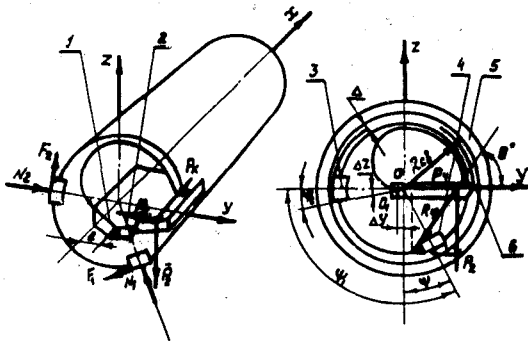


ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ И СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ СВЕРЛЕНИИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

Захаров Н.В., проф., Мельниченко А.А.,* доц., Бескровный А.М.,* доц.
(*Украинская инженерно-педагогическая академия)

Широкое распространение прогрессивных методов глубокого сверления в металлообработке призвано, наряду с повышением производительности труда и снижением себестоимости обработки, обеспечить требуемую точность и шероховатость обработанных отверстий и стойкость инструмента. Эти методы предусматривают использование сверл одностороннего резания (типа ружейных), у которых режущие кромки расположены асимметрично со смещением вершины сверла относительно его оси, а охлаждающая жидкость подается в зону резания под давлением 3-4 МПа.

В процессе сверления отверстий на режущей кромке таких сверл возникает сила резания, которую можно разложить в трех взаимноперпендикулярных направлениях на осевую P_x , радиальную P_y и окружную P_z составляющие.



Система сил и моментов, действующих на сверло одностороннего резания

Под действием этих сил на направляющих планках сверла возникают нормальные силы N_1, N_2 и силы трения F_1, F_2 . Точность и шероховатость отверстий, обработанных сверлами одностороннего резания, зависят от целого ряда факторов, определяемых особенностями конструкций этих сверл. Одним из таких факторов является неравномерное нагружение внутреннего 1 и внешнего 2 участков режущей кромки (см. рис.), что приводит к смещению оси сверла от заданной оси сверления уже в начальный момент его работы. Величина и направление смещения зависят от длин участков 1-й и 2-й режущих кромок, определяющих направление действия силы R_1 , и от величины зазора Δ между направляющей 3 (опорной 4) планками сверла и стенками отверстия направляющей втулки 5. Для определения связи между величиной зазора Δ , направлением действия силы R_1 , с одной стороны, и смещением оси сверла, его стойкости и разбивкой отверстия, с другой, авторами был проведен анализ условий работы сверла в момент врезания [1], в результате которого были получены аналитические зависимости, позволяющие рассчитывать величины смещения оси сверла относительно координатных осей Z, Y и диаметр отверстия, просверленного до момента входа в него направляющих планок.

$$\Delta Y = \Delta \cos \theta / \cos (\theta - \Psi_2) ; \quad (1)$$

$$\Delta Z = \Delta \sin \theta / \cos (\theta - \Psi_2) ; \quad (2)$$

$$D_{\text{отв}} = 2 \sqrt{\Delta Z^2 + (R_{\text{СВ}} - \Delta Y)^2} , \quad (3)$$

где $\Delta Y, \Delta Z$ - величины смещения оси сверла в направлении координатных осей Y и Z , мм;

Δ - величина зазора между планками сверла и стенкой отверстия направляющей втулки, мм;

θ - угол, характеризующий направление действия силы R_1 , град.;

Ψ_2 - центральный угол, характеризующий ширину направляющей планки, град.;

$D_{отв}$ - диаметр отверстия, просверленного до момента входа в него направляющих планок, мм;

$R_{св}$ - радиус сверла, мм.

Так как диаметр отверстия, просверленного до момента входа в него планок 3 и 4, всегда меньше диаметра сверла, то, при входе планок в обрабатываемое изделие, сверло будет отжиматься в сторону калибрующей фаски 6, работая при этом с продольной и поперечной подачами, причем $S_{пр} = S_{поп}$, т.к. угол фаски планок равен 45° . В этот момент происходит интенсивный износ калибрующей фаски 6 (см. рис.) на длине

$$L_{изн} = \delta + OO_1, \quad (4)$$

где δ - величина отставания вдоль оси X рабочих поверхностей направляющей и опорной планок от начала калибрующей фаски, мм;

OO_1 - величина смещения оси сверла, мм.

После входа направляющей части сверла в отверстие дальнейшая его работа происходит при частично изношенной калибрующей фаске. Сверло может заклиниваться в отверстии, что нередко приводит к его поломке.

