

К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КАНАВОЧНЫХ И ОТРЕЗНЫХ РЕЗЦОВ

В. А. Залоза, д-р техн. наук;

О. В. Чертихин, аспирант,

Сумский государственный университет, г. Сумы

В работе проведен анализ проблем, сдерживающих повышение производительности отрезания и обработки канавок различных форм точением. Выполнен анализ преимуществ и недостатков модульных систем и державок фирм-производителей режущего инструмента. Выполнен анализ современных технических решений по совершенствованию рассматриваемых процессов.

Ключевые слова: *отрезной резец, канавочный резец, выбор резца, операция отрезки, обработка канавок.*

ВВЕДЕНИЕ

Постоянной тенденцией современного машиностроения является непрерывное повышение его производительности и качества выпускаемой продукции, что определяет необходимость поиска путей совершенствования технологических процессов ее изготовления, и, в частности, токарных операций, в т. ч. процессов отрезания и формирования на обрабатываемых деталях различного рода канавок (на цилиндрической поверхности, на торцевой поверхности и под разными углами относительно оси обрабатываемой детали). Эти процессы характеризуются, как правило, относительно низкими стойкостью инструмента и надежностью процесса формообразования, и соответственно часто неудовлетворительным качеством обработанной поверхности [1–3]. Известно, что повышение производительности и эффективности процессов точения канавок и отрезания возможно за счет совершенствования пластин путем оптимизации их геометрии, применения новых инструментальных материалов и покрытий, а также совершенствования конструкции державок, направленного на повышение их жесткости, точности и демпфирующей способности, чему может в значительной мере способствовать разработка соответствующей модели стружкообразования при работе канавочными и отрезными резцами и на ее основе методов оптимизации этих процессов (режимов резания), обеспечивающих динамическую устойчивость системы «деталь-инструмент», а, следовательно, и повышение качества обработанных поверхностей, долговечности и надежности режущего инструмента. Для решения этой задачи наиболее рациональным методом исследования является имитационное моделирование методом конечных элементов [4]. Таким образом, решение проблемы повышения экономической эффективности процессов отрезания и формирования канавок на основе разработки теории их функциональности и прогнозирующего моделирования является задачей актуальной и важной для машиностроения Украины. Вместе с тем процесс разработки модели рабочего процесса с целью прогнозирования оптимальных условий работы режущего инструмента при обработке отрезными и прорезными резцами затруднен в связи с необходимостью учета относительно большого количества специфических особенностей, характерных для нее, к основным из которых можно отнести следующие:

– размеры режущей части, в частности (рис. 1), длины главной режущей кромки l_a и головки резца a_r , как правило, определяющим образом должны соответствовать размерам (ширине и глубине)

формируемой канавки или диаметру обрабатываемой детали (при отрезании);

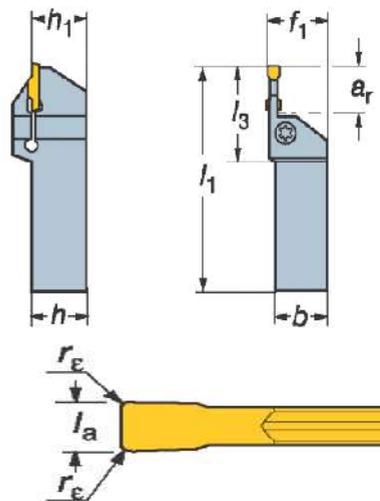


Рисунок 1 - Типичная конструкция реза для отрезки и формирования канавки на наружной цилиндрической поверхности

- постоянное изменение скорости резания вдоль траектории движения подачи при отрезании (вплоть до нулевого значения) или формировании канавки на цилиндрической поверхности и вдоль режущей кромки при формировании канавки на торцевой или конической поверхностях, т. е. процесс имеет явные признаки нестационарного резания;

- в подавляющем числе случаев имеют место «стесненные» условия работы режущей части в связи с одновременной работой главной и двух противоположно расположенных вспомогательных режущих кромок, что обязательно сопровождается образованием встречных потоков стружки и соответственно увеличением энергии, затрачиваемой на процесс формирования новых поверхностей, наличием образующихся новых поверхностей с обоих боков рабочей

(режущей) части инструмента;

- интенсивное теплообразование, обусловленное (в первую очередь) относительно малыми значениями вспомогательных задних углов и углов в плане, а, следовательно, большой работой трения в зонах контакта вспомогательных задних поверхностей с вновь образующимися на заготовке поверхностями. Кроме этого, существенным источником дополнительного выделения тепла является трение между стружкой и стенками прорезаемой (формируемой) канавки или паза;

