

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 поперечном (торцовом) 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 Δw , Дж/мм³, к удельной работе резания e , Дж/мм³, 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.

Особенностью поперечного точения (подрезки торца, отрезки) цилиндрической заготовки на токарном станке является непостоянство значения мощности резания в течение времени рабочего хода. Закономерное изменение мощности при уменьшении мгновенного диаметра обработки было учтено в теоретических выражениях показателя K путём введения в него коэффициента аппроксимации мощности $k_N = 0,5$ в соответствии с типовой схемой изменения мощности в течение рабочего хода (типовая схема 3) [1].

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 (γ , ϕ). Цель экспериментальных исследований состояла в подтверждении теоретических выражений и получении эмпирических зависимостей показателя энергетической эффективности резания от перечисленных управляемых факторов.

Результаты экспериментальных исследований обобщены в рис. 1-3.

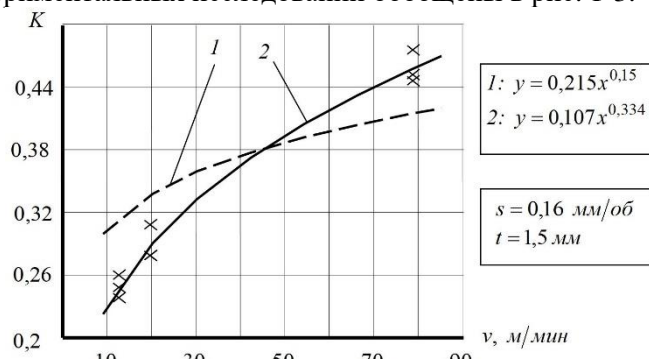


Рис. 1. Зависимости показателя энергетической эффективности поперечного (торцового) точения от скорости резания: 1 – теоретическое уравнение; 2 – экспериментальные данные и линия тренда

При поперечном (торцовом) 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 $\Delta w = 1,136 \text{ Дж/мм}^3$. В качестве режущего инструмента применялся резец 2102-0035 ГОСТ 18878-73 (Т5К10, $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$, $\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $r_\epsilon = 1 \text{ мм}$).

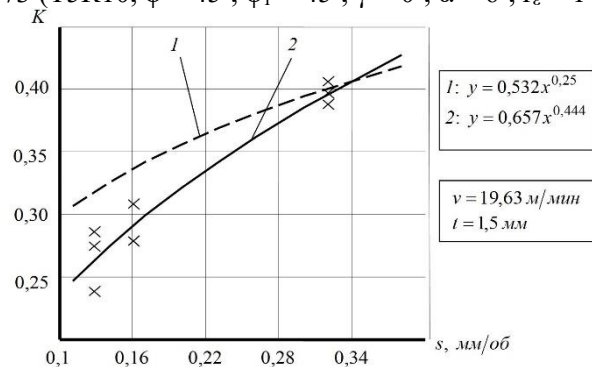


Рис. 2. Зависимости показателя энергетической эффективности поперечного (торцового) точения от величины подачи на оборот: 1 – теоретическое уравнение; 2 – экспериментальные данные и линия тренда

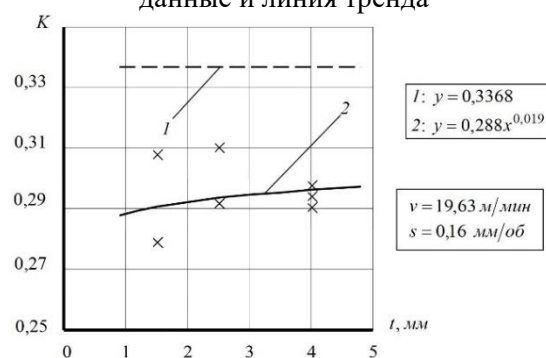


Рис. 3. Зависимости показателя энергетической эффективности поперечного (торцового) точения от глубины резания: 1 – теоретическое уравнение; 2 – экспериментальные данные и линия тренда

Результаты свидетельствует о повышении показателя энергетической эффективности поперечного точения K с ростом скоростей резания и подачи. При возрастании скорости резания v с 12,54 до 78,54 м/мин (в 6,2 раза) показатель K увеличивается в среднем на 84 % (рис. 1), поперечной подачи s с 0,128 до 0,32 мм/об (в 2,5 раза) – на 49 % (рис. 2).

Увеличение глубины резания t с 1,5 до 4 мм приводит к заметному повышению максимального и среднего значений мощности резания N , однако существенного изменения величин удельной работы резания ϵ и показателя энергетической эффективности K не наблюдается (рис. 3). Глубину резания t при составлении оптимизационных алгоритмов рассматривать как исходный (неуправляемый) параметр [2].

Максимальное значение мощности резания наблюдалось по окончании врезания резца в заготовку. По мере приближения вершины резца к линии центров мощность снижалась и по окончании стружкообразования становилась равной мощности холостого хода. Таким образом, при экспериментах с торцовым точением нашла своё подтверждение третья типовая схема изменения мощности, выявленная в [1].

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).