

Оценка влияния условий фрезерования на интенсивность изнашивания твердосплавных фрез

О.Ю. Бургонова, М.А. Безбородов, Я.В. Букина, Д. Д. Закирова
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. Рассмотрено влияние внешних и внутренних факторов на параметры оценки износостойкости твердосплавного режущего лезвия фрезы. Предложено обобщить их влияние температурой на поверхности режущего лезвия и частотой вращения фрезы. Выявлено, что трехкратное увеличение частоты вращения фрезы вызывает двухкратное увеличение интенсивности изнашивания за счет циклического изменения температуры на поверхностях режущего лезвия.

Ключевые слова: интенсивность изнашивания, фрезерование, твердые сплавы

Известно, что недостаточная прочность режущего лезвия инструмента приводит к износу, изменению его формы или разрушению. В случае твердосплавного инструмента это может происходить как хрупко, в виде выкрашивания карбидов, так и сопровождаться значительными пластическими деформациями. При этом износостойкость инструмента является одним из важных характеристик, которую важно учитывать при выборе марки инструментального материала, расчете рациональных режимов резания и расчете геометрических параметров режущего лезвия.

Процессы изнашивания режущего лезвия могут характеризоваться величиной износа передней и задней поверхности (режущей кромки) h_3 , $h_{п}$, интенсивностями изнашивания δ_3 , $\delta_{п}$, путем резания L , стойкость инструмента T и др. [3] При этом между этими параметрами существует связь:

$$L_i = \Delta h \sum \frac{1}{\delta_L(h_0)},$$

где Δh – характеристика износа инструмента после изменения пути резания; δ_L – интенсивность изнашивания поверхности инструмента; h_0 – параметр износа инструмента.

Оценку износостойкости инструмента целесообразно проводить по параметру наиболее быстро достигаемого предельной величины. Однако все эти параметры зависят от большого числа внешних и внутренних факторов – от скорости резания, подачи, глубины резания, прочностных и теплофизических характеристик инструментального материала, критериев затупления, наличия (или отсутствия) смазочно-охлаждающих жидкостей. Таким образом, изменение условий резания может оказывать значительное влияние на износостойкость инструмента. Чтобы сократить число переменных факторов, целесообразно перейти к физическим величинам, например

температуре. Примеры зависимости интенсивности изнашивания от температуры приведены на рис. 1 и рис. 2 [3].

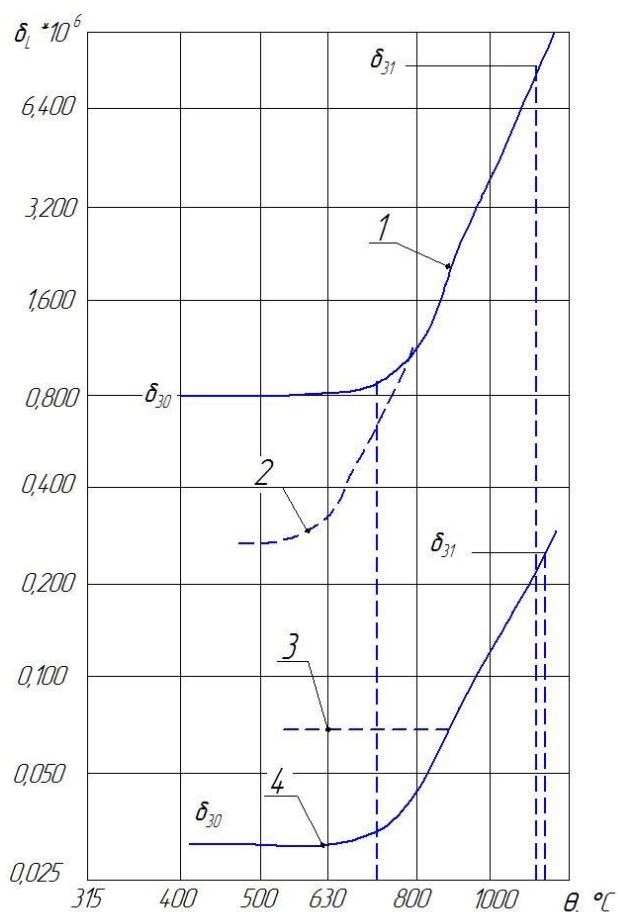


Рис. 1. Зависимость интенсивностей изнашивания задней поверхности от температуры этой поверхности при точении никелевого сплава ЭИ698ВД резцом ВК8 (1 - экспериментальная кривая, 2 - теоретическая кривая) и сталей резцом Т5К10 (4 - экспериментальная кривая, 5 - теоретическая кривая)