- относительно плохие условия теплоотвода в связи с, как правило, малой массой рабочей (режущей) части инструмента и ограниченным теплообменом с окружающей средой, особенно при больших глубинах формируемых канавок или диаметрах заготовки при отрезании, даже при обильном охлаждении с использованием смазочно-охлаждающих жидкостей;

- неудовлетворительный, как правило, отвод стружки в связи со «стесненными» условиями ее формирования и трением между стенками формируемой канавки и стружкой, затрудняющим ее удаление от зоны резания и из прорезаемого паза;

- неудовлетворительное динамическое состояние обрабатываемой системы, обусловленное недостаточной, как правило, жесткостью рабочей (режущей) части инструмента, особенно при относительно большой ее длине a_r (рис. 1);

- недостаточная, как правило, прочность рабочей (режущей) части инструмента, обусловленная конструктивными параметрами формируемых поверхностей и соответственно размерами головки реза, что часто сопровождается, особенно при возникновении вибраций, сколами и выкрашиваниями режущей кромки, а иногда и ее поломкой. Кроме того, на прочность режущей кромки и лезвия в целом существенное влияние оказывает переменная скорость резания, вызывающая колебание температуры резания, приводящее к

переменному напряженному состоянию режущей части (лезвия) инструмента и повышению интенсивности ее хрупкого разрушения.

Все это приводит к тому, что отрезные и канавочные резцы, как правило, работают в особо тяжелых условиях, о чем свидетельствует и статистика машиностроительных заводов, которая показывает, что операции отрезки и прорезки канавок, выполняемые на токарных станках, характеризуются большими издержками обрабатываемого материала и режущего инструмента, приводящими к увеличению себестоимости производимой продукции. При этом расход отрезных и канавочных резцов превышает расход проходных и расточных резцов более чем на 50 %. Анализ причин выхода из строя отрезных и канавочных резцов [3] показывает, что к потере их работоспособности приводят: хрупкое выкрашивание режущей кромки, происходящее вследствие неблагоприятных условий работы и недостаточной прочности; неправильная заточка и установка инструмента, приводящая к уводу и изгибу головки резца; изменение при отрезке кинематического главного заднего угла до нулевых значений, в результате чего увеличивается вероятность скола резца при приближении к оси вращения детали. Установлено, что одной из основных причин выхода из строя отрезных и канавочных резцов является хрупкое выкрашивание и скол режущей части, поскольку более половины этих инструментов выходят из строя именно по этому критерию. Все это предъявляет особые требования к надежности, жесткости и функциональным возможностям этих инструментов. Учитывая то обстоятельство, что процессы отрезания и формирования канавок являются достаточно распространенными операциями как во многих технологических процессах изготовления деталей машин, так и в заготовительном производстве (особенно отрезание), можно утверждать, что повышение работоспособности и надежности отрезных и канавочных резцов является актуальной задачей.

В настоящее время существует ряд путей решения этой проблемы, основными из которых являются:

- поддержание при обработке цилиндрических поверхностей постоянной скорости резания в процессе выполнения операций отрезания и прорезания канавок, что удобно делать при использовании для их реализации станков ЧПУ. Следует отметить, что применение функции поддержания постоянной скорости резания при отрезке и прорезке канавок на станках с ЧПУ хоть и приводит к уменьшению времени обработки, то есть повышению производительности, все-таки сопровождается и некоторым снижением стойкости инструмента [5];

- выбор оптимального инструментального материала, в т. ч. с износостойким покрытием;

- оптимизация геометрических параметров режущей части и формы рабочих поверхностей (передней и главной задней) лезвия инструмента;

- оптимизация режимов резания;

- совершенствование конструкции отрезных и канавочных резцов.

Обычно на тех операциях, где не требуется большой вылет инструмента, применяют инструмент с обычным хвостовиком призматического сечения или с хвостовиком цельной конструкции. Применение такого типа инструмента обеспечивает максимальную жесткость и надежность обработки, являющихся, как уже указывалось, важными факторами при отрезке и обработке канавок. Инструмент с регулируемым вылетом режущих лезвий не обеспечивает столь жесткой наладки, но он обладает гибкостью применения для отрезных и канавочных операций в широком диапазоне диаметров и при различной глубине обрабатываемых канавок. При работе с минимальным вылетом они также обеспечивают стабильность обработки заготовок различного диаметра.

К настоящему времени на основании накопленного опыта разработаны общие рекомендации для снижения склонности к возникновению вибраций:

- выбирать державку или режущее лезвие с минимально возможным вылетом;
- по возможности выбирать державку с максимальным сечением или с максимальным диаметром хвостовика;
- выбирать режущее лезвие или державку с максимально возможным размером (шириной) гнезда под пластину;
- при выборе сборного режущего лезвия его высота должна быть не меньше длины пластины.

