

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИ СТУПЕНЧАТО ПЕРЕМЕННОМ РЕЖИМЕ РЕЗАНИЯ

Ш.З. Бомуллов, студент группы 10А41,
научный руководитель: Петрушин С.И.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Мелкосерийное производство на станках с ЧПУ, как правило, осуществляется в условиях, когда один и тот же режущий инструмент используется на различных деталях или на разных участках одного и того же изделия. При этом существенно меняются значения параметров режима резания: подачи S , глубины t и скорости резания V . Это приводит к неопределённости в оценке суммарной стойкости лезвия инструмента и в установлении момента исчерпания им своих режущих свойств. В работе [1] предложено рассчитывать суммарную стойкость, как сумму основных технологических времён на каждом рабочем участке, и на этой основе определять момент замены затупившегося инструмента. Однако при переменном режиме резания такой подход неприемлем в связи с тем, что интенсивность изнашивания на том или ином участке различна. Попытаемся получить приближённое решение этой задачи.

Целью данной работы является оптимизация процесса резания в условиях ступенчато переменных режимах резания.

На i -том участке работы резания инструмент изнашивается согласно своей кривой износа (рис.1), которая при постоянном режиме резания, как известно, состоит из трёх участков: начального (приработки), нормального и ускоренного («катастрофического») изнашивания. Критерий износа (затупления) на этой кривой h_k соответствует началу третьего участка, а время непрерывного резания до достижения величины h_k представляет собой стойкость T_i лезвия инструмента. Линеаризуем данную кривую износа прямой линией, проходящей через начало координат и точку (T_i, h_k) . Тогда имеем зависимость

$$h_k = C_i \tau \quad (1)$$

где $C_i = h_k / T_i$ является функцией параметров режима резания.

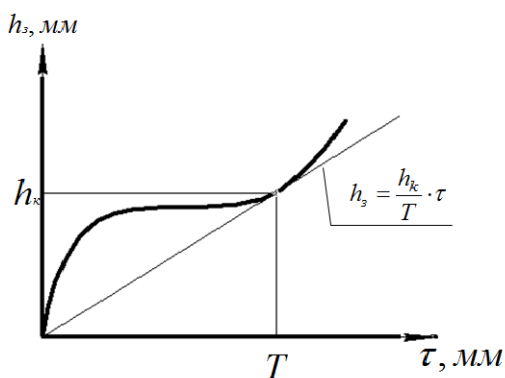


Рис. 1. Типовая кривая износа

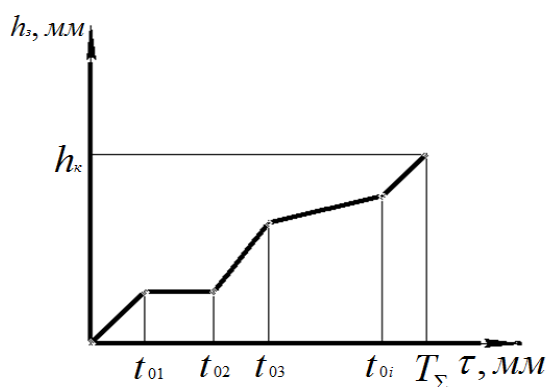


Рис. 2. Износ при ступенчато переменном режиме резания

Для ступенчато изменяемого режима резания суммарная линеаризованная кривая износа будет иметь вид ломаной линии (рис.2). Предположим, что через k рабочих участков, будет достигнут критерий затупления:

$$h_k = \sum_{i=1}^k \Delta h_i \quad (2)$$

при этом приращение линейного износа задней поверхности лезвия на i -том участке равно

$$\Delta h_i = t_{oi} C_i, \quad (3)$$

где t_{oi} – основное время резания на i - том участке без врезания и перебега инструмента. Отсюда имеем:

$$h_k = \sum_{i=1}^k t_{oi} C_i. \quad (4)$$

С другой стороны (см. рис.2) $h_k = T_{\Sigma} C_{\Sigma}, \quad (5)$

где T_{Σ} – суммарная стойкость режущего инструмента.

Из выражения (5) следует, что отношение h_k/T_{Σ} равно C_{Σ} . Следовательно, выполнить это равенство можно, если ввести тождество

$$\sum_{i=1}^k \frac{t_{oi} V_i^{1/m} t_i^{x/m} S_i^{y/m}}{C_{Vi}^{1/m} K_{Vi}^{1/m}} \equiv 1. \quad (6)$$

Выражение (6) представляет собой условие, при выполнении которого лезвие токарного инструмента необходимо заменить на новое. Сумма основных времён, соответствующая этому условию, будет равна фактической суммарной стойкости. Аналогичные условия замены инструмента для других видов обработки резанием приведены в таблице.