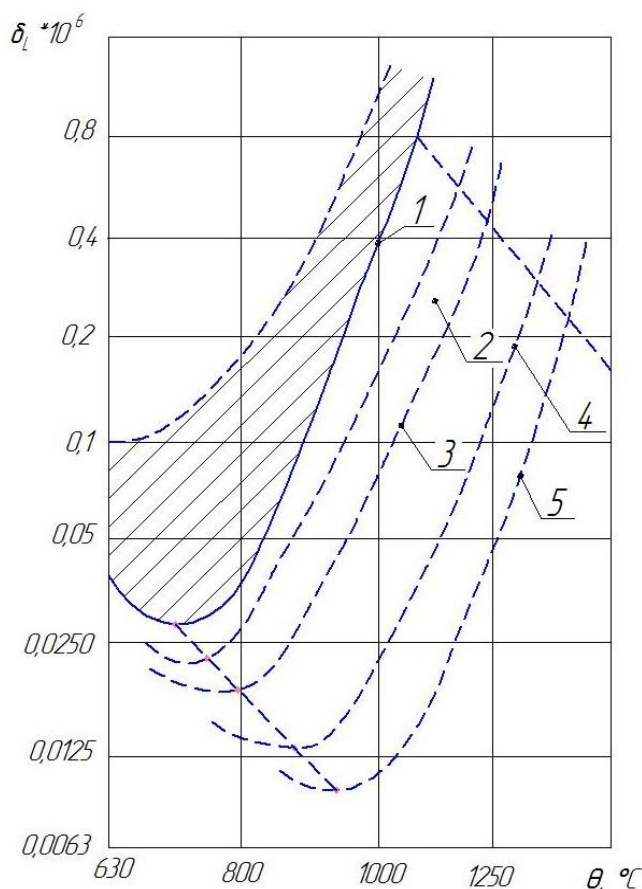


Рис. 2. Качественная схема изменения зависимости интенсивности изнашивания задней поверхности инструмента от температуры при точении сталей резцами из различных инструментальных материалов (1 - Т5К10, 2 - Т15К6, 3 - Т30К4, 4 - ВОК-60, 5 - композит)

Однако при фрезеровании появляется еще один фактор, существенно влияющий на изнашивание и износостойкость режущего инструмента – прерывистость резания. Так, например, Т.Н. Лоладзе в своей работе [4] отмечал, что путь, пройденный режущим инструментом до затупления при точении на 1–2 порядка больше, чем при фрезеровании торцевой фрезой, и что одно режущее лезвие при точении до достижения допустимого критерия затупления снимает больше обрабатываемого материала, чем все вместе взятые зубья фрезы.

Влияние прерывистости процесса резания на изнашивание инструмента может быть объяснено колебаниями температуры поверхностей режущего

лезвия, которое вызывает термические напряжения в поверхностных слоях, способствующие развитию трещин и интенсификации изнашивания поверхностных слоев режущего лезвия. Кроме того, прерывистость процесса резания при фрезеровании способствует охлаждению режущего лезвия в течение отрезков времени, когда зуб не контактирует с обрабатываемой деталью, увеличивает тепловые потоки в режущий инструмент и тем самым снижает температуры контактных поверхностей. Следует ожидать, что уменьшение температуры будет снижать интенсивности изнашивания поверхностей режущего лезвия и увеличивать допускаемые скорости резания. Таким образом, еще одним основным фактором, определяющим интенсивность изнашивания при фрезеровании можно считать частоту вращения (число оборотов в минуту) фрезы.

Сопоставление экспериментальных данных об изнашивании твердосплавных резцов и фрез при резании сталей [1] показало, что при одинаковой максимальной температуре на передней поверхности, равной $930\text{ }^{\circ}\text{C}$, при частоте вращения $n = 630\text{ об/мин}$, зубья торцевой фрезы изнашивались с интенсивностью ($\delta_L = \Delta h_3 / \Delta L$) около $0,7 \cdot 10^{-6}$, тогда как резцы при той же температуре изнашивались с интенсивностью около $0,05 \cdot 10^{-6}$. Это свидетельствует о самостоятельном влиянии частоты вращения фрезы на ее изнашивание, проявляющееся не через повышение уровня температуры, а через ее колебания.

