

УДК 674.05.621.9.02

Д. С. Карпович, канд. техн. наук (БГТУ);  
О. Ю. Пискунова, инженер (БГТУ); С. И. Карпович, канд. техн. наук, доцент (БГТУ)

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РЕЗЕЦ С РАДИУСНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

Изготовление элементов мебели, имеющих форму тел вращения, производят на токарных станках. В этом случае изделия имеют как конструкционное, так и декоративное назначение. К декоративным элементам предъявляют повышенные требования в отношении качества поверхности. Предложена конструкция резца для чистовой обработки заготовок из древесины. Установлено, что шероховатость обработанной поверхности зависит от углов наклона кольцевой кромки режущего элемента относительно горизонтальной и фронтальной плоскостей корпуса резца. Конструкция экспериментального резца при проведении исследований обеспечивает изменение углов поворота головки резца в пределах от 0 до 90°.

Manufacturing of elements of the furniture having the form of bodies of rotation, make on lathes. In this case products have both constructional, and decorative purpose. To decorative elements show increased requirements concerning quality of a surface. The design of a cutter for fair processing preparations from wood is offered. It is established, that the roughness of the processed surface depends on corners of an inclination of a ring edge of a cutting element concerning horizontal and frontal planes of the case of a cutter. The design of an experimental cutter at carrying out of researches provides change of corners of turn of the head of a cutter in limits from 0 up to 90°.

**Введение.** Изготовление деталей, имеющих форму тел вращения, производят на токарных станках. При этом формируют цилиндрические, конические, фасонные поверхности, как наружные, так и внутренние. Применяемый инструмент имеет общее название – резцы, в зависимости от вида выполняемой операции их подразделяют на типы: по угловым параметрам в плане и в главной секущей плоскости. Процесс стружкообразования, силовые параметры резания, качество обработанной поверхности зависят от их значений. С учетом анизотропии такого материала, как древесина, эти особенности имеют свою специфику.

Точение заготовок из натуральной древесины происходит по схеме поперечного резания. Известно, что поперечное резание не обеспечивает высокое качество обработанной поверхности [1]. Режущие элементы с радиусной режущей кромкой обеспечивают переход от схемы поперечного резания к поперечно-продольному процессу стружкообразования.

Разработана конструкция экспериментального резца с радиусной режущей кромкой для изучения влияния угла перерезания волокон при точении заготовок из древесины на качество обработки.

**Основная часть.** В зависимости от вида выполняемой работы и конструкции резцы подразделяют на типы: проходные, подрезные, расточные, обрезающие, дисковые и др. [2]. По конфигурации режущей кромки – с прямолинейным лезвием и фасонным, чаще всего по радиусу. Прямолинейное лезвие обеспечивает минимальный контакт с обрабатываемым материалом. При криволинейном лезвии длина дуги контакта с обрабатываемым материалом увеличивается при одной и той же глубине резания.

Основное отличие резцов с криволинейным лезвием по сравнению с прямолинейным состоит в том, что углы в плане переменные: по мере приближения к вершине углы в плане уменьшаются и при вершине становятся равными нулю, что уменьшает кинематическую неровность на обработанной поверхности. Отсутствие вершины резца делает более прочной режущую кромку, обеспечивается хороший теплоотвод. Недостатком резцов с криволинейным лезвием является их более сложная заточка. Этот недостаток отсутствует у резцов с радиусной режущей кромкой, их называют круглыми или чашечными.

Для повышения ресурса круглых резцов кольцевому режущему элементу придают вращательное движение. Вращение осуществляется самозатягиванием под действием сил резания или, например, при изготовлении фрезерных головок предусматривается принудительное вращение [3].

Хвостовик круглого резца фиксируется в подшипниковом узле и вращается вокруг оси симметрии, обеспечивая перемещение режущей кромки относительно обрабатываемой поверхности. Конструкция характеризуется сложностью изготовления, и точность обработки зависит от надежности и величины износа подшипникового узла [4].

Предложена конструкция резца с радиусной режущей кромкой, обеспечивающей оптимизацию процесса стружкообразования и «свободное» удаление стружки из зоны резания, что снижает энергоемкость процесса резания и обеспечивает высокое качество обработки.

Конструкция резца с радиусной режущей кромкой приведена на рис. 1. Состоит из стального корпуса резца 6, передняя часть которого

носит название головки 7. В головке 7 имеется отверстие радиусом  $R_1$ , куда вставляют хвостовик режущего элемента 1, с торцевой режущей кромкой 2 по радиусу  $R$ . Режущий элемент 1 фиксируют в отверстии радиусом  $R_1$  с помощью стопорного болта 4, отверстие радиусом  $R_1$  в головке резца просверлено перпендикулярно плоскости 5, которая наклонена вдоль корпуса резца 6 под углом  $\lambda_1$  относительно горизонтальной плоскости и одновременно под углом  $\lambda_2$  в вертикальной плоскости, что обеспечивает наличие задних углов у режущего элемента 1 в этих плоскостях. Режущий элемент имеет сквозное отверстие 3 радиусом  $R_2$  для удаления стружки.

