

УДК 621.91.01

А. А. Жолобов, Д. Г. Шатуров

ИЗНОС ЧАШЕЧНОГО РЕЗЦА С МИКРООБНОВЛЯЕМОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

UDC 621.91.01

A. A. Zholobov, D. G. Shaturov

THE WEAR OF CUP TOOL WITH MICRO-RENEWED CUTTING EDGE

Аннотация

Рассмотрены вопросы закономерности изнашивания токарных чашечных резцов с микрообновляемой режущей кромкой. Выведены зависимости для определения удельной и общей стойкости инструмента. Показано, что величина удельной стойкости чашечного резца с микрообновляемой режущей кромкой от 1,6 до 13 раз превышает стойкость чашечного резца с неподвижной режущей кромкой.

Ключевые слова:

чашечный резец, режущая кромка с микрообновлением, износ, удельная стойкость.

Abstract

The paper deals with the issues of wear of turning cup tools with a micro-renewed cutting edge. The dependences for determining the specific and total tool durability are given. It is shown that the value of specific durability of the cup tool with a micro-renewed cutting edge exceeds that of the cup tool with a stationary cutting edge by 1.6 to 13 times.

Key words:

cup tool, cutting edge with micro-renewal, wear, specific durability.

При обработке валов на токарных станках величина диаметральных размеров по мере перемещения резца вдоль обрабатываемой заготовки изменяется вследствие износа лезвия резца. Из поверхностей чашечного резца, образующих лезвие, преимущественно изнашивается задняя, имеющая по сравнению с передней наибольшую скорость изнашивания на величину усадки стружки.

Этому также способствует увеличение радиальной составляющей P_y силы резания из-за малых по сравнению с радиусом округления режущей кромки (РК), действующей на заднюю поверхность инструмента, толщин срезаемого слоя.

При резании чашечным резцом с радиусом r режущей кромки максималь-

ный износ задней поверхности при скоростях резания $V > 120$ м/мин наблюдается на участке РК, прилегающем к необработанной поверхности заготовки, где имеют место максимальная толщина срезаемого слоя металла, максимальные удельные давления и максимальная скорость изнашивания лезвия [1].

Кривые износа задней поверхности инструмента от времени обработки имеют выпуклую или вогнутую относительно оси абсцисс форму и могут быть аппроксимированы степенной функцией [2]

$$h_3 = a\tau^{n_0}, \quad (1)$$

где h_3 – линейный износ задней поверхности резца, мкм; a – коэффициент; n_0 – показатель степени; τ – время резания.

При времени резания $\tau = T_0$ (где T_0 – период стойкости резца) имеем $h_3 = \delta_0$ (где δ_0 – оптимальная величина износа задней поверхности резца).

Подставив эти значения в (1), окончательно получим

$$h_3 = \frac{\delta_0}{T_0^{n_0}} \tau^{n_0}, \quad (2)$$

где δ_0, T_0 – оптимальный износ и период стойкости режущего элемента резца.

Интенсивность изнашивания лезвия чашечного резца с неподвижной режущей кромкой (НРК) в пределах зоны его контакта с заготовкой изменяется от максимального значения до минимального (рис. 1). Зависимость износа задней поверхности чашечного резца с НРК вдоль лезвия при развёртке на плоскость имеет вид односторонней параболы с шириной,

равной длине активного участка режущей кромки с расположением вершины в месте её наибольшего износа (см. рис. 1) [1].

Величина износа задней поверхности резца (в дальнейшем – лезвия) с микрообновляемой режущей кромкой (МОРК) определялась с учётом объемной диаграммы износа от времени резания активного участка задней поверхности резца с неподвижной режущей кромкой (НРК). Тогда величина максимального износа лезвия резца с МОРК на выходе из зоны резания будет равна средней величине износа РК, обусловленного неравномерным во время резания его приращением в фиксированной точке лезвия при её траектории вдоль зоны резания от входа в зону резания и до выхода из неё за время $\tau = \tau_m$ (где τ_m – время резания, равное времени прохождения точки РК зоны резания).

