

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РОТАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Среди различных методов упрочнения и восстановления деталей машин известна и широко применяется в промышленности технология газопламенного напыления на рабочие поверхности деталей износостойких покрытий из порошков самофлюсующихся сплавов ПГ-СР (ГОСТ 21448-75; ТУ 14-1-3795-85).

Химический состав этих материалов отличается высоким содержанием никеля, хрома, бора, кремния, что обуславливает их высокую твердость, износостойкость и одновременно низкую обрабатываемость резанием. Различные виды обработки резанием используются как финишные операции для удаления дефектного поверхностного слоя, образующегося после напыления, толщина которого может достигать 1,0-1,5 мм.

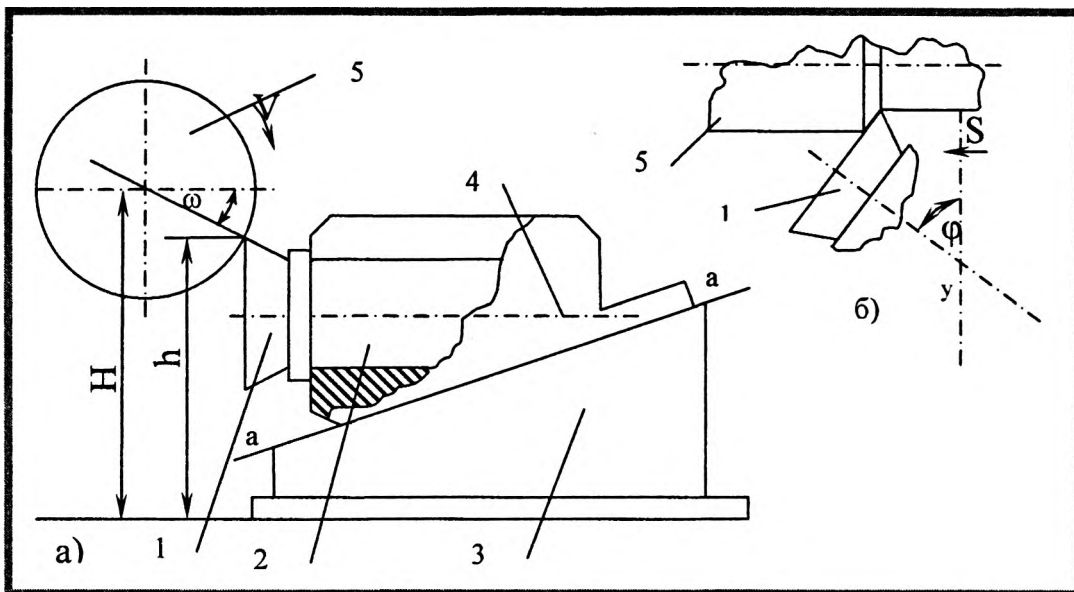


Рис. 1. Компонновка одноповоротного резцедержателя (а) и его установка в горизонтальной плоскости (б) на угол  $\varphi$  (обратная схема резания)

При точении хромоникелевых покрытий наибольшую стойкость обеспечивают резцы, оснащенные СМП из твердых сплавов группы ВК. При режимах резания  $V = 0,4 \dots 0,7$  м/с,  $S = 0,1 \dots 0,3$  мм/об,  $t = 0,4 \dots 0,7$  мм стойкость инструмента не превышает 10...15 мин, а при твердости покрытий свыше 55 HRC применение стандартных твердосплавных резцов становится практически невозможным.

Одним из важных резервов решения проблемы обрабатываемости износостойких покрытий заложен в использовании ротационного резания, позволяющего в десятки раз повысить стойкость инструмента или в несколько раз увеличить производительность обработки с одновременным обеспечением высокого качества обработанной поверхности [1-4].

При реализации ротационного резания важным этапом является выбор схемы установки режущей части инструмента относительно обрабатываемой поверхности и конструкции его подшипникового узла. Значительная неравномерность припуска на обработку, а также высокие значения физико-механических свойств материала порошковых износостойких покрытий определяют повышенные требования к жесткости подшипниковых узлов. Используемые в них подшипники качения должны обладать достаточно большими размерами и высокой несущей способностью для обеспечения безвибрационного устойчивого резания при относительно больших статических и динамических нагрузках. Размещение ротационного резца с достаточно развитым и жестким подшипниковым узлом и обеспечение устойчивого самовращения режущей чашки в широких диапа-

зонах изменения технологических параметров обеспечивает использование второй геометрической схемы ротационного резания [5].

