

$$a_{\text{ср}} = \frac{S_z}{\pi r h} \left[ r^2 \arcsin \frac{\sqrt{h(2r-h)}}{r} - (r-h) \sqrt{h(2r-h)} \right], \text{ мм.}$$

Полученные зависимости являются основой для расчетов при поиске оптимальных режимов обработки и для силового анализа процесса фрезерования радиусных синусоидальных канавок на деталях синусошарикового редуктора.

## Г л а в а II. ПРОГРЕССИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

УДК 621.91.01

В.И.ХОДЫРЕВ, канд. техн. наук,  
Н.Д.ДОБОРОВЛЬСКИЙ (ММИ)

### ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ РОТАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ДЕФЕКТНЫХ СЛОЕВ МЕТАЛЛА

Дефектные слои металла при производстве литья и проката снимаются главным образом механической обработкой заготовок. Производительность таких процессов довольно низка, поскольку режущие инструменты работают в весьма неблагоприятных условиях (наличие корок, твердых включений и т.д.). Для подобных условий на кафедре "Металлорежущие станки и инструменты" Могилевского машиностроительного института созданы конструкции многолезвийных ротационных резцов с винтовыми режущими кромками, позволяющими в несколько раз повысить стойкость инструмента.

На рис. 1 показаны схемы обработки винтовыми ротационными резцами цилиндрических поверхностей. В случае, когда необходимо снять дефектный слой металла глубиной  $t$  со всей цилиндрической поверхности (рис. 1, а), следует применять цилиндрические винтовые резцы. Режущая часть такого резца представляет собой многозаходный червяк из инструментального материала. Ось режущей части наклонена на угол  $\epsilon$  к вектору скорости главного движения в направлении продольной подачи и в процессе точения вращается под действием сил резания. В работе одновременно находятся несколько витков режущей кромки, между которыми разделяется срезаемый припуск. За счет винтовой формы режущих лезвий их активные участки перемещаются в направлении оси режущей части при ее вращении. В результате создается циклическая прерывистость резания и обеспечивается кинематическое дробление стружки при любых условиях обработки. Винтовые ротационные резцы имеют целый ряд преимуществ перед известными чашечными резцами и позволяют значительно повысить производительность обработки, обеспечивая получение транспортальной и безопасной стружки.

Когда требуется удалить дефекты в виде наплывов металла, облоя и т.д., не нарушая при этом цилиндрическую поверхность диаметра  $D$  (рис. 1, б), следует применять глобoidные винтовые резцы. Режущая часть в этом случае выполняется в виде глобoidного червяка, причем, образующие глобоида должны совпадать с поверхностью детали. Деталь в сечении осевой плоскостью резца имеет форму эллипса, который в пределах угла  $\psi$  контакта резца с деталью хорошо описывается участком окружности с радиусом  $R_r$ . Глобoidные винтовые резцы позволяют значительно экономить металл, срезая только дефекты, искажающие цилиндрическую форму детали.

Для обработки внутренних цилиндрических поверхностей применяются бочкообразные винтовые резцы. Их режущая часть выполнена в виде круговой бочки, на боковой поверхности которой располагаются винтовые режущие кромки. Если требуется снять дефектный слой по всей цилиндрической поверхности отверстия, режущая часть должна иметь кривизну, большую, чем кривизна обрабатываемой поверхности. За счет этого срезаемый припуск будет распределяться между несколькими рабочими витками и процесс резания будет аналогичен обработке цилиндрическим винтовым резцом. При