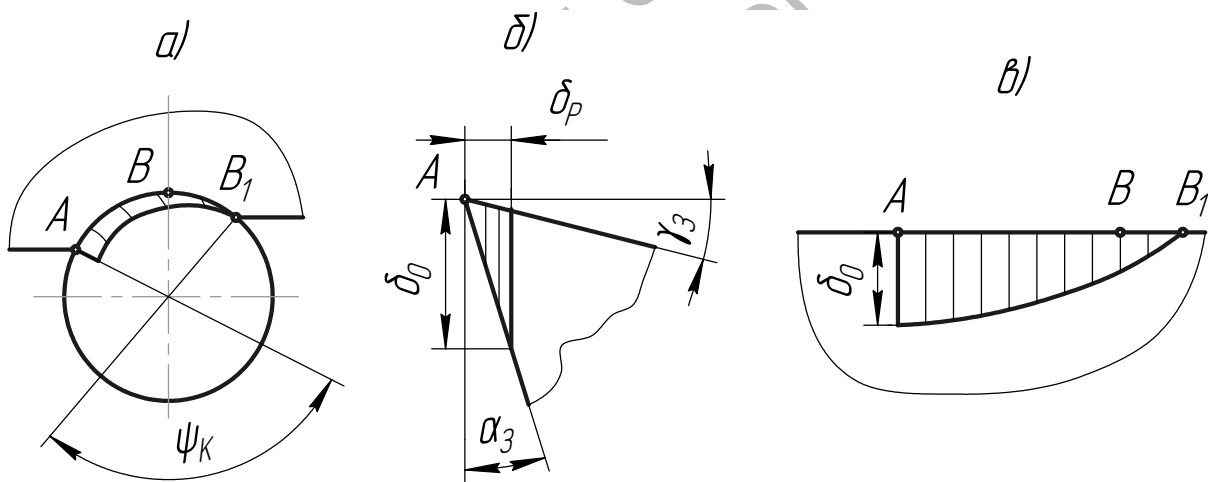


Рис. 1. Схема износа чашечного резца с неподвижной режущей кромкой: а – вид износа; б – износ режущей кромки в сечении; в – износ кромки резца (вид сбоку); δ_p – размерный износ режущей кромки

Зависимость износа задней поверхности резца с НРК вдоль лезвия принимается в форме параболы. Величина износа в любой момент времени может быть определена из уравнения (рис. 2)

$$y = \frac{h_0}{b^2} (2bx - x^2), \quad (3)$$

где b – ширина среза; x – расстояние рассматриваемой точки РК от начала отсчета; h_0 – максимальная величина износа задней поверхности резца с НРК за время τ (рис. 2),

$$h_0 = \delta_0 \left(\frac{\tau}{T_0} \right)^{n_0}. \quad (4)$$

Параметр x для реза с МОРК зависит только от скорости перемещения РК и времени τ :

$$x = V_p \cdot \tau, \quad (5)$$

где V_p – окружная скорость перемещения РК.

В этом случае нарастание износа h_3 задней поверхности реза с МОРК происходит вдоль траектории OC точки РК по кривой OA (см. рис. 2). С учетом (3) и (5) имеем

$$h_3 = \frac{\delta_0}{T_0^{n_0} b^2} (2bV_p \tau^{n_0+1} - V_p^2 \tau^{n_0+2}). \quad (6)$$

Тогда величина износа задней поверхности реза с МОРК при однократном прохождении точки РК зоны резания за промежуток времени $\tau = \tau_m$ будет равна:

$$h_{1M} = \frac{\delta_0}{T_0^{n_0} b^2 \tau_m} \times \int_0^{\tau_m} (2bV_p \tau^{n_0+1} - V_p^2 \tau^{n_0+2}) d\tau.$$

