

Особенность конструкции комбинированных инструментов, последовательно осуществляющих процессы обработки отверстия и резбифрезерования, состоит в том, что наружный диаметр части, производящей сверление или растачивание отверстия, больше или равен наружному диаметру резбифрезерующей части. К достоинствам данной группы методов можно отнести возможность обработки одним инструментом ОСП разных диаметров с резьбой одного шага и повышение производительности за счет увеличения количества одновременно обрабатываемых витков резьбы. Недостатками являются необходимость обеспечения стружкоотвода при сверлении, что ограничивает число зубьев в одном режущем кольце, и большой расход инструментального материала.

Суммируя проведенный выше анализ конструкций комбинированных инструментов и методов изготовления ОСП с резьбой, основанных на методах сверления и резбифрезерования, можно указать следующие их основные конструктивные и технологические достоинства:

- возможность изготовления одним типоразмером инструмента ОСП с резьбой разного диаметра и одного шага (для однозубых инструментов возможно изготовление одним инструментом отверстий с резьбой разного диаметра и разного шага);
- получение фаски произвольной формы на торце ОСП;
- изготовление одним инструментом ОСП с пра-

вой и левой, однозаходной и многозаходной резьбой (вывод основан на анализе технологических возможностей резбовых фрез);

– присущая процессу фрезерования мелкая стружка, легко отводимая из зоны резания, облегчает процесс изготовления ОСП;

– возможность замены комплекта инструментов, необходимых для изготовления ОСП (как правило, сверло, зенкер и метчик);

– получение резбового отверстия за один технологический переход как в подготовленном отверстии, так и в сплошном материале.

Существенным ограничением в применении комбинированных инструментов с элементами сверла и резбовой фрезы в настоящее время может стать недостаточная оснащенность машиностроительных предприятий оборудованием, способным обеспечить обработку одновременно по трем координатам.

Производственные испытания образцов сверло-резбифрез показали большую перспективность применения этих инструментов для изготовления ОСП с резьбой при замене традиционной схемы обработки таких отверстий сверлом, зенковкой и метчиком.

Таким образом, проведенный обзор выявил новый класс комбинированных инструментов для обработки ОСП, которые обладают большими преимуществами и способностью к применению, чем инструменты на основе комбинации осевых инструментов с метчиком, применяемые до настоящего времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвиненко А.В., Мальков О.В. Выбор наружного диаметра резбовой части сверло-резбифрезы // Вестник МГТУ. Машиностроение. 1997. № 3. С. 78.
2. Трудов А.А., Комаров П.Н. Высокопроизводительный резбифрезерующий инструмент. М.: НИИМаш, 1980. 64 с.
3. Древалъ А.Е., Булахов П.Д., Литвиненко А.В. Разработка комбинированных резбифрезерующих инструментов // Новые технологии, оборудование, оснастка и инструменты для механической обработки и сборки: Матер. семин. / «Знание». Моск. дом науч.-техн. проп. М., 1990. С. 153-156.

УДК 621.7.011

Об особенностях выбора схемы резания при многолезвийной ротационной обработке

И.К. КУШНАЗАРОВ, к.т.н., доцент, зав. кафедрой ТМ, Навоийский государственный горный институт, Узбекистан,

К.Т. ШЕРОВ, д.т.н., профессор кафедры ТМ, КарГТУ,

В.Ф. ШВОЕВ, к.т.н., доцент, КарГТУ,

Б.Т. МАРДОНОВ, к.т.н., проректор по профессиональным колледжам и лицеям, Навоийский государственный горный институт, Узбекистан

Ключевые слова многолезвийная ротационная обработка, схема резания, угол установки, кинематика резания, схема установки, принудительное вращение инструмента.

Кафедрами технология машиностроения Карагандинского государственного технического университета и Навоийского государственного горного института выполняется совместный научный проект 15-

006 «Обоснование и разработка новых технологий ротационной обработки труднообрабатываемых материалов».

Применение многолезвийных ротационных инст-

рументов (МРИ) позволит не только интенсифицировать процесс обработки резанием, но и улучшить качество обрабатываемой поверхности.