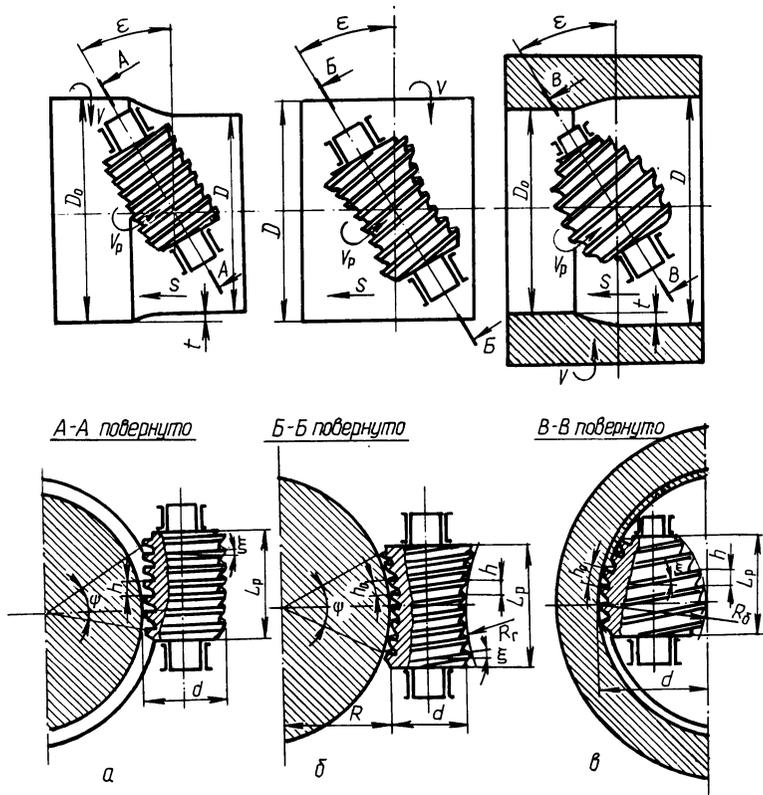


Рис. 1. Схемы обработки винтовыми ротационными резцами цилиндрических поверхностей

необходимости сохранить цилиндрическую поверхность неповрежденной и удалить только дефекты, искажающие ее форму, следует принять радиус  $R_6$  образующей бочки равным радиусу обрабатываемой поверхности в пределах угла контакта резца с деталью. В этом случае схема обработки негативно отображает схему обработки наружной цилиндрической поверхности глобидным винтовым резцом.

К конструктивным и геометрическим параметрам режущей части винтовых ротационных резцов относятся: наружный диаметр ( $d$ ); длина ( $L_p$ ); шаг ( $h$ ); число заходов ( $i$ ) и направление режущей кромки; форма канавки; угол наклона оси резца ( $\epsilon$ ); передний угол ( $\gamma$ ) и задний угол ( $\alpha$ ) рабочих витков.

Наружный диаметр режущей части следует выбирать минимально допустимым условиям жесткости и прочности державки и размерами подшипниковых узлов. При обработке деталей диаметром до 120...150 мм можно рекомендовать  $d = 40...45$  мм. Длина резца определяется углом его контакта с деталью ( $\psi$ ). Она должна быть достаточной для перекрытия снимаемого припуска и вывода из работы крайних неполных витков резца. При глубине резания  $t \leq 10$  мм достаточно  $L_p = 50...60$  мм. Шаг винтовой режущей кромки определяется необходимой толщиной рабочего витка и шириной стружечной канавки, объем которой должен быть достаточным для размещения срезаемой стружки, а форма должна обеспечивать хорошее стружкозавивание. Для указанных выше условий обработки можно принимать шаг  $h = 6...8$  мм. У глобидных и бочкообразных резцов постоянным сохраняется шаг по образующей режущей части  $h_o$ , а осевой шаг режущей кромки является переменной величиной.

Число заходов винтовой кромки ( $i$ ) позволяет регулировать процесс стружкодробления. Чем больше заходов, тем меньше время цикла резания и короче отделяемые элементы стружки. Обычно у винтовых резцов  $i = 2...4$ . Направление винтовой кромки определяется осевым перемещением ее активных участков. При наклоне оси резца по направлению подачи (см. рис. 1, а) витки правой винтовой кромки будут перемещаться сверху вниз, а левой — снизу вверх. Таким образом, в первом случае виток перемещается при срезании припуска от обрабатываемой поверхности к обработанной аналогично схеме попутного фрезерования, во втором — наоборот, от обработанной поверхности к обрабатываемой, как при встречном фрезеровании. При наличии поверхностных упрочненных слоев, корок и т.д. выгоднее с точки зрения стойкости резца левое направление кромки, а в остальных — правое.

