

образом, и с точки зрения стойкости инструмента целесообразно применение сборных фрез вместо составных.

Важное значение для повышения стойкости твердосплавного инструмента при фрезеровании жаропрочных сплавов имеет правильный выбор марки СОЖ. В связи с этим было исследовано влияние на стойкость фрез следующих наиболее рекомендуемых СОЖ: 20% раствора эмульсола в воде, МР-1 и Аквола-6. Исследование проводилось при следующих постоянных параметрах режима резания:  $V = 15$  м/мин;  $S_z = 0,018$  мм/зуб;  $t = 25$  мм;  $B = 2$  мм. Результаты опытов представлены в виде графиков износа зубьев фрез на рис. 4. Наибольшую эффективность имеет жидкость Аквол-6, применение которой увеличивает стойкость фрез в 1,3 раза по сравнению с МР-1 и в 1,5 раза по отношению к 20% эмульсии. Самая низкая стойкость фрез наблюдалась при работе без охлаждения (кривая 3). Из приведенных графиков также видно, что в начальный и средний периоды работы фрез, когда зубья еще достаточно остры, влияние СОЖ проявляется в меньшей мере, чем в конце работы при значительном затуплении фрез.

УДК 621.951.7.025

Г.С.Железнов, С.А.Сингеев, В.Г.Бакланов

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗВЕРТОК С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ РЕЗУЩИХ ПЛАСТИН ИЗ КОМПОЗИТА 05

Показаны два варианта конструкции развертки с механическим креплением пластин из сверхтвердого материала. Приведены формулы геометрических соотношений между параметрами указанной развертки. Показаны способы настройки на размер и восстановления пластин при достижении износа.

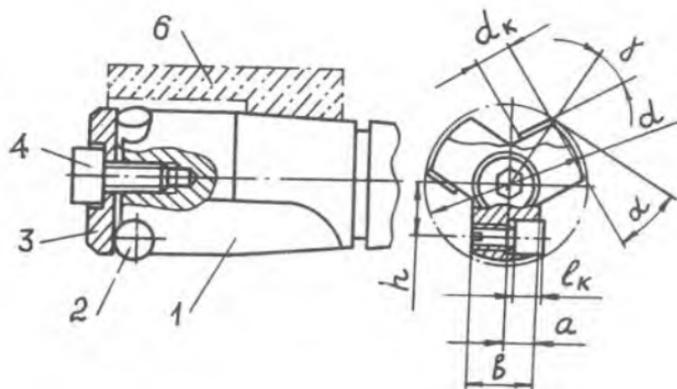
В настоящее время в машиностроении установилась устойчивая тенденция, заключающаяся в том, что точные отверстия в деталях машин обрабатываются растачиванием в два перехода, первый из которых явля-

ется предварительным, а второй – окончательным. При этом точность обработки определяется главным образом точность вращения шпинделя станка. Это определило применение точных дорогостоящих станков. При этом имеется необходимость постоянного регулирования настройки резцов на размер в связи с их размерным износом. Практически игнорируется технологический процесс, в котором после предварительного растачивания производится развертывание отверстия. Это объясняется тем, что при обработке отверстий растачиванием обеспечение качества обработки полностью переносится на рабочее место, а при развертывании обеспечение качества обработки в значительной степени переносится в подготовку производства. В первом случае вся ответственность за качество обработки возлагается на рабочего, а во втором – на службу подготовки производства. Часто такая постановка вопроса экономически оправдана. Однако в тех случаях, когда имеется техническая возможность окончательной обработки отверстий развертыванием, неприменение последнего приводит к значительной потере производительности труда и материальных средств.

Сказанное значительно усиливается в связи с растущим производством сверхтвердых инструментальных материалов (СТМ), область применения которых практически ограничена растачиванием, точением и шлифованием. Применение разверток, оснащенных режущими пластинами из СТМ в виде композитов, позволяет получить значительный экономический эффект при обработке отверстий в деталях из закаленных сталей и различных марок чугуна. Однако применение таких разверток ограничивается отсутствием разработок по их конструкции.

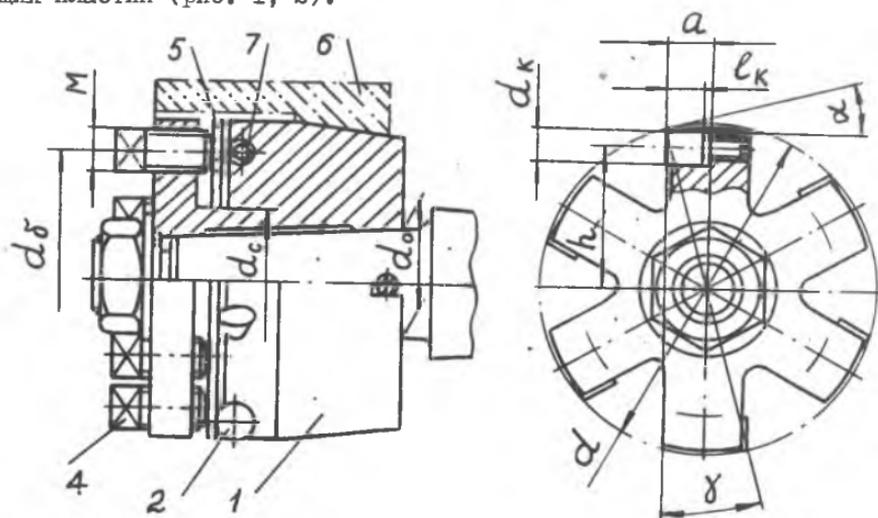
Здесь приведены результаты изыскания, апробации и исследования конструкций разверток, оснащенных режущими пластинами из композита 05.

