# Повышение точности обработки отверстий зенкерами с МНП на основе моделирования процессов формообразования

**Дерябин Игорь Петрович**
Доктор технических наук, профессор
**Токарев Артем Сергеевич**
Старший преподаватель, аспирант
**Сусев Сергей Леонидович**
Студент 4 курса ТТИ НИЯУ МИФИ

**Аннотация:** В статье рассказывается об исследовании и написании математических моделей для зенкеров с МНП.

**Ключевые слова:**разбивка отверстия, зенкера с МНП, пластины, математическая модель.

Зенкеры предназначены для обработки литых, штампованных, предварительно просверленных цилиндрический отверстий с целью улучшения чистоты поверхности и повышения точности этих отверстий или для подготовки их к дальнейшему развертыванию.

В последние годы в связи с широким распространением МНП появились конструкции зенкеров, режущая часть которых оснащена этими пластинками. Известны два варианта конструкции этих зенкеров: без деления срезаемого слоя (рис. 1) и с разделением срезаемого слоя (рис.2).

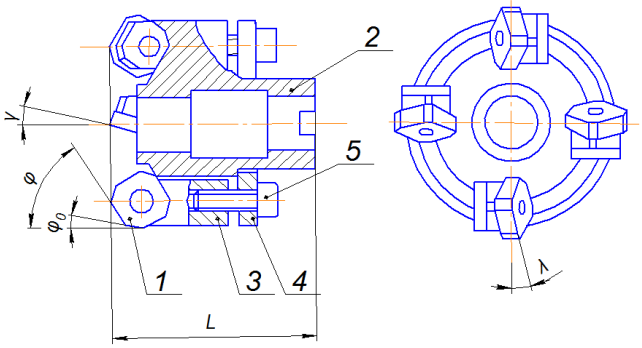


Рисунок 1 - Конструкция зенкера, оснащенного МНП, без деления срезаемого слоя

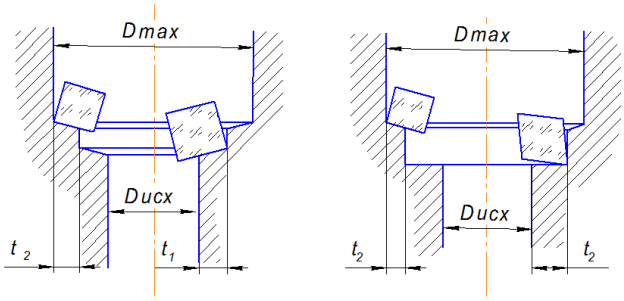


Рисунок 2 - Схема работы зенкеров, оснащенных МНП, с разделением срезаемого слоя

Режущая пластинка 1 (рисунок 1) закрепляется в корпусе 2 с помощью тяги 3, которая перемещается в осевом направлении винтом 5, благодаря упорному диску 4. Геометрия таких зенкеров следующая:$\varphi=45^0$;$\varphi_0=20^0$; $\gamma=-15^0$;$\alpha=6...8^0$; $\lambda=8...12^0$.

Преимуществами этой конструкции по сравнению с напайным инструментом являются: быстрая замена затупившейся пластинки; повышение производительности за счет применения твердых сплавов; сокращение расходов на заточку и переточку.

В настоящее время для технологической подготовки производства широко используются автоматизированные системы проектирования. В процессе технологического проектирования возникает несколько видов задач, при решении которых требуется проводить моделирование процесса резания, одно из которых моделирование процессов механической обработки при выборе и оптимизации режимов резания.

Существуют математические модели, которые учитывают только основные параметры режущих лезвий, такие модели не применимы для всех видов инструмента.