Угол наклона оси резца имеет оптимальные значения в пределах  $\epsilon = 20...35^\circ$ . Он должен обеспечивать стабильное "самовращение" режущей части и свободный сход стружки.

Конструктивное оформление винтовых резцов можно рассмотреть на примере цилиндрических резцов (рис. 2). Резец имеет державку 10, выполненную в виде вилки. Режущая часть 5 расположена на оси 8, установленной в конических роликовых подшипниках 9 и 3 (рис. 2, а). Определенная герметизация подшипниковых узлов достигается с помощью экрана 6 и уплотнений 7 и 4. Осевой натяг в системе создается с помощью крышки 2 и регулируемой прокладки 1. Применение радиальных игольчатых подшипников (рис. 2, б) позволяет уменьшить габариты подшипниковых узлов. Осевая нагрузка

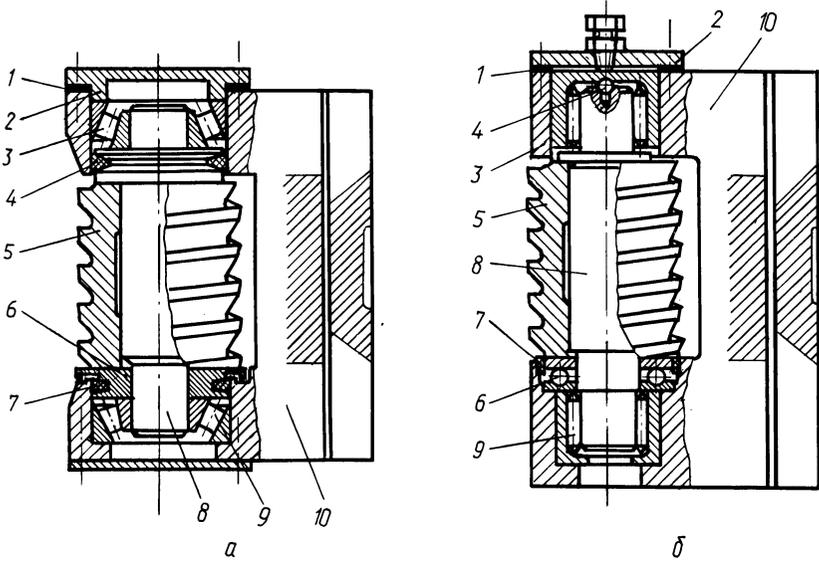


Рис. 2. Конструкции винтовых резцов с цилиндрической режущей частью

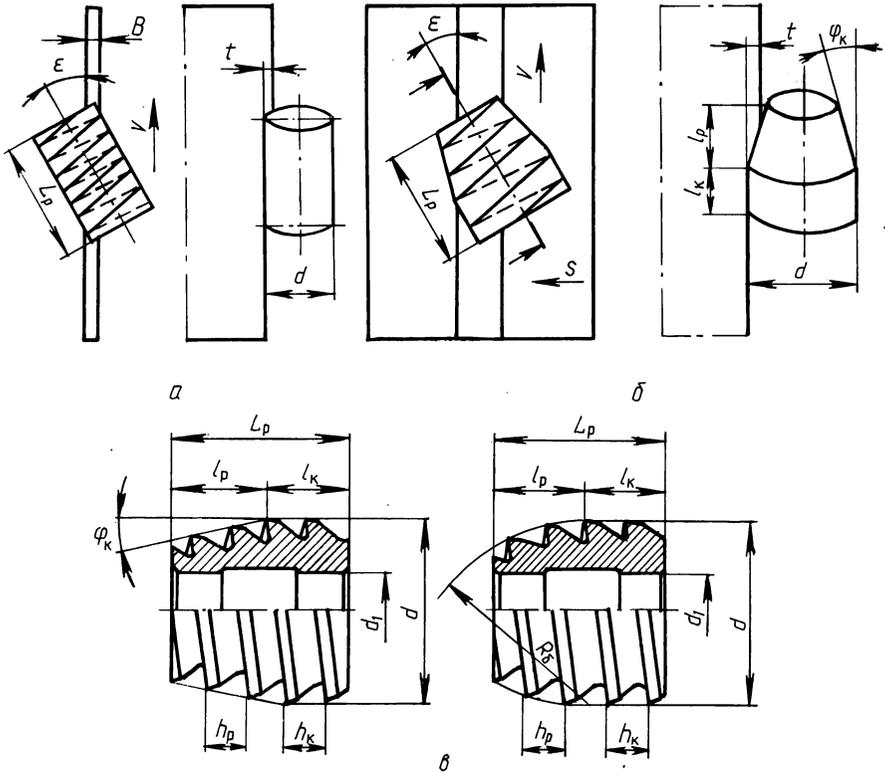


Рис. 3. Схемы обработки винтовыми ротационными резцами плоских поверхностей и конструкции режущих частей для них

воспринимается в этом случае упорным подшипником 6. Державка 10 имеет хвостовик в виде ласточкиного хвоста для закрепления в резовой головке. Если применяются универсальные токарные станки, хвостовик может быть стержневым под стандартный резцедержатель.

Цилиндрическими винтовыми резцами можно также обрабатывать узкие плоские поверхности строганием или протягиванием (рис. 3, а). Например, можно с большой эффективностью строгать кромки листов и полос при  $B \leq 20$  мм. Ось реза в этом случае также наклоняется на угол  $\epsilon$  к вектору скорости главного движения. Наибольшая эффективность достигается при установке винтовых резцов в головках непосредственно на прокатном стане и при протягивании кромки полосы или листа в процессе прокатки.