Стремление добиться поставленных целей диктует необходимость подробного анализа возможных схем резания, результаты которого смогут облегчить обоснованный выбор наиболее рациональной схемы. В [1] предложены основные признаки, по которым можно классифицировать схемы резания при ротационной обработке. По множеству признаков можно различать ту или иную схему резания однолезвийным ротационным инструментом. Кроме того, эти же признаки присущи и схемам резания при многолезвийной ротационной обработке (МРО) [2]. В то же время, увеличение числа режущих лезвий может привести к появлению нового множества признаков. Рассмотрим их.

1. Прямая и обратная схема установки. В случае однолезвийного инструмента применение нашли обе схемы и, согласно [3], предпочтение в последнее время отдается обратной схеме. Такая схема, особенностью которой является наклон оси инструмента противоположно вектору подачи, приводит к тому, что резание осуществляется от обрабатываемой поверхности к обработанной. Так как установка инструмента относительно линии центров станка в любом положении (выше, ниже или на линии центров) по этой схеме обеспечивает положение условной вершины резца в конце активной части режущей кромки, то стружка сходит в противоположном вектору подачи направлении. Это обстоятельство, согласно [4], является достоинством этой схемы и при МРО превращается в недостаток. Стружка большого объема, снимаемая первыми лезвиями должна разместиться между срезающим ее лезвием и следующим за ним, что приводит к увеличению разделительных канавок, а значит, и шага лезвия. Если векторы подачи и вращения инструмента направлены в одну сторону (применяется при принудительном вращении), то вектор схода стружки

направлен противоположно им, что увеличивает работу трения скольжения по передней поверхности. У рассматриваемой схемы, при установке с достаточно большими углами скрещивания осей заготовки и инструмента, выявляется еще два недостатка. Первый заключается в том, что движение самовращения инструмента будет направлено противоположно вектору подачи, в результате чего потребляемая мощность привода инструмента должна быть увеличена на преодоление этого движения. Второй, наиболее действенный, заключается в том, что угол режущего клина приходится выполнять меньшим, чем при прямой схеме (сравним рисунок 1, а, б, в и остальные). Налицо потеря прочности режущего клина.

Прямая схема резания (рисунок 1,б), как это следует из анализа обратной схемы, является более оптимальной при МРО.

Особо следует отметить, что угол наклона оси инструмента не должен быть большим. При $\beta_v = 65-90^\circ$ направление схода стружки противоположно вектору окружной скорости заготовки, что резко увеличивает работу деформации. Желательно, чтобы векторы $V_{из}$, $V_{Д}$, $V_{смп}$, S были направлены в одну сторону, а угол между ними был бы минимальным. При $0 < \beta_v < 45^\circ$ по прямой схеме весьма удачно располагаются векторы $V_{из}$, $V_{Д}$, $V_{смп}$ – они направлены в одну сторону.

2. Первая и вторая схемы установки ротационного инструмента. Данные схемы определяют, какая из поверхностей инструмента будет выполнять роль передней поверхности. Таких поверхностей, прилегающих к режущей кромке, две. По расположению относительно оси ротационного инструмента их можно подразделить на 1 – в направлении радиальной плоскости и 2 – в направлении касательной (боковая поверхность). При обсуждении первого признака было показано, что прямая схема является более рациональной для МРО. Применение второй схемы установки приведет к расположению инструмента относи-

