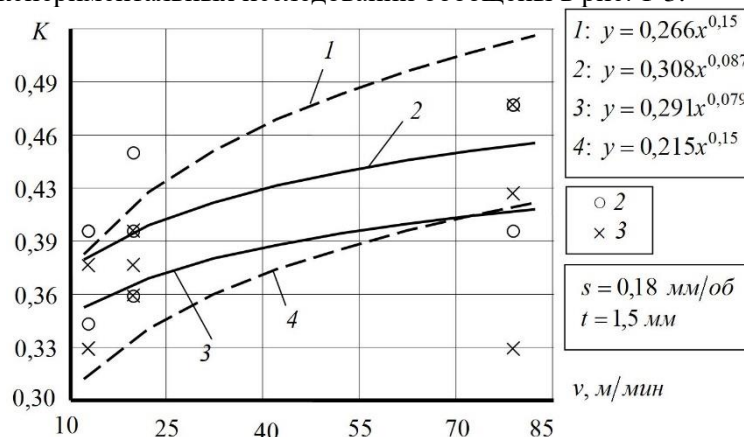


Рис. 1. Зависимости показателя энергетической эффективности наружного продольного точения от скорости резания: 1 – теоретическое уравнение для резца II; 2 – экспериментальные данные и линия тренда для резца II; 3 – экспериментальные данные и линия тренда для резца I; 4 – теоретическое уравнение для резца I

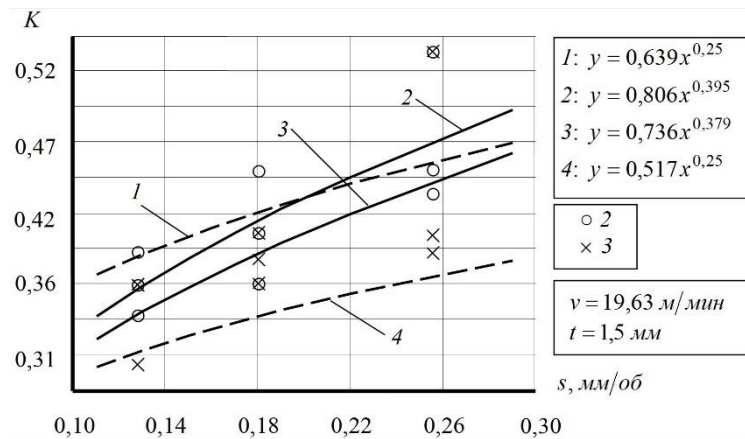


Рис. 2. Зависимости показателя энергетической эффективности наружного продольного точения от величины подачи на оборот: 1 – теоретическое уравнение для резца II; 2 – экспериментальные данные и линия тренда для резца II; 3 – экспериментальные данные и линия тренда для резца I; 4 – теоретическое уравнение для резца I

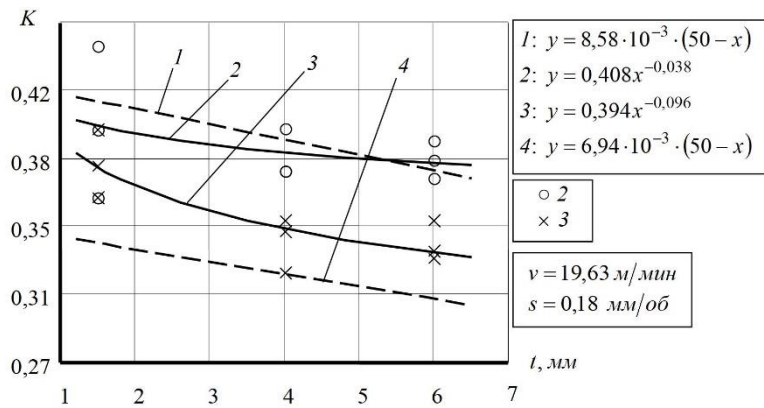


Рис. 3. Зависимости показателя энергетической эффективности наружного продольного точения от глубины резания: 1 – теоретическое уравнение для резца II; 2 – экспериментальные данные и линия тренда для резца II; 3 – экспериментальные данные и линия тренда для резца I; 4 – теоретическое уравнение для резца I

Анализ графиков экспериментальных зависимостей свидетельствует о повышении показателя энергетической эффективности  $K$  в среднем на 6-9% при одновременном увеличении главного угла в плане  $\phi$  с  $45^\circ$  до  $90^\circ$  и переднего угла  $\gamma$  с  $0^\circ$  до  $10^\circ$ .

С возрастанием скорости резания  $v$  с 12,57 до 78,54 м/мин (в 6,2 раза) показатель  $K$  увеличивается в среднем на 18% (рис. 1), продольной подачи  $s$  с 0,128 до 0,255 мм/об (в 2 раза) – на 30 % (рис. 2), глубины резания  $t$  с 1,5 до 6 мм (в 4 раза) – уменьшается на 9% (рис. 3).

Превалирующее значение для роста показателя  $K$  имеет технологический фактор подачи, и с целью снижения энергозатрат следует производить наружное продольное точение с максимально возможными (при заданных условиях обработки) [2] скоростями резания и подачи.

#### Литература

1. Карпов А.В. Расчёт показателя энергетической эффективности стружкообразования при точении и фрезеровании // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. XII Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. Муром, 7 февр. 2020 г.– Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2020.– С. 141-142.– [Электронный ресурс]: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Карпов А.В. Модель параметрической оптимизации операций обработки резанием по критерию наибольшей энергетической эффективности // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 6-1. – С. 50-55; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=38070> (дата обращения: 10.01.2022).