Таким образом, проведенный анализ особенностей процессов обработки отрезными и прорезными (канавочными) резцами, путей повышения их эффективности и уже разработанных на основе накопленного опыта практических рекомендаций свидетельствует о том, что для успешной разработки адекватной прогнозирующей модели необходимо дополнительно выполнить анализ условий работы этими инструментами и их конструкций.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ОТРЕЗНЫМИ РЕЗЦАМИ

При выборе резца для выполнения операций отрезки очень важным является выбор режущего (отрезного, прорезного) лезвия (пластины), которое устанавливается в базовом блоке. С точки зрения надежности лезвия с креплением режущей пластины с помощью винта являются более предпочтительными. Для отрезки можно рекомендовать крепление за счет пружинящих свойств корпуса. В общем случае, вылет режущей кромки a_r (см. рис. 1) не должен превышать 8 размеров ширины пластины. Можно использовать усиленную конструкцию отрезного лезвия, что позволяет обеспечить большую жесткость инструмента и стабильность обработки. Следует отметить, что чем больше длина режущей кромки (ширина пластины) l_a , тем большей является жесткость отрезного инструмента и соответственно меньше вероятность возникновения вибраций и разрушения режущей кромки (лезвия). Вместе с тем увеличение l_a при отрезании влечет за собой увеличение расхода конструкционного материала. Рекомендуется минимально допустимую величину l_a для заданного обрабатываемого материала при отрезании уменьшать путем ступенчатого изменения величины вылета a_r с использованием инструмента, обеспечивающего возможность настройки требуемого (необходимого) вылета режущей кромки (рис. 2).

Для отрезных резцов применяют пластины с разными главными углами в плане: нейтральные N с $=0$, правые R с >0 и левые L с <0 . При отрезании с помощью



Рисунок 2 – Отрезной резец с возможностью регулирования вылета лезвия

нейтральной пластины радиальная составляющая силы резания направлена вдоль радиуса заготовки и обеспечивает относительно стабильный (квазистационарный) в данный момент времени процесс резания вдоль режущей кромки и надежное стружколомание. Процесс резания пластинами, которые имеют главный угол в плане 0 всего на несколько градусов ($3-5^\circ$), имеет явно выраженные признаки нестационарности и соответственно несколько худшие условия стружкообразования и стружкоотвода. Вместе с тем наличие

относительно небольшого главного угла в плане при отрезке бывает очень полезным, особенно при отрезании от сплошной заготовки. В этом случае исполнение пластины (правая $R_c > 0$ или левая $L_c < 0$) выбирается таким образом, чтобы бобышка оставалась на заготовке, зажатой в шпинделе станка, и срезалась бы при ее дальнейшей обработке, т. е. при отрезке такими пластинами на детали не остается бобышки, как в случае с отрезанием с помощью нейтральной пластины. Заусенец на детали с отверстием также уменьшается при использовании пластины с углом в плане 0 .

При отрезке от сплошных заготовок рекомендуется также уменьшать подачу, когда режущая кромка приближается к оси заготовки. Это позволяет снижать нагрузку на режущую кромку, а также уменьшать размер остаточной бобышки (при работе нейтральной пластиной) и соответственно увеличивать стойкость инструмента. Подачу рекомендуется уменьшать до 75 %, когда режущая кромка будет находиться в 2 - 3 мм от центра заготовки. Не следует доводить инструмент до оси детали: она «отвалится» под действием собственного веса.

Следует выбирать максимально возможные размеры державки (высота и ширина хвостовика h и b , высота отрезного лезвия (h_1) и ширина пластины l_a (рис. 1)).

Если используется СОЖ, то она должна обильно подаваться непосредственно в зону обработки.

Установка и базирование инструмента являются важными составляющими успеха токарной обработки отрезными резцами. Нужно устанавливать ось симметрии лезвия отрезного инструмента перпендикулярно оси вращения детали. Если эту перпендикулярность не соблюсти, то силы, действующие на лезвие, будут не сбалансированы, что может привести к: неравномерным боковым усилиям и появлению дополнительных сил трения на лезвии, возникновению вибраций, искажению профиля формируемого реза, пакетированию стружки и пр.

Очень большое значение имеет положение инструмента относительно оси вращения заготовки: отклонение положения режущей кромки от линии оси вращения заготовки не должно превышать $\pm 0,1$ мм. Большее отклонение может привести к увеличению сил резания и трения между заготовкой и инструментом, что отрицательно сказывается на стойкости инструмента и качестве обработки.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ КАНАВОЧНЫМИ РЕЗЦАМИ

Анализ условий работы канавочными резцами на цилиндрических поверхностях

Процесс обработки канавок, особенно глубоких, подобен отрезке. И хотя для этих операций может применяться один и тот же инструмент, для них в зависимости от типа канавки существует и специализация по геометриям пластин. Различают следующие типы канавок: неглубокие и глубокие канавки, узкие и широкие канавки, наружные, внутренние и торцевые.