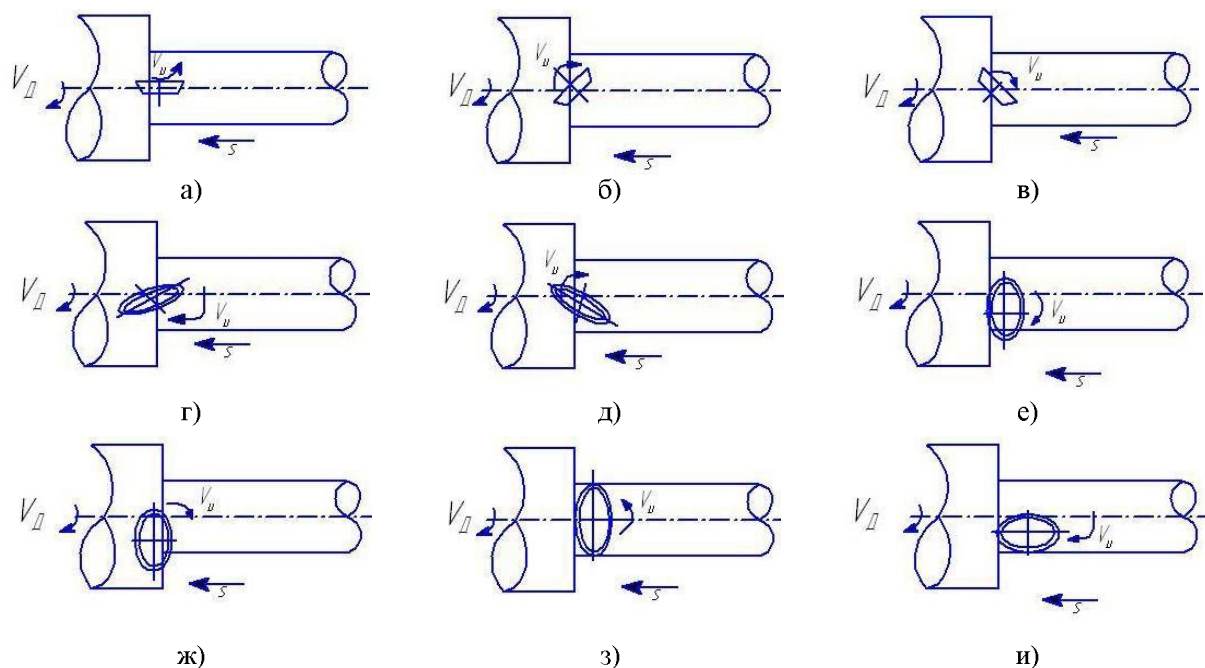


Рисунок 1 – Схемы ротационного точения по Е.Г. Коновалову

тельно детали и движений (рисунок 1, в), из которого следует, что резание в этом случае весьма затруднительно. Форма режущего клина такова, что клин работает больше на изгиб, передний угол получается отрицательным, при этом β – острый угол. Придать задний угол возможно только за счет поднутрения. Проблематичным становится использование твердого сплава. Все это является результатом того, что второй поворот оси МРИ практически невозможен. Кроме того, инструментальную оснастку приходится компоновать впереди инструмента, что сузит область применения способа обработки. Если же применить первую схему установки, получится схема, показанная на рисунке 1, б. Здесь конструкция инструмента существенно улучшится, инструментальную оснастку можно расположить справа от инструмента.

3. Одноповоротные и двухповоротные схемы установки оси МРИ.

Обзор литературных источников, описаний изобретений и патентов показал, что предпочтение при применении МРИ, как правило, отдается одноповоротной схеме. Но деление схем резания на одноповоротную и двухповоротную в нашем случае все же представляется необходимым. Более рационально подразделять многолезвийную ротационную обработку по движению совершающим режущим лезвием. В этом случае, в сравнении с однолезвийным, возможно появление дополнительных движений, не зависящих от расположения оси вращения инструмента.

4. С принудительным вращением или самовращающейся схемой.

В машиностроении при ротационной обработке применяются обе схемы. Автономное или связанное с кинематической цепью станка принудительное вращение инструмента применяется преимущественно для однолезвийного инструмента. При МРО, как правило, выбирается последняя схема с самовращением инструмента. Причиной того, что схема с принудительным вращением не нашла применения, является необходимость больших дополнительных энергетических и капитальных затрат, так как принудительное вращение инструмента непременно обуславливает наличие разницы скоростей обрабатываемого изделия и снимаемой стружки со скоростью инструмента. Вследствие этого по контактным поверхностям инструмента интенсифицируется процесс трения скольжения. Увеличение же числа режущих лезвий приводит к весьма заметному росту суммарной работы трения. Кроме того, если при обработке МРИ требуется снять за один проход инструмента большую глубину резания, то необходимо увеличить мощность привода. Последнее относится к случаю применения однолезвийного ротационного инструмента. Принципиально более предпочтительна схема с самовращением инструмента. Выбор такой схемы, кроме уменьшения расходуемой мощности, обеспечивает большую жесткость технологической системы ввиду того, что принудительное вращение инструмента предопределяет введение дополнительного (сложного по конструкции) звена в эту систему. Собственно и для однолезвийного инструмента принудительное вращение должно применяться только в тех процес-

сах, где затруднено обеспечение стабильного его самовращения.