В связи с относительно высокой стоимостью режущих пластин из композита 05 экономический эффект от их применения достигается только при обеспечении многократного использования на инструменте режущих пластин. Это определяет механическое крепление режущих пластин к корпусу как наиболее приемлемое. Хотя из композита 05 инструментальная промышленность выпускает режущие пластины различных форм, для оснащения разверток рекомендуются пластины круглой формы диаметром не менее 6 мм. Поэтому развертки с механическим креплением могут изготавливаться диаметром не менее 25 мм.



Р и с. 1. Конструкция стержневой развертки, оснащенной тремя режущими пластинами

В зависимости от диаметра предлагается два варианта крепления режущих пластин (рис. 1, 2).



Р и с. 2. Конструкция насадной развертки

В корпусе развертки (рис. 1, 2) со стороны передней поверхности лезвия на каждом пере имеются ступенчатые отверстия, расположенные на одинаковом расстоянии  $h$  от оси инструмента перпендику-

лярно поверхности стружечной канавки. Для обеспечения необходимого заднего угла передняя поверхность режущей пластины смещена в направлении скорости резания на величину  $a$ . Диаметр передней ступени равен диаметру режущей пластины  $d_k$ . Задняя ступень отверстия имеет резьбу, в которую установлен винт 7, служащий для перемещения режущей пластины вдоль оси при настройке развертки на размер. Крепление режущих пластин на развертках диаметром 25–30 мм, имеющих три зуба, производится винтом 4 посредством шайбы 3, контактирующей с боковыми поверхностями пластин. На развертках диаметром свыше 35 до 55 мм режущие пластины крепятся индивидуально винтами 4, расположенными со стороны переднего торца корпуса развертки, через упругую стенку 5, контактирующую с боковой поверхностью режущей пластины. На развертках диаметром более 55 мм винты 4 располагаются на заднем торце корпуса.

Настройку развертки на размер рекомендуется производить во втулке 6 (рис. 1, 2), устанавливаемой по конической поверхности корпуса, обеспечивающей ее точное центрирование. При настройке последовательно ослабляют винты крепления пластин и каждую пластину винтом 7 перемещают вдоль оси до соприкосновения с измерительной поверхностью втулки 6 и закрепляют винтом 4.

Диаметр развертки по мере износа режущих пластин может быть восстановлен двумя способами: поворотом режущих пластин вокруг своих осей на некоторый угол; после того, как режущая кромка будет изношена по всему периметру окружности, путем осевого перемещения пластин винтами 7 (рис. 2). При этом необходимо шлифовать торец режущей пластины с целью устранения износа.

Диапазон регулирования диаметра  $\Delta d$  за счет осевого перемещения режущих пластин определяется торцовым задним углом  $\alpha$  и допустимым осевым перемещением режущей пластины  $\Delta l$ : при средних значениях  $\alpha = 0,2$  рад и  $\Delta l = 1$  мм получим  $\Delta d = 0,4$  мм, что достаточно для устранения радиального биения режущих кромок и настройки развертки для обработки отверстий под все предусмотренные стандартами посадки для данного номинального размера.

Количество возможных настроек на размер с целью компенсации износа режущих пластин по задней поверхности определяется

$$N = \left( \frac{\Delta l}{h_3} + 2 \right) \left[ \sqrt{\frac{t + f_k \operatorname{tg} \alpha}{d_k}} + \sqrt{\frac{f_k \operatorname{tg} \alpha}{d_k}} \right]^{-1}$$

где  $h_3$  – допустимая величина износа по задней поверхности, составляющая 0,4 мм;

$t$  – глубина резания;

$f_k$  – ширина калибрующей ленточки, получаемой шлифованием развертки по диаметру после ее настройки на размер, составляющая 0,4 мм.

Для средних значений ( $\Delta l = 1$  мм,  $h_3 = 0,4$  мм,  $f_k = 0,4$  мм,  $d_k = 7$  мм) получим  $N = 68$ . Например, при обработке детали из серого чугуна резцами из композита 05 по данным [1] скорость резания составляет 400 м/мин, подача на зуб 0,1 мм, а стойкость 60 мм. При аналогичных условиях количество отверстий диаметром 50 мм и длиной 40 мм, обработанных развертками из композита 05 за полный период стойкости при подаче на оборот 0,3 мм, как показывает расчет, составляет 160 тысяч.

Такие развертки могут изготавливаться на основе режущих пластин различного диаметра в зависимости от их наличия на конкретном производстве. Однако наиболее приемлемыми являются пластины диаметром 7 мм и высотой 5 мм.