Таблица

Вид обработки	Условие смены инструмента
Точение	$\sum_{i=1}^k t_{oi} \left(\frac{V_i t_i^x S_i^y}{C_{Vi} K_{Vi}} \right)^{1/m} = 1$
Сверление	$\frac{1}{D^q} \sum_{i=1}^k t_{oi} \left(\frac{V_i S_i^y}{C_{Vi} K_{Vi}} \right)^{1/m} = 1$
Рассверливание Зенкерование Развёртывание	$\frac{1}{D^q} \sum_{i=1}^k t_{oi} \left(\frac{V_i t_i^x S_i^y}{C_{Vi} K_{Vi}} \right)^{1/m} = 1$
Фрезерование	$\frac{z}{D^q} \sum_{i=1}^k t_{oi} \left(\frac{V_i t_i^x S_i^y B_i^u}{C_{Vi} K_{Vi}} \right)^{1/m} = 1$

Примечание. D – диаметр инструмента; z – число зубьев фрезы.

Расчёты по этим формулам на основе данных справочника [2] показывают, что добиться выполнения приведенных условий замены изношенных режущих инструментов можно различными путями, варьируя маркой обрабатываемого материала, элементами режима резания и другими параметрами обработки. При этом значения суммарной фактической стойкости могут колебаться в широких пределах. Поэтому для получения удовлетворительных экономических показателей механической обработки на станках с ЧПУ при ступенчато переменном режиме резания необходимо ограничивать величину суммарной стойкости сверху. В случае использования традиционной методики выбора режимов резания таким ограничителем выступает нормативная стойкость T_n :

$$T_{\Sigma} \leq T_n \quad (7)$$

В оптимизационных методиках фигурирует так называемая экономическая стойкость T_{ρ} и мы имеем дополняющее условие (10) выражение

$$T_{\Sigma} \leq T_{\rho}. \quad (12)$$

В работе [3] одним из авторов на основе анализа экономических показателей процесса резания и эксплуатации режущих инструментов предложено определять экономически обоснованный срок службы T_{ρ} по формуле:

$$T_3 = \frac{(1-m)t_{cm}(1+A_o)}{m(1+A_3)}, \quad (8)$$

где t_{cm} – время смены и регулирования инструмента на размер, мин. Для станков с ЧПУ и многоцелевых – паспортная величина;

A_o – доля текущих затрат на содержание и эксплуатацию оборудования в постоянной части общих приведенных затрат машиностроительной фирмы;

A_3 – доля текущих затрат на электроэнергию в постоянной части общих приведенных затрат.

Применение выражений (12) и (13) совместно с условиями таблицы позволяет не только определять момент замены режущих инструментов, но и оптимизировать процесс резания по минимуму приведенных затрат в условиях ступенчато переменных режимах резания. В заключение отметим, что для современных систем ЧПУ не представляет большого труда ввести текущий пассивный контроль срока службы режущих инструментов с целью выдачи сигнала на смену затупившегося лезвия в соответствии с предложенной методикой.

Литература.

1. Тимирязев В.А., Костенко А.А., Макаренко А.П. Определение момента замены режущего инструмента на многоцелевых станках. // Технология машиностроения. – 2011, №2. – С.23-25.
2. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Петрушин С.И. Экономически обоснованный срок службы режущих инструментов. // Вестник машиностроения. – 2007, №4. – С.40-46.

РАСЧЁТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТОВ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

*Ш.С. Нозирзода, студент группы 10А41,
научный руководитель: Петрушин С.И.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Износостойкие покрытия, наносимые на поверхности инструментальных и конструкционных материалов, широко применяются в машиностроении с целью повышения долговечности трущегося поверхностного слоя при одновременном сохранении прочностных характеристик изделия. Так, например, ведущие инструментальные фирмы [1] наносят на поверхность режущих лезвий из быстрорежущих сталей и твердых сплавов различные комбинации из тонких слоев карбидов и нитридов тугоплавких материалов и окиси алюминия (TiC, TiN, Al₂O₃ и др.). При этом общая толщина покрытия не превышает 10 – 20 мкм. В случае превышения данной величины покрытие становится хрупким и может отслоиться как при воздействии рабочих нагрузок, так и в процессе нанесения слоев [2,3]. Подобное явление может возникать также при наплавке, напылении, хромировании, никелировании и ряде других процессов, где имеется четкая граница между слоями (отсутствует значительная диффузионная зона). При отслаивании появляются межслойные трещины на границе раздела покрытия и основного материала (подложки). Изделие с покрытой поверхностью представляет собой двухслойный композиционный материал (КМ), в котором верхний слой имеет сравнительно малую величину по сравнению с подложкой. Прочность многослойных композиционных материалов определяется не только пределами прочности материалов слоев, но и межслойной прочностью [4-6]

Исследовательский и производственный опыт эксплуатации режущих инструментов, оснащённых твердосплавными сменными многогранными пластинами с износостойкими покрытиями, показывает значительное повышение скорости резания по сравнению с инструментами без покрытия. При этом становится актуальным вопрос назначения экономически обоснованных режимов эксплуатации этого сравнительно нового вида металлорежущих инструментов. Проблема обусловлена, с одной стороны, устаревшей нормативно-справочной базой, а с другой – невысокой конкретностью существующих рекомендаций по назначению режимов резания в каталогах ведущих инструментальных фирм.