Использовался специальный одноповоротный резцедержатель ротационного резца, установленный на токарно-винторезном станке мод. 1А620 вместо штатного резцедержателя (рис. 1). Специальный резцедержатель состоит из основания 3, на наклонной плоскости «а-а» которого закрепляется ротационный резец 2. Для регулирования угла  $\omega$  установки режущей чашки 1 относительно оси обрабатываемой заготовки 5 предусмотрена возможность перемещения корпуса 4 по базовой плоскости «а-а» и соответствующего изменения высоты  $h$  точки касания режущей чашки 1 с заготовкой 5 диаметром  $D$ . Высота  $h$  рассчитывается из геометрических соображений по формуле:

$$h = H - \frac{D}{2} \sin \omega, \quad (1)$$

где  $H$  - высота центров станка,  $\omega$  - угол установки резца в вертикальной плоскости.

Ротационный резец для обработки упрочняющих покрытий (рис.2) отличается повышенной жесткостью, что обеспечивается установкой в корпусе 2 двух рационально-упорных подшипников 3 в самой нагруженной, передней опоре шпинделя 6. На его конце закреплена режущая чашка 1 (пластина формы 12050 ГОСТ 25403-83 из твердого сплава ВК6. Наружный диаметр режущей чашки равен 46 мм, который после переточек уменьшался до 35 мм.

Задняя опора содержит один радиально-упорный подшипник 7. Между наружными и внутренними кольцами подшипников 3 и 7 установлены распорные втулки 4, 5, создающие предварительный натяг в подшипниках.

Для охлаждения подшипникового узла и возможного подвода СОТС на рабочие поверхности режущей чашки 1 в осевом отверстии шпинделя 6 находится штуцер 9, закрепленный в крышке 8. В качестве СОТС при «сухом» резании может быть использован воздух из цеховой пневмосети.

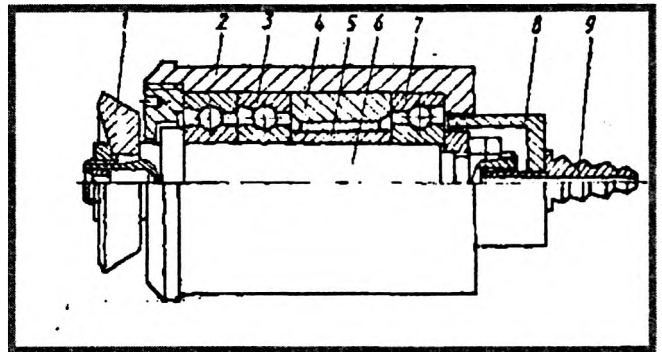


Рис. 2. Ротационный резец повышенной жесткости с внутренним подводом СОТС

Известно [1], что при ротационном резании вследствие обновления активного участка режущего лезвия инструментальный материал находится в условиях непрерывного изменения тепловых и силовых нагрузок, что напоминает условия фрезерования. Поэтому применение СОТС в виде жидкости, подаваемой в зону резания, интенсифицирует процесс термоусталостного износа твердых сплавов. В связи с этим целесообразнее использовать смазывающие пластичные среды, снижающие коэффициент трения на рабочих поверхностях инструмента. Это способствует снижению шероховатости обработанной поверхности на 12-20% и интенсивности колебаний ротационного резца до 30% [2].

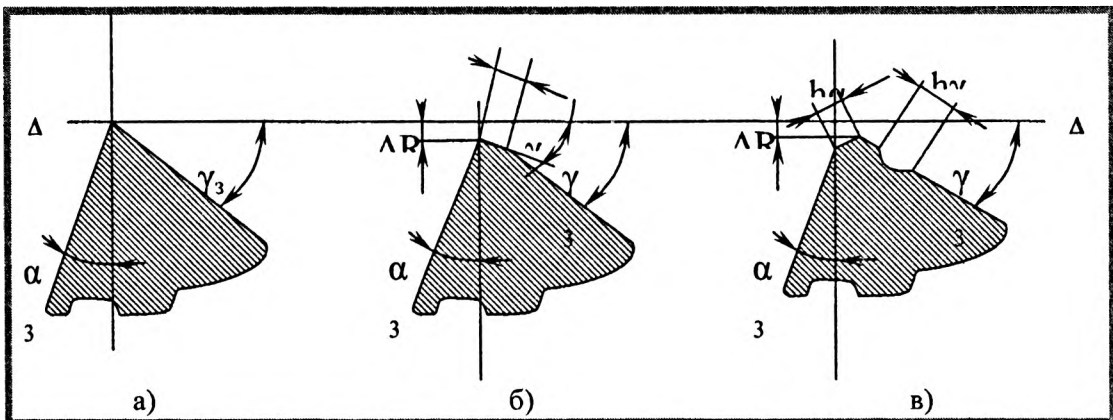


Рис. 3. Развитие износа рабочих поверхностей ротационного резца: а) резец после заточки б) образование площадки износа  $h_\gamma$  с углом  $\gamma_n$  по передней поверхности,  $\Delta R$  – уменьшение радиуса режущей кромки; в) возникновение лунки  $h_n$  на передней поверхности и площадки  $h_\alpha$  по задней поверхности

