

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*

К построению оптимизационного алгоритма поиска энергетически эффективных параметров обработки резанием

На основе термодинамических закономерностей стружкообразования ранее нами был предложен и обоснован безразмерный показатель K , позволяющий оценивать энергетическую эффективность любого рабочего хода инструмента в пределах технологического перехода обработки резанием [1, 2]. 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:

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

Энергоёмкость материала заготовки Δw в общем случае характеризует его обрабатываемость и выражается через физико-механические и теплофизические свойства [2]. Удельная работа инструмента в зоне резания e характеризует конкретные условия, в которых проводится рабочий ход; её величина зависит от метода обработки, размеров припуска, вида и состава инструментального материала, геометрии режущего лезвия, режимов резания, при этом:

$$e = \frac{N}{P}, \quad (2)$$

где N – мощность резания; P – производительность (минутный съём стружки).

Преимущество показателя удельной энергоёмкости - в наличии его устойчивой корреляции с комплексом неуправляемых и управляемых технологических параметров, присущих рабочему ходу инструмента. Определение рациональных значений управляемых параметров при известных значениях неуправляемых представляет собой важную научно-практическую задачу при технологической подготовке производства в машиностроении. Для её решения могут успешно применяться оптимизационные алгоритмы.

В 2018-2020 гг. каф. технологии машиностроения Муромского института (филиала) Владимирского государственного университета разработан оптимизационный алгоритм определения энергетически эффективных значений параметров механической обработки на иерархическом уровне "рабочий ход" с использованием критерия наибольшей энергетической эффективности стружкообразования ($K \rightarrow 1$) [3].

Теоретико-эмпирические выражения показателя K , ранее рассчитанные нами для точения, фрезерования и разрезания заготовок из различных конструкционных материалов [4], продемонстрировали наличие устойчивой корреляции этого показателя со свойствами материала заготовки и комплексом технологических параметров, которые могут быть без труда конкретизированы для рассматриваемого рабочего хода инструмента.

Алгоритм параметрической оптимизации точения и фрезерования по критерию $K \rightarrow 1$ схематично представлен на рис. 1 как комплекс взаимосвязанных параметров трёх классов: входных, ограничивающих, выходных [5].

Входные параметры: 1) физико-механические и теплофизические характеристики материала заготовки, совокупно определяющие его удельную энергоёмкость Δw : временное сопротивление σ_b , твёрдость $HВ$, относительное удлинение δ , относительное равномерное поперечное сужение ψ_b , модуль упругости E , удельная теплоёмкость C_p , плотность ρ , температура плавления T_s ; 2) метод обработки, вид инструментального материала; 3) настроечные факторы: глубина резания t , размеры обрабатываемых поверхностей при данном рабочем ходе (L – длина образующей, l – длина направляющей) и т.п.

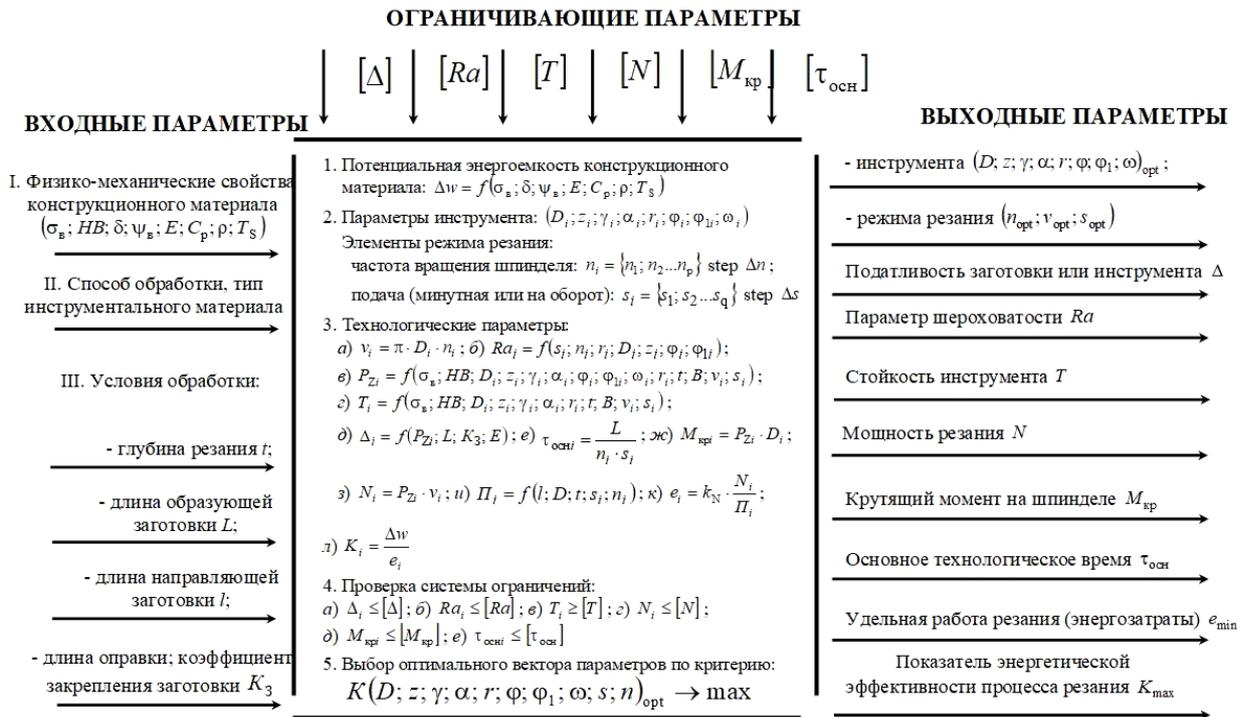


Рис. 1. Алгоритм оптимизации рабочего хода инструмента по критерию $K \rightarrow 1$

К ограничивающим параметрам отнесены: 1) величина допуска на размер $[\Delta]$, шероховатость $[Ra]$; 3) требуемый период стойкости инструмента $[T]$; 4) мощность станка $[N]$; 5) максимальный крутящий момент $[M_{кр}]$; 6) максимально разрешённое основное время $[\tau_{осн}]$. Значения ограничивающих параметров устанавливаются для конкретной производственной ситуации, чаще всего предписаны операционным эскизом и паспортом станка.

Выходные параметры - оптимальные значения геометрических характеристик инструмента ($D, z, \gamma, \alpha, r, \varphi, \omega, B, H$)_{opt} и технологических режимов ($n_{opt}, v_{opt}, s_{opt}$), а также соответствующие им значения податливости заготовки или инструмента Δ , шероховатости Ra , стойкости T , мощности N , крутящего момента $M_{кр}$, основного времени $\tau_{осн}$, удельной работы резания $e=e_{min}$, показателя энергетической эффективности $K=K_{max}$.

Литература

1. Karpov A.V. Determining the effective conditions for machining fabrication procedures based on the cutting process energy patterns // Procedia Engineering. Vol. 129 (2015). Pp. 116-120.
2. Карпов А.В. Ускоренный метод определения обрабатываемости конструкционных материалов с использованием показателя удельной работы резания // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 11-2. – С. 183-187; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=37300> (дата обращения: 10.01.2021).
3. Карпов А.В. Энергетический критерий оптимизации технологических процессов обработки резанием // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 5. – С. 50-55; <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=38031> (дата обращения: 10.01.2021).
4. 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).
5. 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: 10.01.2021).