Узкие канавки обрабатываются за одно врезание и размеры пластины (ее ширина) переносятся на канавку. Для обработки канавок изготовителями инструментов разработаны специализированные геометрические параметры лезвия, способные обеспечить его работу с разными подачами в зависимости от обрабатываемого материала и глубины канавки.

Обработка канавок за одно врезание более предпочтительна, поскольку обеспечивает контроль за стружкообразованием и равномерный характер

износа. Стандартными пластинами можно обработать канавки шириной до 8 мм.

Широкие канавки можно обрабатывать разными способами, к типичным (наиболее часто применяемым) из которых можно отнести: многопроходное врезание по радиусу, точение «в разгонку» (плунжерное точение) и точение с врезанием под углом с последующей чистовой обработкой канавки. Выбор способа обработки канавки в определяющей мере зависит от ее ширины:

- при ширине канавки меньшей ее глубины предпочтительным является точение в несколько осевых врезаний;
- при ширине канавки большей, чем ее глубина, наиболее предпочтительным является плунжерное точение;
- при формировании канавки на тонкостенной и маложесткой заготовке можно рекомендовать плавное врезание под углом.

При обработке относительно широких канавок можно использовать как точение «в разгонку», так и способ многопроходного врезания, т. е. формирование канавки за несколько врезаний. В этом случае рекомендуется использовать пластину максимально возможной ширины и производить обработку с образованием так называемых «промежуточных колец», т. е. несрезанных участков, что позволяет обеспечить наилучший отвод стружки и высокую стойкость инструмента. При последующих проходах остающиеся на заготовке кольца удаляются. При удалении колец условия обработки значительно лучше, чем при работе в сплошном материале, так как в работе не участвуют вспомогательные режущие кромки. Рекомендуемая ширина промежуточных колец должна быть в пределах (0,6–0,8) l_a (см. рис. 1).

При обработке широких канавок на нежестких прутках и тонкостенных заготовках предпочтительным является многопроходное врезание с относительно небольшой шириной лезвия l_a и глубиной реза, которое хоть и ведет к увеличению числа проходов и соответственно к увеличению времени обработки, все-таки обеспечивает относительно небольшие радиальные силы резания, что существенно снижает вероятность возникновения вибраций. Кроме того, при формировании канавки этим способом можно обеспечить хорошие стружкообразование и стружкоотвод, сопровождающиеся меньшим износом инструмента по задним поверхностям (главной и вспомогательным), что делает его пригодным для обработки заготовок из различных конструкционных материалов, в т. ч. и труднообрабатываемых.

Канавочные и отрезные резцы могут использоваться и для профильного (фасонного) точения. Если инструмент перемещается по заранее разработанной программе, очерчивая требуемый радиус, то он дополнительно перемещается в направлении продольной оси Z . При этом вдоль режущей кромки образуется очень тонкая стружка, что может привести к затиранию и вибрациям. Для того чтобы избежать этого, радиальная и осевая глубины резания должны быть от 0,5 до 1,0 мм и первое врезание необходимо делать в месте соединения радиусной (криволинейной) части канавки с ее дном.

Для точения «в разгонку с врезанием» широких и относительно неглубоких канавок, осевая глубина резания не должна превышать 75 % ширины режущей пластины. Для увеличения надежности процесса и стойкости пластины рекомендуется снижать подачу, когда инструмент меняет направление движения, чтобы снизить риски возникновения вибраций. Следует менять направления продольных проходов, чтобы полностью использовать ресурс главной и двух боковых вспомогательных режущих кромок пластины.

Обработка канавок для выхода шлифовального круга обычно ведется специальными пластинами круглой формы.

При обработке глубоких канавок за одно врезание (по ширине) особенно важным является обеспечение высокой жесткости инструмента. Учитывая, что длина режущей кромки l_a (см. рис. 1) назначается из соображений геометрической проходимости, особенно выгодным в данном случае является использование отрезных лезвий с возможностью настройки их положения в резцовом блоке (см. рис. 2) и формирование глубокой, но относительно узкой, канавки целесообразно производить за несколько врезаний (по глубине) с соответствующей настройкой необходимого вылета режущей кромки.

Для надежного стружкодробления всегда следует начинать обработку с наибольшего диаметра, двигаясь последовательно к наименьшему.