Для изучения обрабатываемости износостойкого порошкового покрытия ПГ-СР-ОМ (твёрдость – до 48HRC) ротационным резцом и характера износа его рабочих поверхностей обтачивались детали в виде валиков диаметром 34 мм и длиной 95 мм. На поверхность деталей предварительно наносились покрытия газопорошковой наплавкой с применением ацетилен-кислородного пламени газовых горелок типа ТЕНА-ГН-ПМ. Режим резания при ротационном точении ( $V = 2$  м/с,  $S = 0,3$  мм/об) обеспечивал более чем 4-х кратное увеличение производительности по сравнению с общепринятым режимом резания для стандартных призматических резцов ( $V = 1$  м/с,  $S = 0,14$  мм/об). Глубина резания в обоих случаях была  $t = 0,25$  мм. При использовании призматического резца его катастрофический износ наступал после достижения длины резания 7-12 мм, что соответствовало 5-10 м пути резания. Ротационный резец обрабатывал 10-12 деталей, или 400-500 м пути резания.

Таким образом, стойкость ротационного инструмента по сравнению с обычным традиционным при точении износостойких порошковых покрытий может быть повышена в десятки раз.

Изучение характера износа рабочих поверхностей ротационного резца на инструментальном микроскопе выявило ряд особенностей при обработке износостойких порошковых покрытий. Известно [1-3], что при обработке конструкционных сталей по физико-механическим свойствам, близким к стали 45, при малых глубинах резания и подачах износ ротационных резцов, как и призматических, происходит преимущественно по задней поверхности. Для ротационного инструмента этот факт обусловлен и более высокой скоростью трения задней поверхности относительно поверхности резания по сравнению со скоростью перемещения стружки по передней поверхности. Риски на передней и задней поверхностях свидетельствуют об абразивном характере износа.

При точении ротационными резцами износостойких порошковых покрытий изнашивание рабочих поверхностей инструмента отличается преимущественным износом по передней поверхности (рис. 3). Первоначально на обеих рабочих поверхностях инструмента появляются блестящие полосы, более отчетливые на передней поверхности. Затем полости на передней поверхности превращаются в риски, микроканавки, направление которых перпендикулярно к режущей кромке, что свидетельствует о переходе при ее самовращении к схеме прямоугольного резания и абразивном виде изнашивания передней поверхности. На задней поверхности заметны изъёмы, характерные для адгезионного износа. Фаска износа по передней поверхности появляется первой и растёт до определенной величины  $h\gamma$  (рис.3,б) без образования фаски  $h\alpha$  по задней поверхности. Последняя, по-видимому, образуется, но интенсивность роста фаски  $h\gamma$  значительно выше и поэтому фаска на задней поверхности “съедается” с образованием новой режущей кромки с уменьшенным диаметром (на  $2 \Delta R$ ). В дальнейшем на передней поверхности появляется и начинает развиваться лунка (рис.3,в), одновременно фиксируется развитие фаски  $h\alpha$  по задней поверхности. Установленный характер и развитие износа по рабочим поверхностям ротационного резца затрудняет выбор критерия затупления на основе измерения  $h\alpha$  и  $h\gamma$ . В связи с этим в производственных условиях целесообразно использовать технологический критерий затупления, выражающийся в резком увеличении шероховатости обработанной поверхности. Этот подход был экспериментально обоснован результатами испытаний, которые представлены на рис. 4.

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы:

1). Отмечено незначительное уменьшение шероховатости после обработки 2-ой детали, что можно объяснить нагревом подшипникового узла ротационного резца, уменьшением возможных зазоров в стыках и биения его режущей кромки.