Рассмотренные признаки классификации, указанные в работе [5], недостаточно полно отражают кинематические разновидности МРИ. Необходимо, на наш взгляд, дополнительно внести еще два признака:

5. Имеющие или не имеющие движение режущей кромки вдоль оси вращения инструмента.

6. По подаче: с продольной или радиальной подачей инструмента в процессе обработки.

Введение пятого признака обосновывается следующим: при ротационной обработке применяются инструменты, режущая кромка которых не является плоской (в радиально относительно их оси вращения сечения). Они могут быть наклонные, винтовые или сложные пространственные кривые (1, 2, 3 и т. д.). Такие инструменты могут устанавливаться как на одно-, двухповоротные схемы, так и без поворотов оси инструмента. При вращении инструмента такие режущие кромки могут обеспечивать: соответствующие изменения режущих углов в кинематике, дробленые стружки или возможность работы с подачами, не параллельными к оси X заготовки. Кроме того, такая пространственная режущая кромка выполняется при обработке поверхностей, имеющих периодический рельеф. При вращении точки, лежащие на режущей кромке (кромках при МРО), перемещаются вдоль оси инструмента и характер перемещений зависит от формы режущей кромки. Они могут быть в одном направлении или возвратно-поступательными. В сочетании с движением подачи траектория каждой точки является пространственной кривой.

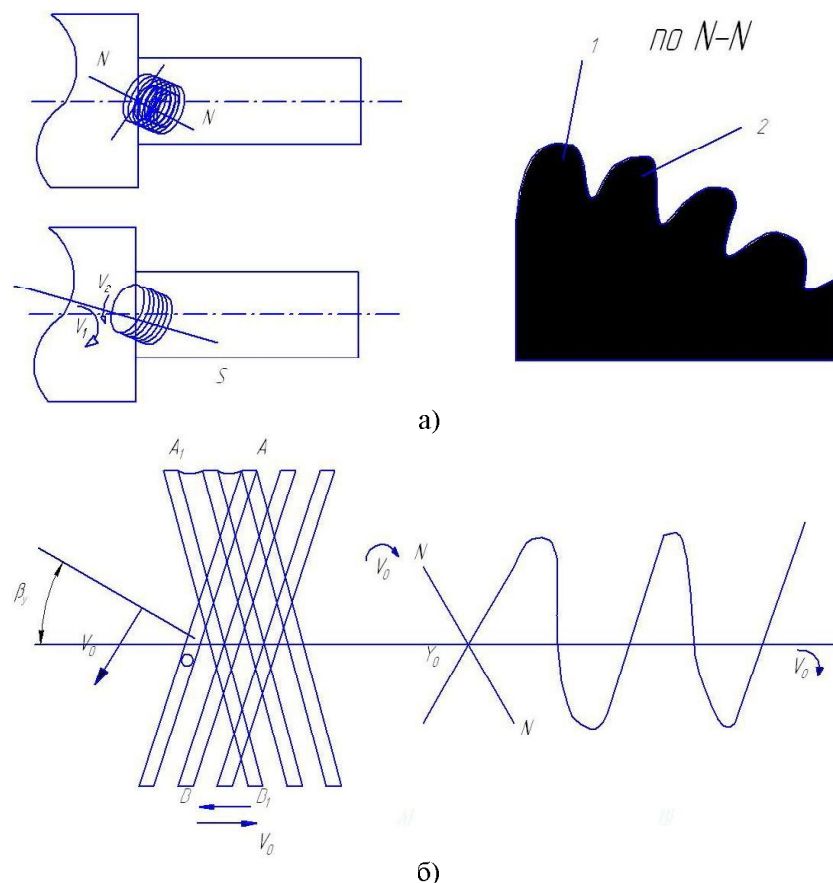
Примеры таких режущих кромок приводятся на рисунке 2 а, б.