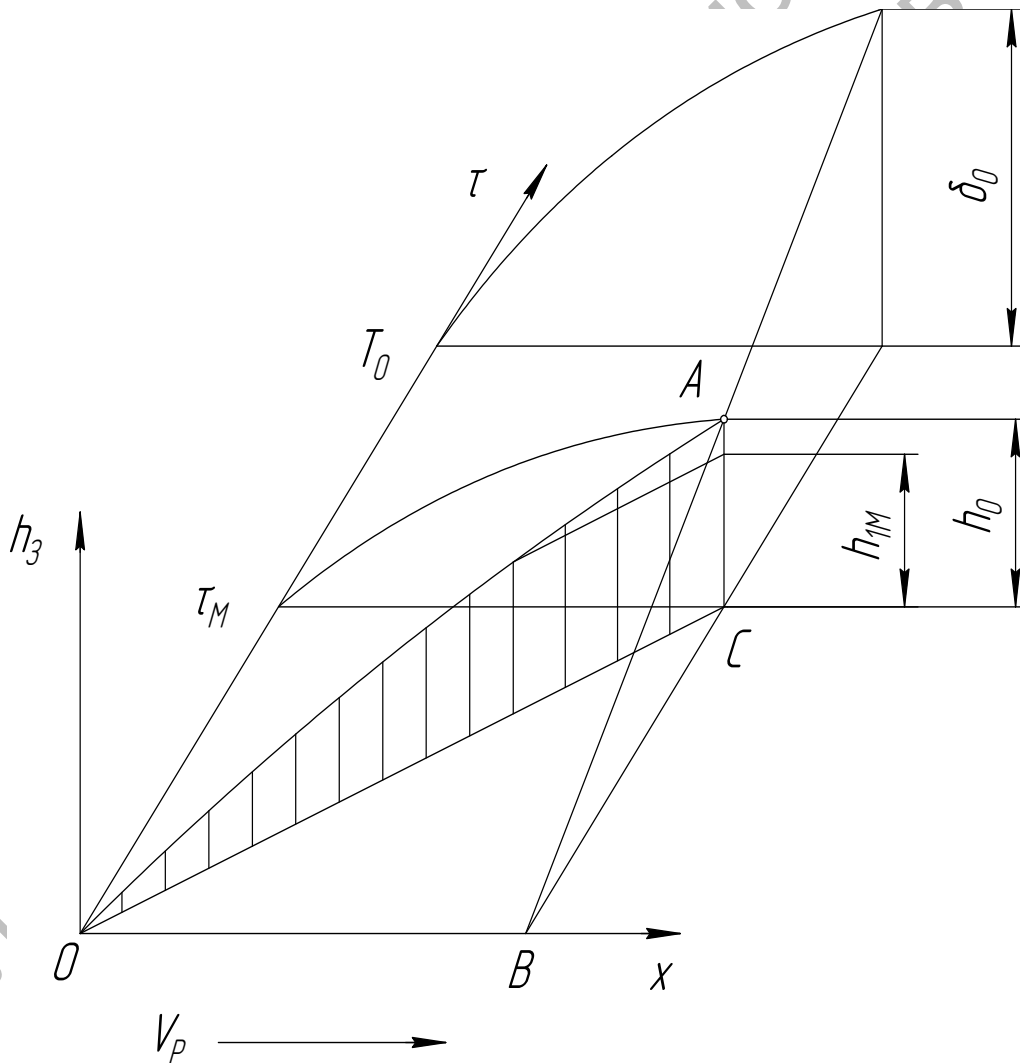


Рис. 2. Расчетная схема для определения величины износа задней поверхности реза

После вычислений для первого оборота РК или первого её рабочего хода резца с МОРК получим (см. рис. 2)

$$h_{1M} = \frac{\delta_0}{T_0^{n_0}} \cdot \tau_M^{n_0} \cdot K_n \quad (7)$$

или

$$h_{1M} = \frac{\delta_0}{T_0^{n_0}} \cdot \left(\frac{b}{V_p} \right)^{n_0} \cdot K_n, \quad (8)$$

где

$$K_n = \frac{n_0 + 4}{(n_0 + 2)(n_0 + 3)}; \quad (9)$$

$$\begin{cases} \tau_M = \frac{b}{V_p}; \\ b = r\psi_k, \end{cases} \quad (10)$$

h_{1M} – максимальная величина износа задней поверхности резца с МОРК за один рабочий ход; τ_M – время прохождения точки РК зоны резания; K_n – коэффициент, показывающий уменьшение величины износа задней поверхности резца с МОРК по сравнению с резцом с НРК; ψ_k – угол контакта лезвия резца с заготовкой; r – радиус РК.

При $\tau_M = T_0$ имеем

$$h_{1M} = \delta_0 \cdot K_n. \quad (11)$$

То есть износ лезвия резца с МОРК за период стойкости резца с НРК будет в $1/K_n$ (от 1,6 до 4-х) раз меньше (рис. 3).