2). Вплоть до 10-ой детали шероховатость обработанной поверхности изменяется в относительно узком диапазоне ( $R_a$  0,75 до 1,0 мкм), а после 11-ой детали резко возрастает. Для данных

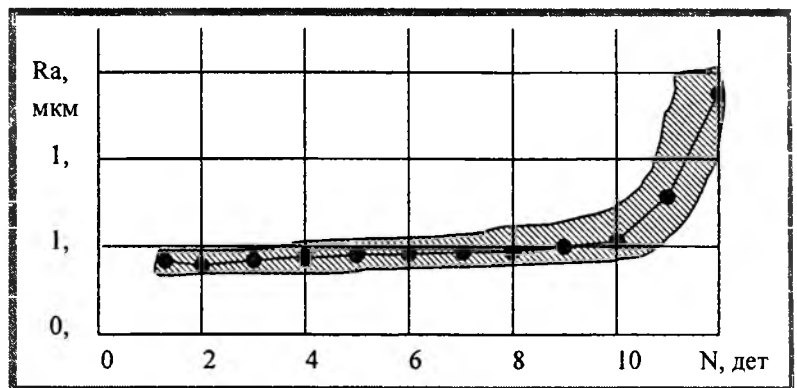


Рис. 4. Зависимость параметра шероховатости  $R_a$  обработанной поверхности от количества деталей  $N$  (заштрихованное поле – поле рассеивания значений  $R_a$ )

технологических условий суммарная длина резания (10-11 деталей), равная 950-1000 мм, может служить критерием затупления ротационного резца.

Рекомендации по выбору оптимальных конструктивно-технологических параметров ротационного точения износостойких порошковых покрытий из самофлюсующихся сплавов типа ПГ-СРЗ-ОМ твердостью до 48 HRC:

Геометрическая схема установки ротационного резца – вторая (одноповоротная).

Схема резания – обратная.

Конструкция подшипникового узла ротационного резца – повышенной жесткости с 2-мя радиально-упорными подшипниками в передней опоре (рис. 2).

Режущая чашка диаметром 46 мм (форма 12050 ГОСТ 25403-83 из твердого сплава группы ВК).

Угол установки оси резца:  $\varphi_y = 15^\circ$ ,  $\omega = 25^\circ$ .

Углы заточки режущей чашки ротационного резца:  $\gamma_\omega = 25^\circ$ ,  $\alpha_3 = 20^\circ$ , упрочняющая фаска на передней поверхности  $f = 0,1-0,3$  мм под углом  $\gamma_{cp} = 0 \dots 5^\circ$ .

Шероховатость рабочих поверхностей резца -  $R_a$  не более 0,30 мкм, радиальное и осевое биение режущей кромки не более 0,005...0,008 мм.

Режим резания:  $V$  – до 5 м/с,  $S = 0,3$  мм/об,  $t = 0,2$  мм. Подача на переднюю поверхность резца пластичной смазки на основе солидола с добавкой 2% дисульфида молибдена.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов Е.Г., Сидоренко В.А., Соусь В.В. Прогрессивные схемы ротационного резания металлов.- Мн: Наука и техника, 1972. г. 2. Ящерицын П.И., Борисенко А.В., Дривотин И.Г., Лебедев В.Я. Ротационное резание материалов. – Мн.: Наука и техника, 1987. 3. Шатуров Г.Ф., Мрочек Ж.А. Прогрессивные процессы механической обработки поверхностей. – Мн.: УП “Технопринт”. 2001. 4. Обработка износостойких покрытий /Под общей ред. Ж.А.Мрочека. – Мн.:Дизайн ПРО, 1997. 5. Лебедев В.Я Сидоренко В.А. Особенности ротационного точения стаеклопластиков. В сб. научных трудов “Машиностроение”, вып. 22., Минск, 2007.

УДК. 94. 084

*Дечко Э.М., Гутфрайнд О.А., Денисович М.И.*

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

*Белорусский национальный технический университет  
Представительство фирмы ISCAR, Минск*

Современное развитие машиностроения в условиях глобализации и конкуренции непосредственно связано с повышением требований к металлорежущему оборудованию, с применением новых технологий, обеспечивающих высокие производительность обработки и износостойкость инструментов, точностные параметры изделий, надежность и долговечность деталей машин и механизмов.

В последние годы в Беларуси значительно увеличился парк высокоскоростных станков, что потребовало применения инструментов со сменными твердосплавными пластинами, работающих на высоких режимах резания.. На белорусском рынке присутствует продукция фирм Sandvik Coromant, Швеция, Sandvik-MKTC; ISCAR, Израиль; SECO, Швеция; PRAMET, Чехия; MITSUBISHI CARBIDE, Япония. Новая компания на рынке республики -- «Taegu Tec», Корея. Из российских производителей максимальные объемы поставок твердосплавного инструмента осуществляет Кировоградский завод твердых сплавов.

Одна из проблем при покупке современного инструмента -- это его цена, которая обычно выше цены отечественного. Однако следует учитывать показатель «Цена-Качество» и что стоимость инструмента в конечном счете составляет 3...5% от себестоимости готовой продукции. При правильном выборе инструмента и режимов резания сокращается время на обработку, значительно увеличивается объем снимаемой стружки в единицу времени, исключаются промежуточные операции, время на переустановку износившегося инструмента, повышается качество обработанной поверхности.