

Для квадратной режущей пластинки $a_{\max} = a_e$, так как радиус закругления вершины реза r больше выбранной глубины резания. Изменение максимальной толщины срезаемого слоя осуществлялось изменением подачи S и глубины резания t . Стойкость пластинок определялась продолжительностью их работы до износа по задней поверхности $h_3 = 0,4$ мм. Стойкость пластинок из композита 01 при чистовой обработке в указанном режиме составила $T = 120 \dots 130$ мин, в то время как пластинок из оксидной керамики ВОК-60 – $10 \dots 15$ мин. После чистового точения $Ra = 0,8 \dots 1,6$ мкм.

Таким образом, с целью улучшения обрабатываемости резанием литых гильз из высокохромистых чугунов необходимо вначале провести термическую обработку заготовок, включающую двухступенчатый отжиг по специальному режиму. Черновое точение гильз после отжига целесообразно выполнять резцами с твердосплавными пластинками из сплава Т15К6 или ВК8 в режиме: $v = 50$ м/мин; $t = 1,5 \dots 2$ мм; $S = 0,17$ мм/об. Чистовое точение гильз после закалки на воздухе и отпуска целесообразно выполнять сборными резцами с механическим креплением режущих вставок квадратной и круглой формы из КНБ (композиты 01, 05, 10Д). Чистовое точение позволяет заменить шлифование при обработке внутренних поверхностей гильз и снизить трудоемкость их изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. – М., 1983. – 176 с.

УДК 621.91

В.А. ДАНИЛОВ

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ С КРУГЛЫМИ РЕЖУЩИМИ ПЛАСТИНКАМИ

Одним из путей повышения стойкости режущего инструмента является использование прогрессивных схем резания и конструкций режущих инструментов, в частности ротационных резцов. Однако их применение не всегда возможно, например при обработке отверстий относительно небольшого диаметра. В этом случае повышение стойкости инструмента достигается периодическим поворотом круглой пластинки вокруг своей оси, осуществляемым автоматически или оператором. Такими пластинками оснащаются резцы, фрезы и другие инструменты. По сравнению с ротационными они обладают более высокой жесткостью благодаря фиксации пластинки относительно корпуса после ее поворота. Кроме того, исключается влияние на качество обработки биения непрерывно вращающейся пластинки.

Суммарная стойкость инструмента зависит от количества поворотов пластинки, поэтому его определение представляет практический интерес. Эта задача рассматривается для круглой неподвижной пластинки с торцевой передней поверхностью.

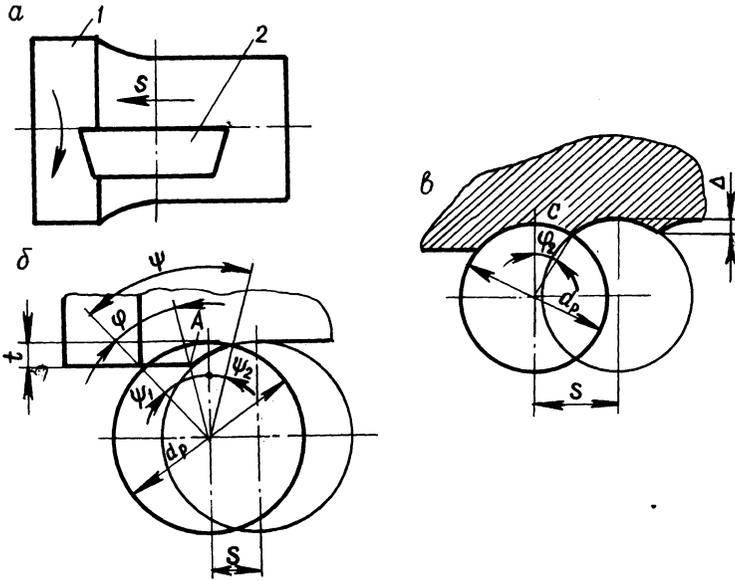


Рис. 1. Схема точения круглой пластинкой с торцовой передней поверхностью:
 а – схема установки режущей пластинки; б – форма контакта режущей пластинки с заготовкой; в – форма винтовых гребней

Угол контакта круговой режущей кромки такой пластинки с заготовкой (рис. 1)

$$\psi = \psi_1 + \psi_2, \quad (1)$$

где ψ_1 – угол между вершиной резца и обрабатываемой поверхностью, $\psi_1 = \arccos(1 - 2t/d_p) \approx 2\sqrt{t/d_p}$; ψ_2 – угол между вершиной резца и обработанной поверхностью, $\psi_2 = \arccos(1 - 2\Delta/d_p) \approx 2\sqrt{\Delta d_p}$; Δ – высота (расчетная) микронеровностей обработанной поверхности в виде винтового гребня, $\Delta = 0,5d_p(1 - \sqrt{1 - (S/d_p)^2}) \approx S^2/(4d_p)$.

