

Шеров К.Т., Ходжибергенев Д.Т.

## РОТАЦИОННЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

K.T. Sherov, D.T. Khodzhibergenov

### ROTARY METHOD TREATMENT DETAILS

УДК: 621.91.01

*Обоснован метод многолезвийной ротационной обработки, сочетающий в себе поверхностно-пластическое деформирование снятием стружки. Принцип прогрессивности - многолезвийность позволяет предусматривать в конструкции инструмента черновые, чистовые и калибрующие режущие кромки, что способствует получению весьма качественной обработанной поверхности с повышенными механическими свойствами и точностью геометрических размеров требуемых пределов.*

*The method of rotational processing with several cutting edges combining in superficial - plastic deformation by removal a shaving is proved. The principle of progressiveness is many edges allowing providing in a design of the tool draft, fair and calibrating cutting kромки, that promotes reception of the rather qualitative processed surface with the raised mechanical properties and accuracy of the geometrical sizes required limits.*

Механическое взаимодействие режущего инструмента с заготовкой характеризуется опережающим обновлением обрабатываемой поверхности по отношению к рабочим поверхностям инструмента, что и приводит к их интенсивному износу.

Традиционные методы [1] механической обработки работают на принципе скольжения между его режущей частью, сбегавшей стружкой и обработанной поверхностью [4]. Скорость относительного скольжения в значительной мере определяет как энергетические затраты на осуществлении процесса [2], так и стойкость инструмента, качество обработанной поверхности. Вместе с тем уменьшение скорости относительного скольжения в контактных зонах инструмента с обрабатываемым материалом может быть достигнуто заменой скольжения, при их взаимодействии, на качение.

Схемы резания, обеспечивающие замену, в той или иной мере, скольжения в контактных зонах на качение, отличаются наибольшей эффективностью. Резание металлов с заменой скольжения на качение и осуществляющие этот процесс инструменты названы ротационными, поскольку реализация качения при взаимодействии рабочих поверхностей инструмента с обрабатываемым материалом переводит резание в класс ротационной обработки [3].

В теории обработки резанием общепризнано, что трение скольжения играет главенствующую роль в процессе износа режущего инструмента. Именно на этой основе базируется современная теория износа и стойкости инструмента [5, 6]. Очевидно, что для повышения его износостойкости следует создать условия, при которых кинематическое трение в контактных зонах будет минимальным.

В работах [1, 2, 3] и др. исследованы процессы ротационной обработки резанием, которые обеспечивают обновление также контактных поверхностей инструмента. Исследования позволили определить

условия, при которых осуществляется частичная замена трения скольжения на трение качения в контакте инструмента и заготовки, что и обеспечивает повышение стойкости инструмента.

Ротационное резание сопровождается увеличением длины режущего лезвия, участки которого периодически участвуют в съеме припуска с заготовки и, следовательно, охлаждаются вне зоны резания, что также способствует резкому повышению стойкости ротационного инструмента.

Одной из основных задач промышленности является широкое развитие техники и технологии, обеспечивающих высокую производительность и качество изделий. Это прежде всего относится к изготовлению деталей и изделий различного назначения, в том числе из труднообрабатываемых сталей и сплавов, характеризующихся высокой трудоемкостью и себестоимостью, как основных операций механической обработки (точение, фрезерование и др.), так и отделочно-зачистных (удаление заусенцев, полирование и др.). Поэтому в различных отраслях промышленности ведутся широкие исследования с целью совершенствования существующих методов обработки, ищутся и разрабатываются новые высокопроизводительные технологические процессы формообразования и финишной обработки деталей.

Ротационные инструменты представляют собой подшипниковые узлы с круглыми режущими элементами, крепление корпуса подшипникового узла к державке образует ротационный резец, установка подшипниковых узлов в круглом корпусе представляет собой ротационный резец.

Отличительной особенностью, сущностью ротационного резания является вращение режущего элемента в подшипниковом узле под действием сил резания при сохранении других основных движений резания, т. е. скорости и подачи.

Теоретические исследования ротационного резания [1, 2] выявили его преимущества по отношению к резанию призматическими резцами:

- величина скорости трения скольжения круглого режущего лезвия при круговом движении при определенных технологических условиях не превышает скорость движения подачи; это снижает работу сил трения скольжения по износу режущих элементов и повышает стойкость ротационных инструментов на несколько порядков;

- тангенциальная составляющая силы резания создает для режущей чашки крутящий момент, снижая тем самым свою работу по износу режущего лезвия путем его обновления в рабочей зоне;

- выявлены взаимосвязи между силами сцепления, скольжения и качения (или проскальзывания).



Рис. 1. Многолезвийный ротационный резец.

На рисунке 1 представлен ротационный режущий инструмент, содержащий универсальную оправку, предназначенную для обработки тел вращения и устанавливаемую в резцедержатель токарного станка наряду с обычными призматическими резцами.

Ротационный режущий инструмент работает следующим образом. Режущие элементы, с определенным углом установки  $\rho$ , приводят в соприкосновение с обрабатываемой поверхностью заготовки. Взаимодействие тел (как пара качения) задней поверхности режущих элементов и поверхности обрабатываемой детали, придает самовращение режущим элементам. В процессе работы статический угол задней поверхности режущих элементов в кинематике достигают нулевого значения. Тогда кинематический коэффициент равняется единице, то есть процесс самовращения будет происходить равномерно. Замена трения скольжения на обкатывание по задней поверхности приводит к повышению стойкости инструмента, производительности и качества обработки, и точности геометрической формы, за счет геометрии режущих элементов.