Рассмотренные методы относятся к обработке канавок на наружных поверхностях, т. е. наружных канавок. Вместе с тем подавляющее большинство из них может быть применено для формирования и внутренних канавок. Но при этом необходимо соблюдать некоторые предосторожности, свойственные для такой операции, как растачивание, в частности возможность удовлетворительного удаления стружки из отверстия и минимизация склонности к вибрациям, связанной с относительно большим вылетом резца. Таким образом, при обработке внутренних канавок должны быть оптимизированы: размер инструмента, его вылет и жесткость закрепления. По возможности необходимо использовать antivибрационные оправки, особенно при вылете инструмента 3–7 и больше диаметров. Обработка канавки за несколько врезаний или «точение в разгонку» с врезанием, особенно пластинами небольшой ширины, уменьшает склонность к вибрациям. При этом необходимо иметь в виду, что при этом нужна дополнительная чистовая обработка канавки.

Анализ условий работы канавочных резцов при обработке канавок на торцевых поверхностях

Обработка (прорезка) канавок на торцевых поверхностях производится специализированным инструментом, отличительная особенность которого заключается в том, что режущее лезвие инструмента должно помещаться в канавке, формируемой на торцевой поверхности, т. е. вспомогательные задние поверхности лезвия канавочного резца в этом случае должны быть криволинейными (изогнутыми) с радиусами, соответствующими профилям боковых поверхностей канавки. Таким образом, при выборе инструмента для прорезки торцевой канавки необходимо принимать во внимание величины как наружного, так и внутреннего диаметров ее боковых поверхностей. Когда обрабатывается широкая торцевая канавка, только первое врезание должно выполняться согласно названным ограничениям. Диаметр первого врезания оговаривается для каждого резца. При последующих врезаниях на меньших диаметрах в канавке будет достаточно места и для резца, и для стружки.

Основные правила при обработке торцевых канавок:

- для снижения риска возникновения вибраций необходимо минимизировать вылет инструмента;
- во избежание пакетирования стружки сохранять низкую скорость подачи при первом врезании;
- для обеспечения надежного стружкодробления начинать обработку с наибольшего диаметра профиля канавки, двигаясь последовательно (ступенчато) в сторону наименьшего диаметра, причем вывод инструмента из контакта с заготовкой необходимо производить от внутренней стенки канавки;
- если во время первого врезания стружкообразование неудовлетворительное, то следует применять врезание с делением

глубины канавки на несколько проходов, т. е. использовать прерывистое врезание.

Технология обработки широких торцевых канавок включает, как правило, две операции (черновая и чистовая) и реализуется двумя методами.

Первый метод. Черновая обработка широких торцевых канавок осуществляется за несколько врезаний, причем после первого прохода (врезания) припуски на последующих проходах (врезаниях) составляют 50–80 % от ширины пластины (длины режущей кромки). Первый проход должен производиться на самом большом диаметре. На чистовом проходе обрабатываются стенки и дно канавки.

Второй метод. Черновая обработка реализуется путем точения «в разгонку». При этом величина осевого врезания не должна превышать $3/4$ ширины пластины. Точение «в разгонку» рекомендуется в тех случаях, когда ширина канавки больше ее глубины. В противном случае канавку рекомендуется обрабатывать за несколько врезаний. На чистовом проходе (как и в предыдущем методе) обрабатываются стенки и дно канавки.

Чистовая обработка осуществляется, как правило, за три прохода:

- 1) врезание на рекомендуемую рабочую глубину;
- 2) обработка контура канавки и ее дна в направлении от периферии к центру и в сторону увеличения глубины канавки;
- 3) формирование внутреннего диаметра.

СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОТРЕЗКИ И ОБРАБОТКИ КАНАВОК

Режущий инструмент, который применяется для обработки канавок, является одним из важнейших факторов, определяющих качество и точность формируемых поверхностей. В настоящее время находят применение цельные, напайные и сборные отрезные канавочные резцы. В современном машиностроении уже достаточно устойчивой является тенденция существенного увеличения доли применения сборных резцов, особенно для обработки на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах, в связи с их большей экономической эффективностью по сравнению с цельными и напайными резцами [3]. В настоящее время наиболее прогрессивными являются отрезные и канавочные резцы со сменными режущими пластинами, изготавливаемые зарубежными производителями металлорежущего инструмента. В данной статье представлен аналитический обзор основных тенденций в использовании прогрессивных конструкций отрезных резцов и резцов для обработки канавок как на наружных и внутренних цилиндрических поверхностях, так и торцевых, а также их конструкторских и технологических преимуществ и недостатков.