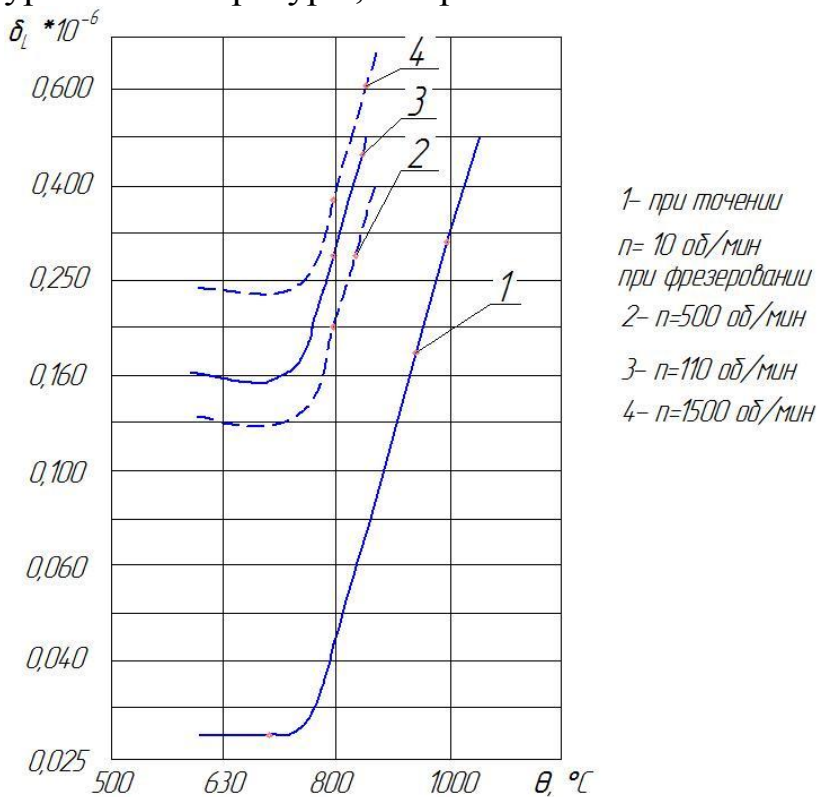


Рис. 3. Влияние температуры и частоты вращения фрезы на интенсивность изнашивания режущего лезвия при торцевом фрезеровании стали ($S_b = 800\text{ МПа}$) фрезой (Т5К10) $D = 32\text{ мм}$ при $B/D = 0,5$, $Z = 4$, $S_z = 0,1\text{ мм/зуб}$, $t = 1,5\text{ мм}$, $T_{фр} = 60\text{ мин}$

Зависимости интенсивности изнашивания от максимальной температуры на задней поверхности зуба фрезы $\theta_z = 800^\circ\text{C}$ и частоты вращения фрезы n по данным [2] представлены на рисунке 3.

При построении графика интенсивности изнашивания при точении в связи с использованием логарифмической шкалы вместо нулевой частоты вращения условно принята достаточно малая частота, равная 10 об/мин.

Как следует из анализа рис. 3, интенсивности изнашивания при фрезеровании в 5-9 раз выше интенсивностей изнашивания при точении. Трехкратное увеличение частоты вращения фрезы сопровождается примерно двукратным увеличением интенсивности изнашивания зуба фрезы. Таким образом, частота вращения фрезы существенно влияет на интенсивность изнашивания (а, следовательно, и на стойкость) инструмента, что необходимо учитывать при выборе оптимальных конструктивных параметров фрезы и режимов резания.

Библиографический список:

1. Бургонова О.Ю., Кушнер В.С. Повышение эффективности обработки конструкционных материалов фрезерованием- г.Омск, Издательство ОмГТУ, 2013
2. Кушнер В.С., Бургонова О.Ю. Технологическое обеспечение машиностроительных производств. Сборник научных трудов I международной заочной научно- технической конференции 16-17 декабря 2013 года: Влияние температуры и частоты вращения фрезы на средние интенсивности изнашивания режущего лезвия при фрезеровании, Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 237-242 с.
3. Кушнер В.С., Верещака А.С. Резание материалов: Учебник – М.: Высш. Шк., 2009. –535 с.
4. Лоладзе Т. Н. Развитие науки о резании металлов: Влияние частоты вращения фрезы на температуру и интенсивность изнашивания инструмента – М.: Машиностроение, 1967. – 420 с.