Винтовые резцы для строгания плоских поверхностей большой ширины (рис. 3, б) должны иметь заборную (режущую) и калибрующую части. Режущая часть может быть выполнена в виде конуса с углом  $\varphi_k$  или круговой бочки с радиусом образующей  $R_6$  (рис. 3, в). Режущая часть имеет несколько рабочих витков, между которыми распределяется срезаемый припуск. Калибрующая часть, предназначенная для уменьшения шероховатости обработанной поверхности, выполняется цилиндрической и располагается так, что ее образующая совпадает с обработанной плоскостью. Число витков калибрующей части  $n_k = 2 \dots 3$ .

Винтовые ротационные резцы с заборной частью можно применять и для торцового фрезерования поверхностей. В этом случае 6–12 резцов располагают на торце фрезы под углом  $\epsilon$  к вектору скорости главного движения. Форма и конструктивно-геометрические параметры резцов аналогичны строгальным (рис. 3, в).

Режимы обработки винтовыми ротационными резцами, как и при традиционной резании, зависят от многих параметров: свойств обрабатываемого материала, материала режущей части и пр. При равном периоде стойкости с обычным призматическим резцом винтовой ротационный резец позволяет за счет увеличения скорости резания и подачи повысить производительность обработки в 2–3 и больше раза.

УДК 539.3 + 621. 9

А.Е. КРУШЕВСКИЙ, канд. техн. наук (БПИ)

## АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕРНА ШЛИФОВАЛЬНИКА В ОБЛАСТИ СОЕДИНЕНИЯ ЕГО СО СВЯЗКОЙ

Для надежной работы шлифовально-копировальных инструментов необходимо обеспечить прежде всего прочность соединения зерна со связующим материалом. Особенно важное значение это условие приобретает для процесса шлифования при обработке оптических стекол, где применяются шлифовальники с алмазными связанными зернами. Наибольшую опасность представляет собой явление разрушения прочности соединения зерна со связующим материалом (связкой), т.е. выпадение зерен из шлифовальных инструментов.