На основе анализа современных конструкций указанных инструментов из каталогов мировых фирм-производителей режущего инструмента были рассмотрены рекомендуемые ими способы закрепления режущих пластин к державкам, предназначенных для обработки канавок и отрезания, и технологические возможности резцов, применяемых при обработке поверхностей различной степени сложности в зависимости от форм опорных поверхностей пластин и способов крепления их к державке по сравнению с типичной конструкцией резца (рис. 1).

Фирма Mitsubishi Materials [6] разработала для отрезных и канавочных резцов новую оригинальную модульную систему TriForce (рис. 3), которая обеспечивает надежное закрепление «локатора» в 3 направлениях (сбоку, спереди и сверху), что дает высокую жесткость и стабильные технические данные, особенно при формировании канавок. Одна державка может использоваться для нескольких различных

локаторов, что обеспечивает гибкость модульной системы и усовершенствованное управление инструментами.

Компания Sandvik Coromant [7] предлагает новые державки CoroCut QS, которые хорошо зарекомендовали себя в рамках стандартных токарных операций отрезки и обработки канавок (рис. 4). Система CoroCut QS предусматривает эффективную двухэтапную процедуру настройки, существенно сокращая время простоя, связанного с заменой затупившегося лезвия. Система CoroCut QS, обеспечивающая установку и снятие державки с помощью только одного винта, позволяет сократить время смены инструмента примерно на 66 %, а запатентованные прижимные клинья обеспечивают быстрое и безопасное извлечение лезвия. Новые державки CoroCut QS для отрезки и обработки канавок имеют посадочные гнезда, которые позволяют использовать их с режущими пластинами с размерами D, E, F и G. Всего в ассортименте Системы CoroCut QS имеется 24 державки.



Рисунок 3 – Отрезной (канавочный) резец с системой TriForce



Рисунок 4 – Отрезной (канавочный) резец с системой CoroCut QS

Компания ISCAR [8] использует однокромочные пластины TANG-GRIP (см. рис. 2). Отличительной особенностью конструкции пластины TANG-GRIP Г-образной формы (рис. 5 а) является её базирование в гнезде резца по двум взаимно перпендикулярным призматическим поверхностям. Данная система крепления предотвращает смещение или вытягивание пластины из гнезда во время работы и обратного хода резца.



а



б

Рисунок 5 – Отрезной (канавочный) резец с системой TANG-GRIP

Горизонтальное призматическое соединение, параллельное основной плоскости геометрической системы «деталь-инструмент», обеспечивает

точность позиционирования лезвия, способствует работе резца с большими подачами, обеспечивая точность формы обработанной поверхности и низкую шероховатость после обработки (рис. 5 б). По сравнению с конкурентами очень жесткое тангенциальное крепление увеличивает срок службы посадочного места от трёх раз и выше по сравнению с общепринятыми механизмами самозажима. Износ посадочного места, который появляется в процессе обработки в системах самозажима, приводит к ослаблению фиксатора. В системе с тангенциальным зажимом этого не происходит. Система с тангенциальным зажимом обеспечивает высокую точность повторной установки сменной пластины.

Перспективным для отрезания и формирования канавок является токарный инструмент фирмы Kennametal системы *Kennametal Top Notch™* (рис. 6) [9].