Вторым фактором, существенно влияющим на точность обработки глубоких отверстий, шероховатость обработанной поверхности и срок службы сверла, является взаимное расположение направляющей 3 и опорной 4 планок сверла (см. рис.). В существующих конструкциях сверл одностороннего резания направляющая планка 3 всегда располагается на одном диаметре с калибрующей фаской 6, в то время как опорная планка 4 может занимать относительно направляющей различное положение, определяемое углом Ψ_1 . Величина угла $\Psi_1 = 90^\circ + \Psi$, рекомендуемая различными авторами, исходя из условия обеспечения требуемой точности отверстия, изменяется от $\Psi_1 = 90^\circ$ до $\Psi_1 = 125^\circ$ [2] в зависимости от конструктивных и геометрических параметров исследуемых сверл. Столь большое различие в значениях угла Ψ_1 часто приводит к неравномерному износу планок 3 и 4. Наибольшему износу подвергается опорная планка 4 в то время, как направляющая планка 3 изнашивается значительно медленнее. В связи с этим при переточке сверла приходится стачивать его режущую часть на длину износа опорной планки, значительно превышающей длину износа по калибрующей фаске 6, что сокращает число возможных переточек, а следовательно, и срок службы сверла.

Для устранения указанного недостатка следует обеспечить работу направляющей и опорной планок в одинаковых условиях, когда силы N_1 , F_1 и N_2 , F_2 , нагружающие планки, будут равны.

Поставленная задача может быть решена из условий равновесия сверла в процессе резания. Введя упрощающее положение, что система сил, действующих на режущую и направляющую части сверла, расположена в одной плоскости, а контакт планок со стенкой отверстия осуществляется в точках, расположенных в середине поверхности планок, получим:

$$\Sigma F_y = -P_y + N_2 - F_1 \cos \Psi - N_1 \sin \Psi = 0; \quad (5)$$

$$\Sigma F_z = -P_z + F_2 + N_1 \cos \Psi - F_1 \sin \Psi = 0. \quad (6)$$

Подставляя значения $F_1 = \mu N_1$ и $F_2 = \mu N_2$ в уравнение (5) и (6), получим:

$$-P_y + N_2 - N_1 \mu \cos \Psi - N_1 \sin \Psi = 0; \quad (7)$$

$$-P_z + N_2 \mu + N_1 \cos \Psi - N_1 \mu \sin \Psi = 0. \quad (8)$$

Определив силу N_2 из уравнения (7)

$$N_2 = P_y + N_1 \mu \cos \Psi + N_1 \sin \Psi \quad (9)$$

и подставляя ее значение в уравнение (8), получим

$$-P_z + (P_y + N_1 \mu \cos \Psi + N_1 \sin \Psi) \mu + N_1 \cos \Psi - N_1 \mu \sin \Psi = 0,$$

отсюда

$$N_1 = P_z - P_y \mu / \cos \Psi (1 + \mu^2). \quad (10)$$

Выразим силу N_2 через P_y и P_z . Для этого подставим значение силы N_1 из уравнения (10) в уравнение (9).

$$N_2 = P_y + \frac{(P_z - P_y \mu) \mu \cos \Psi}{\cos \Psi (1 + \mu^2)} + \frac{(P_z - P_y \mu) \sin \Psi}{\cos \Psi (1 + \mu^2)}. \quad (11)$$

Для обеспечения одинакового износа направляющей и опорной планок сверла силы N_1 и N_2 , выраженные зависимостями (10) и (11), должны быть равны, тогда

$$\frac{P_z - P_y \mu}{\cos \Psi (1 + \mu^2)} = P_y + \frac{(P_z - P_y \mu) \mu \cos \Psi}{\cos \Psi (1 + \mu^2)} + \frac{(P_z - P_y \mu) \sin \Psi}{\cos \Psi (1 + \mu^2)};$$

После выполнения соответствующих упрощений будем иметь

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \frac{P_z (1 - \mu) - P_y (1 + \mu)}{P_z (1 + \mu) + P_y (1 - \mu)}. \quad (12)$$

Значение силы P_y на внутреннем 1 и внешнем 2 участках режущей кромки зависит от величины "e", характеризующей смещение вершины сверла от его оси (см. рис.). Если принять, что величина силы P_y , действующей на сверло, у которого смещение $e = 0$, пропорциональна силе P_z , можно записать, что

$$P_y = K P_z,$$

где $K = \frac{P_y}{P_z}$ - коэффициент пропорциональности.