Из приведенных зависимостей с достаточной точностью $\psi_2 = S/d_p$, поэтому

$$\psi = 2\sqrt{t/d_p} + S/d_p.$$

Поворот пластинки возможен в пределах угла $\epsilon = 2\pi - \psi$. Полное обновление режущей кромки достигается при повороте пластинки в любом направлении на угол ψ , поэтому возможное количество поворотов

$$N = \frac{e}{\psi} = \frac{\pi}{\sqrt{t/d_p} + S/(2d_p)} - 1. \quad (2)$$

Чем больше число поворотов пластинки, тем равномернее ее износ, тем выше суммарная стойкость инструмента. Из (2) следует, что N существенно зависит от t/d_p и инструменты с круглыми пластинками наиболее эффективны в отношении суммарной стойкости при относительно небольшой глубине резания.

Вследствие переменности толщины среза режущая кромка вдоль контакта с заготовкой нагружена и изнашивается неравномерно. Зона максимального износа расположена вокруг точки A , где толщина среза a достигает наибольшего значения $a_{\max} = 2S \sqrt{t/d_p}$. Поэтому при повороте пластинки на угол ψ в работе не участвуют ее участки, износ которых еще не достиг предельного значения. В связи с этим для повышения суммарной стойкости пластинки целесообразно осуществлять ее периодический поворот на угол, меньший угла ψ . Следовательно, зависимость (1) не может быть использована для определения количества поворотов пластинки, соответствующих ее равномерному износу и максимальной суммарной стойкости.

Определим минимальное количество поворотов пластинки, при котором обеспечивается практически равномерное ее изнашивание. При этом масса изношенного материала режущей части незначительно отличается от соответствующей непрерывному повороту пластинки в пределах одного ее оборота. Так как отношение масс равно отношению объемов изношенного материала, можно рассматривать изменение объема изношенной части.

При периодическом повороте круглой пластинки с конической задней поверхностью форма ее изношенной режущей кромки в худшем случае приближается к многоугольнику с радиусом вписанной в него окружности r (рис. 2, a). Если высота изношенной площадки по задней поверхности инструмента составляет h_3 , то

$$r = R - h_3 \operatorname{tg} \alpha, \quad (3)$$

где R — радиус режущей пластинки; α — задний угол пластинки.

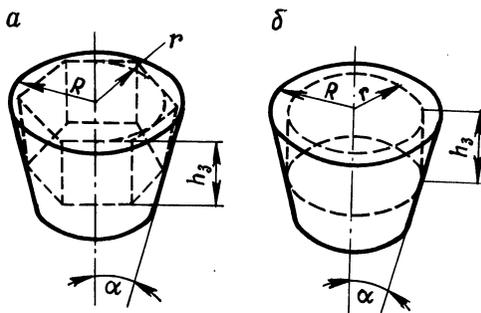


Рис. 2. Изменение формы режущей пластинки вследствие ее изнашивания: a — при периодическом повороте пластинки; b — при непрерывном повороте пластинки

В этом случае объем изношенного материала ΔV_1 определяется разностью объемов усеченного конуса высотой h_3 с радиусами оснований R и r и призмы с N гранями и радиусом r вписанной в ее основание окружности, т.е.

$$\Delta V_1 = \frac{\pi h_3}{3} (R^2 + r^2 + Rr) - Nr^2 h_3 \operatorname{tg} \frac{\pi}{N}.$$

При непрерывном повороте режущей пластинки объем ΔV_2 изношенного материала максимален и равен разности объемов того же усеченного конуса и вписанного в него цилиндра с радиусом основания r (рис. 2, б), т.е.

$$\Delta V_2 = \frac{\pi h_3}{3} (R^2 + r^2 + Rr) - \pi r^2 h_3.$$

Тогда

$$\delta V = \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{\pi/3 (R^2 + r^2 + Rr) - Nr^2 \operatorname{tg} (\pi/N)}{\pi/3 (R^2 + r^2 + Rr) - \pi r^2}, \quad (4)$$

где r — определяется по зависимости (3).