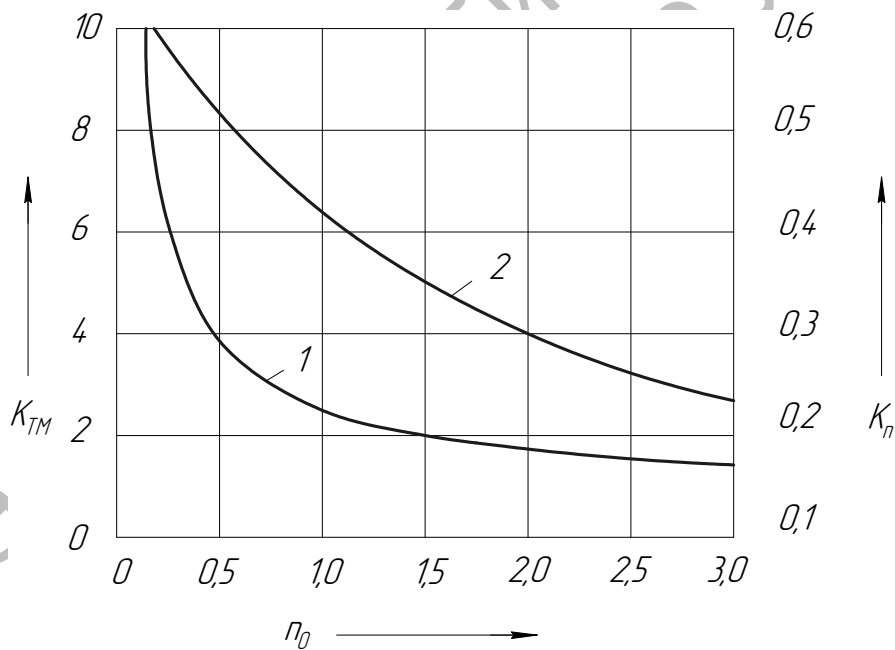


Рис. 3. Изменение коэффициента удельного периода стойкости K_{TM} (1) и коэффициента уменьшения величины износа K_n (2) от показателя степени n_0

Положив в (7) $h_{1M} = \delta_0$, получим величину максимального удельного периода стойкости резца, т. е. стойкости, отнесённой к длине активного участка РК при одном её обороте:

$$T_{M0} = T_0 \cdot K_{TM}, \quad (12)$$

где T_{M0} – максимальный удельный период стойкости резца с МОРК при однократном проходе РК зоны резания; K_{TM} – коэффициент повышения

удельного периода стойкости резца с МОРК по сравнению с удельным периодом стойкости резца с НРК,

$$K_{TM} = \left(\frac{1}{K_n} \right)^{\frac{1}{n_0}} = \left[\frac{(n_0 + 2)(n_0 + 3)}{n_0 + 4} \right]^{\frac{1}{n_0}}. \quad (13)$$

Из анализа зависимостей (7) и (11) и их коэффициентов, представленных на рис. 3, следует, что на величину коэффициентов K_n и K_{TM} значительное влияние оказывает показатель степени n_0 . При увеличении, например, показателя степени от $n_0 = 0,2$ до $n_0 = 3$ для резца с МОРК по сравнению с резцом с НРК уменьшается износ лезвия на 40...75 % и увеличивается удельный период стойкости от 13 до 1,6 раза (см.

рис. 3). Суммарная стойкость резца с МОРК будет равна его удельному периоду стойкости T_{M0} , увеличенному на отношение длины РК к ширине среза:

$$T_M = T_{M0} \frac{2\pi r}{b}. \quad (14)$$

Так, при глубине резания $t = 0,5$ мм, подачи $S = 0,5$ мм/об и радиусе РК $r = 23$ мм имеем ширину среза $b = 5$ мм и величину отношения $2\pi r/b = 28$, т. е. имеем суммарное увеличение стойкости резца с МОРК по сравнению с чашечным резцом с НРК в 28 раз.

Таким образом, резцы с МОРК обладают повышенной стойкостью и производительностью, что обеспечивает их преимущественное использование при чистовой обработке заготовок деталей типа валов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грановский, Г. И. О методике измерения и критерии износа режущих инструментов / Г. И. Грановский // Вестн. машиностроения. – 1963. – № 9. – С. 45–51.
2. Шатуров, Г. Ф. Прогрессивные процессы механической обработки поверхностей / Г. Ф. Шатуров, Ж. А. Мрочек. – Минск : Технопринт, 2001. – 460 с.

LIST OF LITERATURE

1. Granovsky, G. I. On methods of measurement and criteria of cutting tool wear / G. I. Granovsky // Her. of mechanical engineering. – 1963. – № 9. – P. 45–51.
2. Shaturov, G. F. Progressive processes of surfaces machining / G. F. Shaturov, Z. A. Mrochek. – Minsk : Tekhnoprint, 2001. – 460 p.

LIST OF LITERATURE (TRANSLITERATION)

1. Granovsky, G. I. O metodike izmereniya i kriterii iznosa rezhuschikh instrumentov / G. I. Granovsky // Vestn. mashinostroeniya. – 1963. – № 9. – S. 45–51.
2. Shaturov, G. F. Progressivnye protsessy mekhanicheskoy obrabotki poverkhnostej / G. F. Shaturov, Z. A. Mrochek. – Minsk : Tekhnoprint, 2001. – 460 s.

Статья сдана в редакцию 3 октября 2011 года

Александр Алексеевич Жолобов, канд. техн. наук, проф., Белорусско-Российский университет. Тел.: 8-0222-26-69-98.

Денис Геннадьевич Шатуров, инженер, Белорусско-Российский университет. Тел.: 8-0222-26-67-98.

Alexander Alekseyevich Zholobov, PhD, Professor, Belarusian-Russian University. Tel.: +375-222-26-69-98.

Denis Gennadyevich Shaturov, engineer, Belarusian-Russian University. Tel.: +375-222-26-67-98.