В случае, если $e \neq 0$, значение силы P_y равно

$$P_y = K P_z \left(1 - \frac{2e}{R_{CB}} \right).$$

Подставив полученное значение силы P_y в уравнение (12) и выполнив ряд упрощений, получим

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \frac{(1 - \mu) - K \left(1 - \frac{2e}{R_{CB}} \right) (1 + \mu)}{(1 + \mu) + K \left(1 - \frac{2e}{R_{CB}} \right) (1 - \mu)}. \quad (13)$$

Анализируя зависимость (13), можно отметить, что положение опорной планки 4 зависит от коэффициента трения μ между планками сверла и стенкой обрабатываемого отверстия, величины $K = \frac{P_y}{P_z}$, а также величины "e", характеризующей смещение вершины сверла от оси.

На основе проведенного анализа и полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- точность отверстий, обработанных сверлами одностороннего резания, и стойкость инструмента зависят от значения "e", характеризующего смещение вершины сверла относительно его оси, зазора Δ между планками сверла и стенкой отверстия направляющей втулки и угла Ψ , определяющего положение опорной планки;

- повышение точности обработки отверстий и стойкости инструмента можно обеспечить на стадии проектирования сверл одностороннего резания, используя полученные аналитические зависимости (1-4) и (12-13), учитывающие условия работы сверла и отдельных его конструктивных элементов на всех стадиях процесса сверления.

SUMMARY

There were considered the problems of treatment accuracy rise and instrument's steadfastness when drilling the apertures by drills of one-sided cutting. It was determined that the size of the clearance between the guide planks of the drill and the guide sleeve, the size of the shift of the drill's top concerning to the axial and interlocation of the guide planks influenced the accuracy of the apertures and steadfastness of the drill. There was received the dependence for error determination of aperture treatment, wear and tear length of a collibrating flat, interlocation of the guide planks.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бескровный А.М. Анализ работы сверл одностороннего резания при врезании в обрабатываемое изделие//Сб."Резание и инструмент", XIII, выпуск 22, 1979, с.29-33.
2. Бескровный А.М. О расположении направляющих планок сверл одностороннего резания//Сб."Резание и инструмент", XIII, выпуск 31, 1984, с.99-103.

Поступила в редколлегию 26 мая 1995 г.

УДК 621.914.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗНОСА ТОРЦОВОЙ ФРЕЗЫ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ РЕЖУЩИМИ ВСТАВКАМИ

Куширов П.В., асн.

Целью данной работы является исследование влияния конструктивных особенностей цилиндрической режущей вставки торцевой фрезы на величину износа задней и передней поверхностей режущей части, что позволяет определить пути улучшения качественных показателей работы инструмента.

Рассматриваемые фрезы содержат корпус 1 и расположенные в отверстиях 5 цилиндрические режущие вставки 2, закрепленные по боковой поверхности винтами 4 (рис.1).

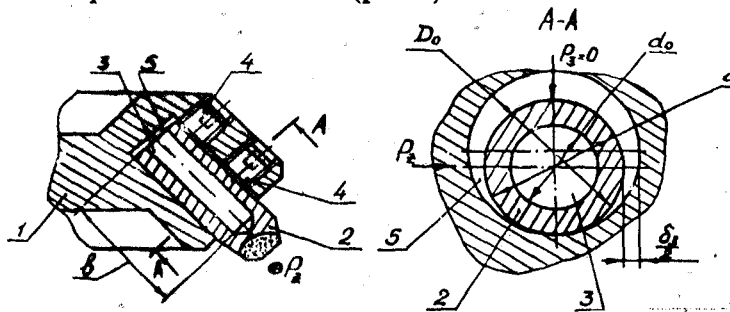


Рис.1. Торцевая фреза с цилиндрической режущей вставкой

Сравнительные исследования износа режущей части фрезы проводятся при отсутствующем и имеющемся у вставок центральном отверстии 3, выполнение которого, как показывают расчеты, делает возможной упругую деформацию вставки от действия сил закрепления в пределах зазора между вставкой и поверхностью отверстия корпуса инструмента. Это, в свою очередь, позволяет обеспечить беззазорный контакт поверхности вставки с корпусом инструмента в направлении действия составляющей силы резания P_z , а следовательно, повысить виброустойчивость и жесткость узла крепления вставки и уменьшить износ режущей части фрезы.

Диаметр центрального отверстия вставки определяется из выражения

$$d_0 = d_{ac} \left(1 - 1,18 \sqrt{\frac{P_z}{b \delta_3 E}} \right),$$

где d_{ac} - наружный диаметр вставки;

P_z - усилие закрепления вставки;

b - длина центрального отверстия вставки;

E - модуль упругости материала вставки;

δ_3 - величина зазора между вставкой и отверстием корпуса инструмента [1].