Решение уравнения (4) относительно N позволяет определить количество поворотов пластинки в зависимости от заданного относительного изменения объема δV изношенного материала. Например, при $R = 30$ мм, $h_3 = 2$ мм, $\alpha = 10^\circ$ и $\delta V \geq 0,9$, что соответствует практически равномерному изнашиванию режущей пластинки, $N \geq 72$.

На рис. 3 в виде графиков для конкретных условий обработки представлены зависимости относительного изменения объема δV изношенного материала режущей пластинки от количества N ее поворотов. Характер этих зависимостей показывает, что с уменьшением радиуса пластинки и предельного значения ее износа по задней поверхности для обеспечения такой же равномерности износа необходимо увеличить число поворотов N . Исходя из рассчи-

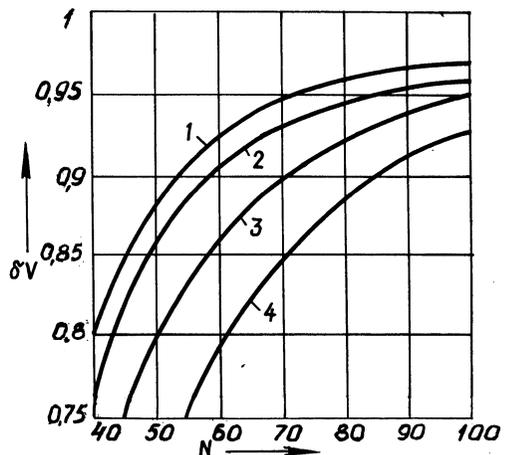


Рис. 3. Зависимость относительного изменения объема изношенного материала пластинки от количества ее поворотов:
 1 — $R = 40$ мм, $h_3 = 2$ мм, $\alpha = 10^\circ$;
 2 — $R = 30$ мм, $h_3 = 2$ мм, $\alpha = 10^\circ$;
 3 — $R = 40$ мм, $h_3 = 1,5$ мм, $\alpha = 10^\circ$;
 4 — $R = 40$ мм, $h_3 = 1$ мм, $\alpha = 10^\circ$.

танного для заданных условий по выражению (4) N определяется максимальный угол $\epsilon_{0\max}$ периодического поворота пластинки.

Минимальный угол поворота $\epsilon_{0\min}$ может быть установлен исходя из следующих условий.

Во-первых, чтобы точка режущей кромки, износ которой достиг предельного значения, при повороте пластинки выводилась из контакта с заготовкой, угол ϵ_0 должен быть не меньше угла φ (см. рис. 1, б) :

$$\varphi = \frac{2S \sin \psi_1}{d_p},$$

где $\sin \psi_1 = 2 \sqrt{\frac{t}{d_p} \left(1 - \frac{t}{d_p}\right)}$.

Следовательно,

$$\epsilon_0 \geq \frac{4S}{d_p} \sqrt{\frac{t}{d_p} \left(1 - \frac{t}{d_p}\right)}.$$

Во-вторых, при чистовой обработке важно, чтобы формирование микро-рельефа обработанной поверхности после поворота пластинки осуществлялось неизношенной режущей кромкой. Поэтому угол периодического поворота пластинки должен быть не меньше удвоенного значения φ_2 (см. рис. 1, в). Таким образом, исходя из указанных условий, минимальный угол периодического поворота пластинки должен удовлетворять условию

$$\frac{4S}{d_p} \sqrt{\frac{t}{d_p} \left(1 - \frac{t}{d_p}\right)} \leq \epsilon_{0\min} \leq 2 \frac{S}{d_p}. \quad (5)$$

Значение радикала в выражении (5) для практически возможного отношения t/d_p меньше 0,5, поэтому $\epsilon_{0\min} = 2(S/d_p)$. Следовательно, максимальное число поворотов пластинки

$$N_{\max} = \frac{2\pi - \psi}{\epsilon_{0\min}} = \frac{d_p}{S} (\pi - \sqrt{t/d_p}) - 0,5.$$

Для приведенного выше примера при $S = 1$ мм/об и $t = 2$ мм $N_{\max} = 86$, т.е. $72 \leq N \leq 86$.

Каждый периодический поворот пластинки выполняется через время T_0 ее работы, определяемое экспериментально для конкретных условий резания. Поэтому суммарная стойкость инструментов, оснащенных такими пластинками, составляет $T = T_0 N$ и многократно превышает стойкость инструментов с многогранными сменными пластинками.