Выбор конструкции развертки в зависимости от ее диаметра и диаметра режущей пластины  $d_k$  рекомендуется производить по таблице.

Т а б л и ц а

Элементы конструкции развертки	Диаметр режущей пластины, $d_k$ , мм			
	6,35	7	9,52	12
Наименьший допустимый диаметр развертки, мм	25	30	35	45
Интервал диаметров развертки, для которого рекомендована конструкция, мм				
по рис. 1	От 25 до 30	От 30 до 35	От 35 до 45	От 45 до 50
рис. 2	Свыше 30 до 55	Свыше 35 до 60	Свыше 45 до 65	Свыше 50 до 70



Смещение передней грани режущей пластины относительно параллельной ей диаметральной плоскости, мм

$$a = 2 + 0,3d^{0,75}$$

Ширина пера

$$b = 6d^{0,45}$$

Торцовый задний угол

$$\alpha = \arcsin \frac{2a}{d}$$

Допустимое число режущих пластин

$$z_1 = 2\pi \left\{ \arccos \left[ \cos \alpha - \frac{2(d_k + 0,37d^{0,56})}{d} \right] \right\}^{-1}$$

За число режущих пластин  $z$  принимается ближайшее, меньшее из ряда: 3, 4, 6, 8 ...

Угловой шаг режущих пластин

$$\psi = 2\pi/z$$

Диаметр корпуса развертки

$$d_1 = d \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_k}$$

где  $\alpha_k = \arctg [2(a - l_k)/d \cos \alpha]$ .

Высота пера со стороны затылка

$$H_n = 0,5(d_1 \cos \psi_B - d \cos \alpha) + d_k + 0,37d^{0,56}$$

$$\psi_B = \arcsin \left[ \frac{2(b - a)}{d_1} \right]$$

Высота пера со стороны передней поверхности, мм

$$H_n = d_k + 0,74d^{0,56} - 1,5$$

Координаты точек  $M(x_1, y_1), N(x_2, y_2)$  (рис. 3) стружечной канавки

$$x_1 = \delta - \alpha, \quad y_1 = 0,5d_1 \cos \varphi_B - H_{\Gamma};$$

$$x_2 = 0,5d \sin(\varphi_0 - \alpha) - H_{\Gamma} \sin \varphi_0;$$

$$y_2 = 0,5d \cos(\varphi_0 - \alpha) - H_{\Gamma} \cos \varphi_0.$$

Угол между затылком пера и перпендикуляром к дну стружечной канавки

$$\theta = \alpha \operatorname{arctg} \left( \frac{y_1 - y_2}{x_2 - x_1} \right).$$

Угол между передней гранью и перпендикуляром к дну стружечной канавки

$$\beta_{\Gamma} = \varphi_0 - \theta.$$

Ширина дна стружечной канавки

$$b = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}.$$

Расстояние от оси режущей пластины до параллельной ей диаметральной плоскости

$$H = \sqrt{\frac{d^2}{4} - a^2} - 0,5d_k.$$

Диаметр дна кольцевых канавок, образующих упругую стенку

$$d_k = d \cos \alpha - 2(d_k + 0,5d^{0,6}).$$

При изготовлении развертки рекомендуется выточить корпус диаметром на 3-4 мм больше диаметра развертки и после фрезерования стружечных канавок, сверления, развертывания отверстий для установки режущих пластин проточить канавки, образующие упругую стенку и корпус по наружному диаметру  $d_k = d - 2$ .

Режимы резания при обработке отверстий в деталях из различных материалов рекомендуется выбирать такими, как и для резцов [I], за исключением подачи на оборот, которую рекомендуется увеличить пропорционально числу режущих пластин.

Г. Режущие инструменты, оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами, и их применение: Справочник /В.П.Жедь, Г.В.Боровский, Я.А.Музыкант, Г.М.Ипполитов. М.: Машиностроение, 1987. 320с

УДК 621.951.7

В.Н. Самыкин, В.В. Жунин

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ВИБРОГАСЯЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ  
ЗЕНКЕРОВ И РАЗВЕРТОК

Анализируется эффективность применения виброгашения при развертывании отверстий в конструкционных материалах. Даны рекомендации по выбору типичных виброгасящих элементов и материала направляющих. Указаны особенности проектирования и применения виброгасящих элементов при обработке отверстий.

Обработка пакетов из разнородных материалов типа высокопрочная сталь – алюминиевый сплав – титановый сплав вызывает затруднения, связанные с вибрацией. Возникающие вибрации приводят к снижению качества обработки и стойкости инструмента; на поверхности отверстий появляются характерные следы, возможны разбивка отверстий, отклонение формы от цилиндричности. Известно, что возмущающей силой автоколебательного процесса является переменная сила резания; энергия системы, совершающей автоколебания, складывается из потенциальной  $W_{\text{п}}$  и кинетической  $W_{\text{к}}$  энергии:

$$W = W_{\text{п}} + W_{\text{к}}. \quad (1)$$

Если колебания гармонические, то верно следующее равенство

$$W = \frac{D}{2} y_m^2 (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) = \frac{D y_m^2}{2} = \frac{m V_m^2}{2}, \quad (2)$$