Таблица1 – Сводная таблица математических моделей

| № модели | Область применения | Математическая модель |
|---|---|---|
| 1 | 0 < m < Lx | $R(\psi)=\frac{A+S\cdot 2Os\cdot\cos(n\psi)\cdot(K_2'-K_1')}{C}+\frac{B}{C}\cdot R(\psi-\pi);$ <br> $A=\tau\cdot S\cdot(K_1+K_2)+S^2/2\cdot(K_2-K_1)+$ <br> $+D\cdot\left(-S\cdot K_2\cdot\mathrm{ctg}\varphi_1-S\cdot K_1\cdot\mathrm{ctg}\varphi_2+J\cdot\frac{\mathrm{ctg}\varphi_1-\mathrm{ctg}\varphi_2}{2}\right)+$ <br> $+(\ln+\tau)\cdot\left(\frac{\mathrm{ctg}\,\varphi_1}{\mathrm{ctg}\,\varphi_2}-1\right)\cdot K_2\cdot S;$ <br> $B=S\cdot(K_1\cdot\mathrm{ctg}\,\varphi_2+K_2\cdot\mathrm{ctg}\,\varphi_1);$ <br> $C=S\cdot(-K_1\cdot\mathrm{ctg}\,\varphi_2-K_2\cdot\mathrm{ctg}\,\varphi_2)+J\cdot(\mathrm{ctg}\,\varphi_1-\mathrm{ctg}\,\varphi_2);$ <br> $\ln=\frac{0{,}87\cdot D}{2\cdot\mathrm{tg}\,\varphi}$ |
| 2 | m < 0 | $R(\psi)=\frac{A+2\cdot h\cdot Os\cdot\cos(n\psi)\cdot(K_2-K_1)}{C}-\frac{B\cdot R(\psi-\pi)}{C};$ <br> $A=h\cdot\frac{S}{2}\cdot(K_2-K_1)+h\cdot\tau\cdot(K_2+K_1)+\frac{D\cdot C\cdot h\cdot(K_2+K_1)}{\mathrm{tg}\varphi}+\frac{D\cdot J}{2};$ <br> $C=J+\frac{h\cdot(K_1+K_2)}{\mathrm{tg}\,\varphi};$ <br> $B=\frac{h(K_1+K_2)}{\mathrm{tg}\,\varphi};$ <br> $h=0{,}435\cdot D$ |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | $D_0 \neq 0$;<br>$0 \leq m \leq Lx$ | $R(\psi)=\frac{A+2S\cdot Os\cdot\cos(n\psi)\cdot(K_2-K_1)}{C}-$<br>$-\frac{K_1\cdot h\cdot S\cdot(\operatorname{ctg}\varphi_1-\operatorname{ctg}\varphi_2)+B\cdot R(\psi-\pi)}{C};$<br>$A=\tau\cdot S\cdot(K_1+K_2)+S^2/2\cdot(K_2-K_1)+$<br>$+D\cdot\left(-S\cdot\operatorname{ctg}\varphi_2\cdot(K_1+K_2)+J\cdot\frac{\operatorname{ctg}\varphi_1-\operatorname{ctg}\varphi_2}{2}\right);$<br>$B=S\cdot(K_1\cdot\operatorname{ctg}\varphi_2+K_2\cdot\operatorname{ctg}\varphi_1);$<br>$C=J\cdot(\operatorname{ctg}\varphi_1-\operatorname{ctg}\varphi_2)-S\cdot\operatorname{ctg}\varphi_2\cdot(K_2+K_1);$<br>$h=\frac{D_0}{2}$ |
| 4 | $D_0 \neq 0$;<br>$m < 0$ | $R(\psi)=\frac{-R(\psi-\pi)\cdot B}{A}+\frac{C}{A};$<br>$A=J+S_0\cdot(K_1+K_2)+\tau\cdot(K_1-K_2)+\frac{h}{\operatorname{tg}\varphi}\cdot(K_1+K_2);$<br>$B=\frac{h\cdot(K_1+K_2)}{\operatorname{tg}\varphi};\quad h=\frac{D-D_0}{2};$<br>$C=h\cdot(S_0\cdot(K_2-K_1)-\tau\cdot(K_1+K_2));$<br>$S_0=\frac{S}{2}+2\cdot O_S\cdot\cos\left(n\cdot\left(\psi-\frac{\pi}{2}\right)\right)\cdot\sin\left(n\cdot\frac{\pi}{2}\right)$ |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | $D_0 \neq 0$;<br>$m > Lx$ | $R(\psi) = -R \cdot (\psi - m \cdot \pi) \cdot B - A$;<br>$B = \frac{K_2 \cdot S}{K_2 \cdot S + K_1 \cdot S + J}$; $A = \frac{K_1 \cdot S \cdot h(\psi)}{K_2 \cdot S + K_1 \cdot S + J}$;<br>$m = \frac{2 \cdot \tau}{S}$ — ближайшее целое число;<br>$h = \frac{D}{2} - R_0(\psi)$;<br>$R_0(\psi) = \frac{D_0}{2} + \frac{\delta_3}{2} \cdot \sin(\psi)$ — при расчете увода;<br>$R_0(\psi) = \frac{D_0}{2}$ — при расчете разбивки;<br>$\delta_3$ — погрешности расположения оси отверстия в заготовке |
| 6 | $D_0 \neq 0$;<br>$m < 0$<br>$J = 0$ | $R(\psi) = \frac{-R(\psi - \pi) \cdot B}{A} - \frac{C}{A}$;<br>$A = \frac{K_1 \cdot h + K_2 \cdot h}{tg\varphi} + (K_1 + K_2) \times$<br>$\times (S/2 + 2 \cdot O_S \cdot \cos(n(\psi - \pi/2)) \cdot \sin(n \cdot \pi/2)) +$<br>$+ \tau \cdot (K_1 - K_2)$;<br>$B = \frac{h(K_1 + K_2)}{tg\varphi}$;<br>$C = (K_1 - K_2) \cdot h \times (S/2 + 2 \cdot O_S \cdot \cos(n(\psi - \pi/2)) \times$<br>$\times \sin(n \cdot \pi/2) + \tau(K_1 + K_2) \cdot h$;<br>$h = \frac{D - D_0}{2}$ |

Суть данного исследования заключается в разработке математических моделей для зенкеров с МНП. Аналогичные исследования были проведены для обычных зенкеров с диссимметричной заточкой, результат проверен практически, графически и математически. Разница значений между ними в пределах допуска.

Для данной работы планируется создать математические модели, проверить их графически (в программе КОМПАС–3D) и написать программу для определения разбивки отверстия.

**Список использованной литературы**


1. Драгун А.П. Режущий инструмент. – Л.: Лениздат, 1986. – 271 с., ил. – (Для молодых рабочих).
2. Петрушин С.И. Основы формообразования резанием лезвийными инструментами. Учебное пособие. Томск: Изд. ТГУ, 2003. – 172с.

3. Пестрецов, С.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов резания: учеб. пособие / С.И. Пестрецов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009 – 104 с. – 100 экз. – ISBN978-5-8265-0795-7.