

— М.: Изд. Всесоюзного института научной и технической информации, 1957. — С. 12–23. 2. Корчак С. Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей. — М.: Машиностроение, 1974. — 200 с. 3. Лурье Г. Б. Рациональное использование шлифовальных станков. Обзор. — М.: «НИИМАШ». 1974. — 79 с. 4. Седакин Н. М. Об одном физическом принципе теории надежности. // Известия А. Н. СССР, Техническая кибернетика. — 1966. — № 3. — С. 80–87. 5. Махаринский Е. И. Технологические основы управления процессом шлифования. — М.: СНИО СССР, 1990. — 52 с. 6. Богданов Дж., Козин Ф. Вероятностные модели накопления повреждений. — М.: Мир, 1989. — 364 с.

УДК 621.94

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

## **ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

В современных условиях можно выделить критерии, которые являются движущей силой развития машиностроения: повышение качества производимой продукции, увеличение производительности, надежности, долговечности, эргономичности, снижение себестоимости и др. В современной экономике особое внимание уделяется снижению себестоимости продукции. Одной из составляющих себестоимости единицы продукции является стоимость энергоносителей.

В процессе изготовления детали совершается целый ряд технологических переходов и операций, среди которых лезвийная механическая обработка является преобладающей. При этом одним из наиболее распространенных ее видов, использующихся преимущественно для обработки плоскостей в корпусных деталях, является фрезерование. В связи с этим очень важным является определение изменения уровня потребления энергии технологическими машинами в процессе резания в зависимости от режимов работы и методик их назначения.

В качестве объекта исследований выбран процесс плоского фрезерования торцевой фрезой. Расчеты режимов резания выполнялись согласно традиционной методике [1] и методике, разработанной на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты» БНТУ [2].

Для оценки энергетических затрат при различных режимах обработки решалась теоретическая задача обработки плоской поверхности размером 100х200мм детали из конструкционной стали ( $\sigma=750\text{МПа}$ ) торцевой фрезой с твердосплавными пластинами Т15К6.

Расчеты скорости  $V$  (м/мин), силы резания  $P_z$  (Н) и мощности резания  $N_e$  (кВт) для традиционной методики выполнялись по формулам [1]

$$\left\{ \begin{array}{l} V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v \\ P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z^p}{D^q n^w} K_{mp} \\ N_e = \frac{P_z V}{1020 \times 60} \end{array} \right. ,$$

где  $t, S_z$  — соответственно глубина резания (мм) и подача на зуб (мм);  $B, D, z$  — соответственно ширина фрезерования (мм), диаметр фрезы (мм) и число зубьев фрезы;  $C_v, C_p, x, y, u, p, q, w$  — поправочные коэффициенты и показатели степени;  $K_v, K_{mp}$  — коэффициенты, учитывающие условия работы.

Производительность процесса фрезерования  $Pr$  (мм<sup>3</sup>/с) рассчитывалась по формуле [3]

$$Pr = \frac{Q}{60 \times T_{шт}},$$

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

Результаты расчетов производительности процесса фрезерования при различных режимах резания представлены на рис.1. Анализ графиков показывает, что производительность фрезерования с режимами резания, назначенными в соответствии с традиционной методикой значительно ниже при малых глубинах резания, чем с режимами резания, назначенными в соответствии с предлагаемой методикой. Это объясняется неполной загрузкой по мощности приводов станка при фрезеровании с режимами резания, назначенными в соответствии с традиционной методикой, когда по заданной глубине резания определяются подача и скорость. С целью повышения производительности процесса фрезерования предлагается вначале назначать максимально возможную подачу в соответствии с требуемым качеством обрабатываемой поверхности, а затем с учетом мощности приводов станка, рассчитать глубину и скорость резания.