В схеме на рисунке 2, а ось режущей кромки выполнена с таким наклоном относительно оси вращения инструмента, что угол между ними равен β . При вращении точки, лежащие на кромке АВ, кроме точки 0, совершают возвратно-поступательное движение. Точки режущей кромки, показанной на схеме «б», перемещаются в одном направлении U_0 .

Что касается выбора таких схем, то их следует выбирать только при необходимости, в особых случаях, так как вследствие сложной формы режущей кромки инструмент оказывается не технологичным при изготовлении и его заточке. Шестой признак, касающийся направления подачи при обработке, во многом определяет кинематику резания при выборе схем резания по предыдущим пяти признакам. Так как не все эти схемы можно реализовать, если изменить направление подачи инструмента. Особенно это касается МРИ.

Кроме указанных выше признаков при классификации схем резания их можно разделять еще по виду обработки: токарные, строгальные, фрезерные, расточные. Мы не выделяли этот признак потому, что схемы резания не будут особенно отличаться при смене вида обработки. Разница лишь в форме обрабатываемой поверхности.

Если обобщить полученные результаты при рассмотрении различных схем МРО, можно сделать следующие **выводы**:



а – схема прямого резания режущей со второй схемой установки при МРО;
 б – схема инструмента с кромкой, имеющей осевое перемещение
 Рисунок 2 – Схемы резания

– прямая схема резания при МРО является более предпочтительной, при этом угол поворота в направлении подачи не рекомендуется выбирать более 45° ;

– первая схема установки обладает целым рядом достоинств при МРО, по сравнению со второй;

– при МРО назначение первой схемы установки с прямой схемой резания, по сравнению с другими комбинациями, несомненно, дает ощутимые преимущества. Поэтому выбор именно этой схемы представляется более логичным;

– при МРО, как правило, схема одноповоротная. Результата, полученного за счет второго поворота, можно более легко достичь соответствующим конструктивным решением МРИ:

а) выбор схем, соответствующих назначениям, направлениям движений и их режимов, обеспечивающий устойчивое самовращение МРИ за счет сил, возникающих при резании, представляется более экономичным. Обеспечение при этом равенства окружных скоростей точки обрабатываемого материала с режу-

щей кромки позволяет увеличить стойкость инструмента, уменьшить значение термомеханической нагруженности зоны резания и улучшить показатели качества обрабатываемой поверхности.

б) при выборе принудительного вращения МРИ скорость вращения его должна быть на 1-2 порядка больше скорости детали и направление этих скоростей необходимо выбрать противоположным. Такая схема обеспечивает снижение температуры режущей кромки и увеличит размерную стойкость инструмента. Комбинация этой схемы со способами управления свойствами обрабатываемого материала в зоне резания наиболее рациональна:

– схема с перемещением кромок МРИ вдоль ее оси может быть назначена в особых случаях или в финишных операциях;

– схема с радиальной подачей МРИ может быть применена в узкой области. При необходимости обосновать из экономических или технологических позиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коновалов Е.Г., Сидоренко В.А., Соусь А.В. Прогрессивные схемы ротационного резания металлов. Минск: Наука и техника, 1972. 272 с.
2. Купназаров И.К., Шеров К.Т., Мардонов Б.Т. Новый способ многолезвийной ротационной обработки // Междунар. науч. жур. «Поиск» МОН РК (серия технические науки). Алматы: Изд-во МОН РК, 2002. № 2. С. 251-256.
3. Дерганов Б.С. Роликовый вращающийся резец // Машиностроитель. 1966. № 10. С. 49-52.
4. Борисенко А.В. и др. Ротационное резание материалов. Минск: Высшая школа, 1979. 214 с.
5. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. М.: Высшая школа, 1956. 279 с.