Результаты проведенных исследований показали, что в условиях рационального построения схемы резания, механизм деформации иной, нежели в традиционных способах обработки. Изменяется направление плоскости сдвига (угол  $\beta$ ;) относительно передней поверхности инструмента. Это изменение позволяет практически минимизировать непосредственный контакт поверхностей инструмента с материалом, находящимся на этой плоскости.

Направление схода стружки  $V_{СТР}$  при ротационной обработке совпадает с главной скоростью резания, в то время как при традиционных схемах они практически направлены противоположно.

В процессе исследований разработана новая методическая возможность уточнения зависимости угла сдвига от геометрии инструмента за счет замены

трения скольжения на контактных поверхностях обкатыванием.

Обоснован метод многолезвийной ротационной обработки, сочетающий в себе поверхностно-пластическое деформирование снятием стружки. Принцип прогрессивности - многолезвийность позволяет предусматривать в конструкции инструмента черновые, чистовые и калибрующие режущие кромки, что способствует получению весьма качественной обработанной поверхности с повышенными механическими свойствами и точностью геометрических размеров в пределах 6<sup>7</sup> квалитетов при шероховатости  $R_a = 0,15... 0,5 \text{ мкм}$  за один проход с необработанной (черновой) поверхности.

- выявлены значения наиболее рациональной кинематической геометрии инструмента, позволившие повысить стойкость инструмента более чем в 10 раз и обеспечить снижение температуры в зоне резания на 300° - 400° С при сохранении показателя  $R_a < 0,6 \text{ мкм}$ ;

- уточнена роль переднего угла инструмента и процессов трения на контакте стружка - инструмент, на коэффициент усадки стружки  $k$  (практически реализовано управление этим коэффициентом от 2,5 до 1).

Многолезвийная ротационная обработка позволяет достичь требуемого качества обработанной поверхности, исключив при этом необходимость применения абразивной обработки. Это избавит от "шаржирования" (от заражения обработанной поверхности мелкими частицами абразивного инструмента, которые впоследствии прикрепляются к поверхности), что отрицательно сказывается на износостойкости обработанной детали в процессе эксплуатации ее в узлах машин. Особенно важным является этот момент для подвижных соединений. Многолезвийная ротационная обработка может быть реализована на токарном, строгальном и фрезерном станках.

Технологические возможности способа.

1. На режимах черного и получистого точения:
  - скорость резания  $V = 50-200 \text{ м/мин}$ ;
  - подача  $S = 0,2-1,2 \text{ мм/об}$ ;
  - глубина резания  $t = 0,1-5 \text{ мм}$ .

При этом возможно за один проход получить шероховатость поверхности до  $R_a < 0,6 \text{ мкм}$ .

2. Стойкость режущего инструмента  $T$  в сравнении с традиционным точением увеличивается в 30 и 50 раз

3. Температура в зоне резания снижается на 300-350° С в сравнении с подобным традиционным резанием.

4. Возможна комбинированная обработка непосредственно в процессе резания, т.е. реализация поверхностного пластического деформирования, упрочнения и выглаживания.

Исключаются вибрации, возникающие из-за резкого колебания сил резания при врезании и выходе зубьев фрезы. Это позволяет весьма значительно улучшить такие показатели качества поверхности как плоскость и шероховатость. Легко достигается

удовлетворительное качество поверхности по этим показателям даже при обработке очень вязких материалов. К примеру, алюминиевые, сложнoleгированные, жаростойкие сплавы, титан и его сплавы.

Образующаяся стружка во время обработки сходит строго в одном направлении.

Вышеуказанные результаты исследования доведены до цеховых испытаний и могут быть предложены для внедрения в производство.

На уровне лабораторных испытаний получены результаты по обработке валов, отверстий и торцевых поверхностей. Анализ результатов показывает на возможность получения при самых несимметрических прогнозах цеховых испытаний, значительно сократив капитальные затраты, достигнуть 7 + 9 квалитетов и точности при  $R < 0,5$  мкм.

Направление дальнейших исследований: совершенствовать конструкции инструментов и инструментальной оснастки, изучать возможности применения при черновой обработке (доведения до  $t = 8-10$  мм), регулирования степени и глубины наклёпа при

упрочнении за счет режимов резания, а также обработка строительных камней.

#### Литература:

2. Коновалов Е.Г., Сидоренко В.А., Соусь А.В. Прогрессивные схемы ротационного резания металлов. Минск «Наука и техника» 1972, - с. 272
3. Коновалов Е.Г., Сидоренко В.А. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхности. Минск, 1968. - с. 282
4. Ящерицин П.И., Борисенко а.В., Дривотин И.Г., Лебедев В.Я. Ротационное резание материалов - Мн. «Наука и техника». 1987.- с. 229
5. Turning - with positively driven rotary cutting tool. Masuda Masahiro, Kasei Suzumu. «Bull. Fac. Eng. Tokushima Univ». 1983, 20 с. 57 - 67 (англ.).
6. Одинцов П.Г., Дзегиленок В.Н. Основные направления совершенствования методов поверхности пластического деформирования. М., 1990.
7. Лещинер Я.А., Свирицкий Р.Н., Ильин В.В. Лезвийные инструменты их сверхтвердых материалов. Киев «Техника» 1981. - с. 120

**Рецензент: д.т.н., профессор Серманизов С.С.**