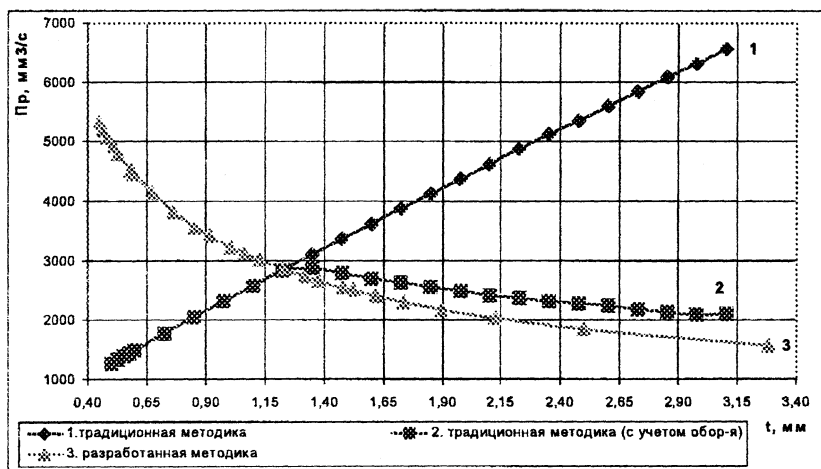


Рис.1 Производительность фрезерования при различных режимах резания

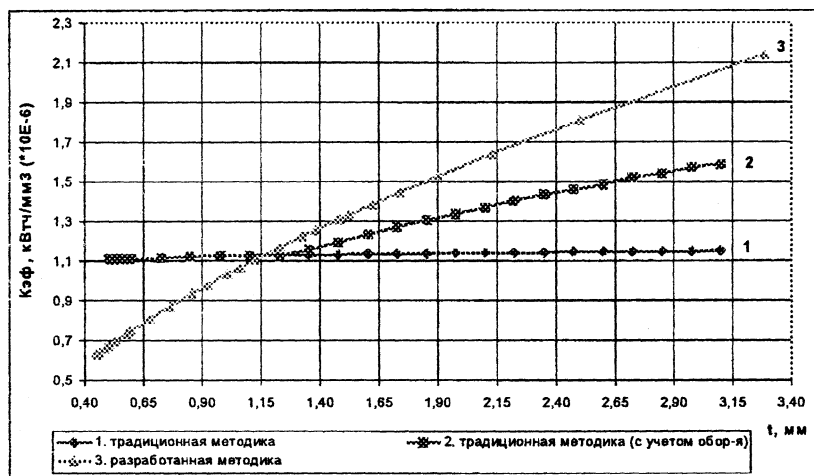


Рис.2 Удельные энергозатраты на обработку при фрезеровании

Для оценки уровня энергопотребления при фрезеровании с различными режимами резания использовался коэффициент удельного энергопотребления  $K_{эф}$  (кВтч/мм<sup>3</sup>) [3], значение которого определялись по формуле:

$$K_{\text{эф}} = \frac{N_{\text{э}} \times T_{\text{шт}}}{60 \times Q},$$

где  $N_{\text{э}}$  — мощность резания, кВт;  $Q$  — объем снимаемого материала, мм<sup>3</sup>,  
 $T_{\text{шт}}$  — штучное время на обработку детали, мин.

Результаты расчета коэффициента удельного энергопотребления процесса фрезерования при различных режимах резания представлены на рис.2.

Анализ графиков показывает, что затраты энергии привода главного движения при фрезеровании на режимах резания, назначаемых в соответствии с традиционной методикой, значительно выше, чем при обработке на режимах резания, назначаемых в соответствии с предлагаемой методикой при загрузке технологического оборудования не на полную мощность. При этом следует учитывать, что при расчете режимов резания по предлагаемой методике, технологическое оборудование работает на полную мощность.

Сравнительный анализ методик назначения режимов резания при фрезеровании показывает, что по производительности и энергопотреблению обработка на режимах резания, определенных в соответствии с методикой, разработанной на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты», является более предпочтительной при снятии малых припусков с большими подачами.

#### 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. Бачанцев А.И., Туромша В.И. Повышение эффективности обработки на токарных станках с ЧПУ. Машиностроение: Сб. научн. Трудов. Вып. 17. Под ред. И.П. Филонова. — Мн.: УП «Технопринт», 2001. — С. 9–15. 3. 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.