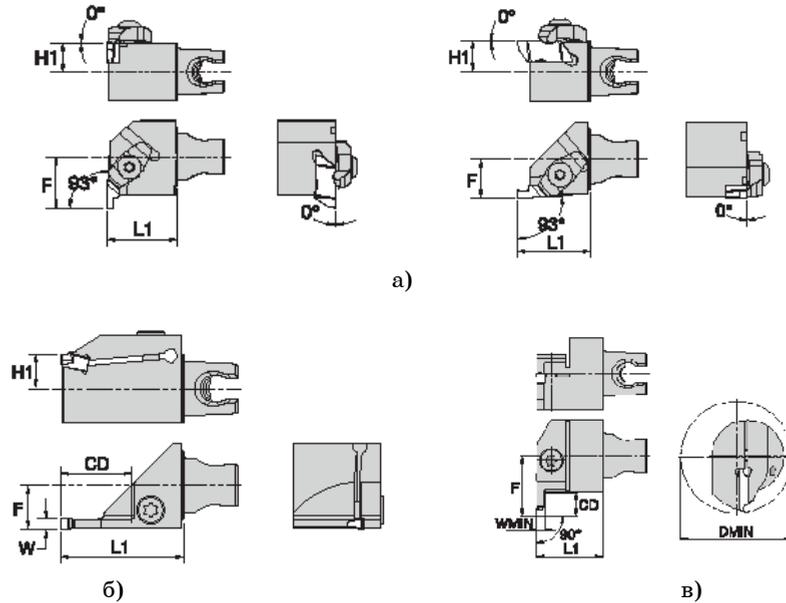


Рисунок 6 – Инструмент для обработки канавок Kennametal

Инструмент для обработки канавок системы *Kennametal Top Notch™* (рис. 6 а) имеет жесткое закрепление пластин, что позволяет работать с большими сечениями среза. Конструкция пластин в этой системе позволяет использовать одну и ту же систему крепления для выполнения различных токарных работ, таких, как: точение наружных, растачивание внутренних и торцевых канавок, выборки, обратное точение и даже нарезание резьбы. Пластины со встроенными стружколодами обеспечивают хороший отвод стружки при обработке канавок, а жесткое крепление предотвращает смещение пластины в гнезде даже при больших подачах. Благодаря этому, обеспечивается высокая чистота обработанной поверхности, concentricity канавок, повышается производительность обработки и стойкость инструмента. Массивный прихват создает зажимные усилия в трех направлениях, что позволяет производить растачивание и обеспечивает надежное противодействие силам, возникающим при резании.

Инструмент системы *A4™* (рис. 6 б) позволяет реализовать одним инструментом продольное и поперечное точение, обработку радиальных и торцевых канавок, а также отрезку.

Инструмент системы АЗ™ (рис. 6 в) предназначен для обработки глубоких наружных, внутренних и торцевых канавок.

Канавочный инструмент компании TaeguTec [10] позволяет решать любые задачи, связанные с эффективным отрезанием, формированием канавок всех видов, а также с профильным точением.

Резцы серии T-Clamp Ultra plus (рис. 7) относятся к универсальным инструментам. Инструмент данной серии позволяет выполнять большое количество операций, таких, как: нарезание глубоких и мелких высокоточных канавок, отрезку, обтачивание, растачивание, обработку торцевых канавок и торцевое точение. Благодаря такой многофункциональности, одним канавочным резцом можно заменить несколько инструментов для токарной обработки из серии ISO с помощью модульных державок с параллельным «TCHR/L» (рис. 7 а) и перпендикулярным «TCHPR/L» (рис. 7 б) картриджами. Одной державкой, например, можно выполнять операции точения и обработки канавки на цилиндре, а при смене адаптера – канавку на его торце.



Рисунок 7 – Модульные державки серии T-Clamp Ultra plus

Адаптеры серии «TCER/L» (рис. 8 а) для наружного точения и нарезания канавок позволяют устанавливать пластины шириной от 1,4 мм до 6 мм и формировать канавки глубиной до 25 мм. Их особенностью является то, что любой адаптер данной серии может устанавливаться и на державки типов TCHR/L и TCHPR/L.

Адаптеры для формирования торцевых канавок и точения «TCFR/L» (рис. 8 б) позволяют устанавливать пластины шириной от 3 мм до 6 мм и обрабатывать торцевые канавки, начиная с диаметра 40 мм на глубину до 25 мм.

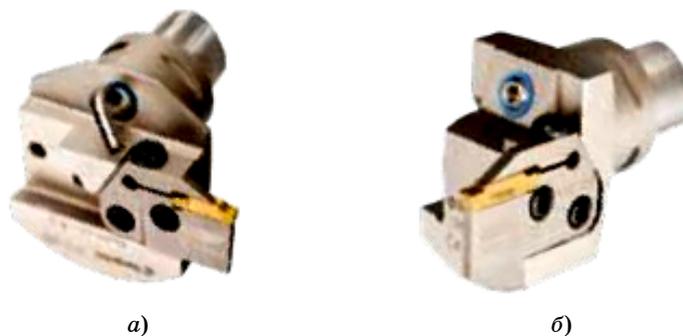


Рисунок 8 – Адаптеры C-типа

ВЫВОДЫ

Анализ показал, что процессы отрезания и формирования на обрабатываемых деталях различного рода канавок (на цилиндрической поверхности, на торцевой поверхности и под разными углами относительно оси обрабатываемой детали) характеризуются рядом

специфических особенностей и, как правило, относительно низкими стойкостью инструмента и надежностью процесса формообразования, а соответственно часто и неудовлетворительным качеством обработанной поверхности.

Перспективным направлением в совершенствовании процессов обработки канавок и отрезания является разработка прогнозирующих (аналитических и численных) моделей. К настоящему времени большинство из описанных в литературных источниках решений получены на основе использования, как правило, эмпирических моделей. В современных условиях более эффективным методом является прогнозирующее имитационное моделирование, которое можно использовать для оптимизации как конструктивных и геометрических параметров резцов и их лезвий, так и элементов крепления, условий обработки и др. Для решения этой задачи наиболее рациональным методом исследования является имитационное моделирование методом конечных элементов.

Анализ показал, что повышение производительности и эффективности процессов точения канавочными и отрезными резцами возможно за счет совершенствования режущих пластин путем оптимизации их геометрии, а также совершенствования конструкций державок, направленного на повышение их жесткости, точности, демпфирующей способности.

Показано, что для повышения производительности обработки канавочными и отрезными резцами значительное внимание необходимо уделять применению рациональных для заданных условий конструкций инструментов, способствующих уменьшению сил трения, лучшему отводу стружки из зоны резания, уменьшению интенсивности изнашивания и др.

Достаточно большое количество работ посвящено снижению уровня вибраций и вероятности отказов за счет совершенствования конструктивных параметров державок и решения проблем повышения их жесткости и прочности, а также способов установки и закрепления режущих пластин.

ДО ПИТАННЯ ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КАНАВКОВИХ І ВІДРІЗНИХ РІЗЦІВ

В. О. Залога, д-р техн. наук;
О. В. Чертіхін, аспірант,
Сумський державний університет, м. Суми

У роботі проведено аналіз проблем, що стримують підвищення продуктивності відрізання і обробки канавок різних форм точінням. Виконано аналіз переваг і недоліків модульних систем і державок фірм-виробників різального інструменту. Виконано аналіз сучасних технічних рішень щодо вдосконалення розглянутих процесів.

Ключові слова: відрізний різець, канавковий різець, вибір різця, операція відрізання, обробка канавок.

PERSPECTIVES ON IMPROVING EFFICIENCY OF GROOVING AND PARTING-OFF TOOLS

V. A. Zaloga, O. V. Chertikhin,
Sumy State University, Sumy, Ukraine

The paper analyzes the problems of hindering productivity of various forms of cutting and grooving. The analysis of new products and modular toolholders of different manufacturers of cutting tools is represented. The analysis of modern technical solutions to improve these processes is given.

Key words: cutting tool, trench cutter, cutter selection, operation segments, grooving processing.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гапонкин В. А. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки : учебник для средних специальных учебных заведений по машиностроительным специальностям / В. А. Гапонкин, Л. К. Лукашев, Т. Г. Суворова. – Машиностроение, 1990. – 448с.: ил.
2. Зайцев В. Канавочный инструмент Walter / В. Зайцев // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2011. – № 3 (136). – С. 40–42.
3. К вопросу о повышении производительности обработки канавочными и отрезными резцами / В. А. Залого, Д. В. Криворучко, Д. А. Миненко, Н. П. Кутовой // Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. – 2009. – № 4. – С. 125–134.
4. Криворучко Д. В. Основи 3D-моделювання процесів механічної обробки методом скінченних елементів : навчальний посібник / Д. В. Криворучко, В. А. Залого, В. Г. Корбач. – Суми : Вид-во Сумський державний університет, 2011. – 209 с.
5. Моховиков А. А. Повышение прочности отрезных и канавочных резцов за счет равнопрочной формы лезвия : автореф. дис.... на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.03.01 «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» / А. А. Моховиков. – Томск, 2004. – 18 с.
6. Инструменты для токарной обработки – Нарезание канавок и отрезка: каталог – Mitsubishi Materials, 2012. – С. 8–15.
7. Turning tools. Katalog: Sandvik Coromant 2011.
8. TANG-GRIP новая концепция отрезных и канавочных ISCAR // Двигатель. – 2011. – № 2 (74). – С. 13–14.
9. Режущие инструменты. Инновации : Kennametal, 2009. – С. F13–F15.
10. Режущий инструмент. Каталог : TaeguTec, 2011.
11. Залого В. О. Інструментальні матеріали для лезових інструментів : навчальний посібник / В. О. Залого. – Суми : Вид-во СумДУ, 2007. – 205 с.
12. Косилова А. Г. Справочник технолога машиностроителя / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.
13. Кукляк М. Л. Металорізальні інструменти: проектування: навч. посібник / М. Л. Кукляк, І. С. Афтаназів, І. І. Юрчишин. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». – 556 с.
14. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Доброскок, В. О., та ін.; за заг. ред. М. П. Мазура. – Львів : Новий Світ – 2000, 2001. – 422 с.
15. Минаев А. М. Обработка металлов резанием: учебно-методическое пособие / А. М. Минаев. – 2-е изд., стер. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.
16. Залого В. А. Моделирование процессов обработки материалов резанием как один из способов экспресс-оценки эффективности современных режущих инструментов / В. А. Залого, Д. В. Криворучко, Н. П. Кутовой // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. науч.-техн. сб. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2012. – № 78. – С. 59–70.
17. Швець С. В. Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець. – Суми : Вид-во СумДУ, 2007. – С. 18–24.

Поступила в редакцію 31 октября 2012 г.