Резец работает следующим образом. Режущая кромка 2 контактирует с обрабатываемым материалом, срезает снимаемый слой, который по передней поверхности режущего элемента 1 перемещается в отверстие 3 и удаляется из зоны резания. При такой схеме удаления стружки она не подвергается дополнительной деформации, дроблению, что снижает силовые параметры резания. После затупления рабочей части режущей кромки 2 отворачивают стопорный болт 4 и режущий элемент 1 поворачивают против часовой стрелки не на всю длину затупленного участка режущей кромки, а на часть, например 1/3 длины затупленного участка. В этом случае рабочая часть режущей кромки условно делится на три участка черновой, получистовой и чистовой обработки. Качество обработанной поверхности заготовки обеспечивает чистовой участок рабочей части. После его затупления он смещается против часовой стрелки и занимает положение для получистовой обработки, а на его место поворотом режущего элемента 1 вокруг своей оси вводится в работу новый участок режущей кромки 2. Таким образом, каждый участок режущей кромки поочередно вы-

полняет функции чистового, получистового и чернового участков, тем самым увеличивая суммарный ресурс инструмента.

Изменение величины угла  $\lambda_2$  обеспечивает возможность перехода от поперечного резания к поперечно-продольному с улучшением качества обработанной поверхности. Стружка по передней поверхности режущего элемента перемещается в отверстие 3 с минимальной деформацией и удаляется из зоны резания, что уменьшает энергоемкость процесса резания.

Изменение угловых параметров  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  обеспечивает наличие двух задних углов у режущего элемента, представляющего собой ступенчатую втулку с лезвием на торце в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Образцы опытных резцов с радиусной режущей кромкой изготовлены и проверены в работе при обработке заготовок из древесины.

Для определения влияния на качество обработки углов  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  в диапазоне от 0 до 90° необходимо изготовить соответствующее количество резцов. Предложена конструкция экспериментального резца, позволяющего проводить исследования во всем угловом диапазоне одним резцом (рис. 2), что исключает системные погрешности.

Особенностью конструкции является следующее. В торце корпуса 11 высверливается отверстие 10, куда вставляют хвостовик 8 головки 6 резца, которая может быть повернута вдоль своей оси в направлении  $\omega$  с фиксацией угла поворота по лимбу и зафиксирована в нужном положении винтом 9. Наклонная поверхность 4 под углом  $\lambda_1$  к горизонтали обеспечивает задний угол « $\alpha$ » режущего элемента 1. Перпендикулярно наклонной плоскости 4 просверлено отверстие, куда вставляют хвостовик 5 режущего элемента, который фиксируют с помощью винта 7.

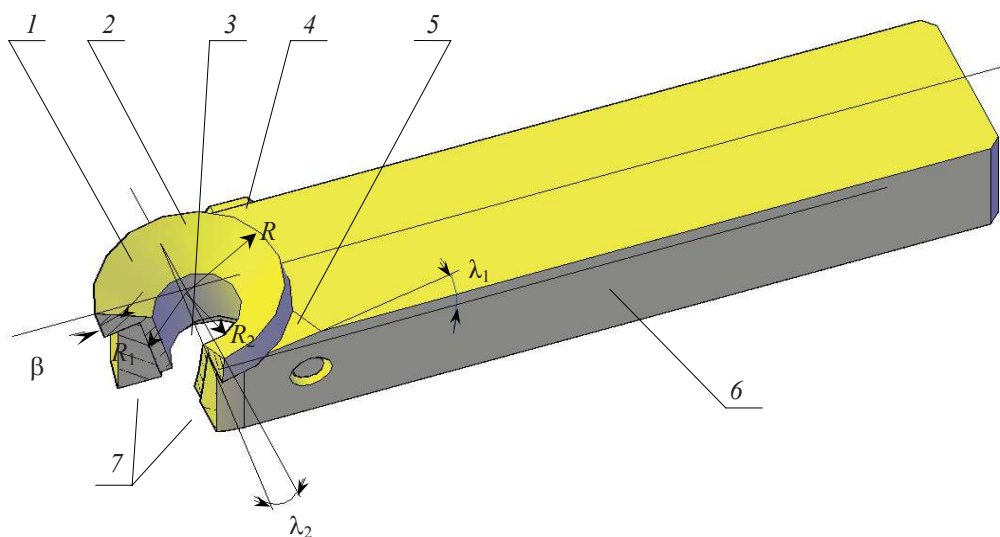


Рис. 1. Резец с радиусной режущей кромкой

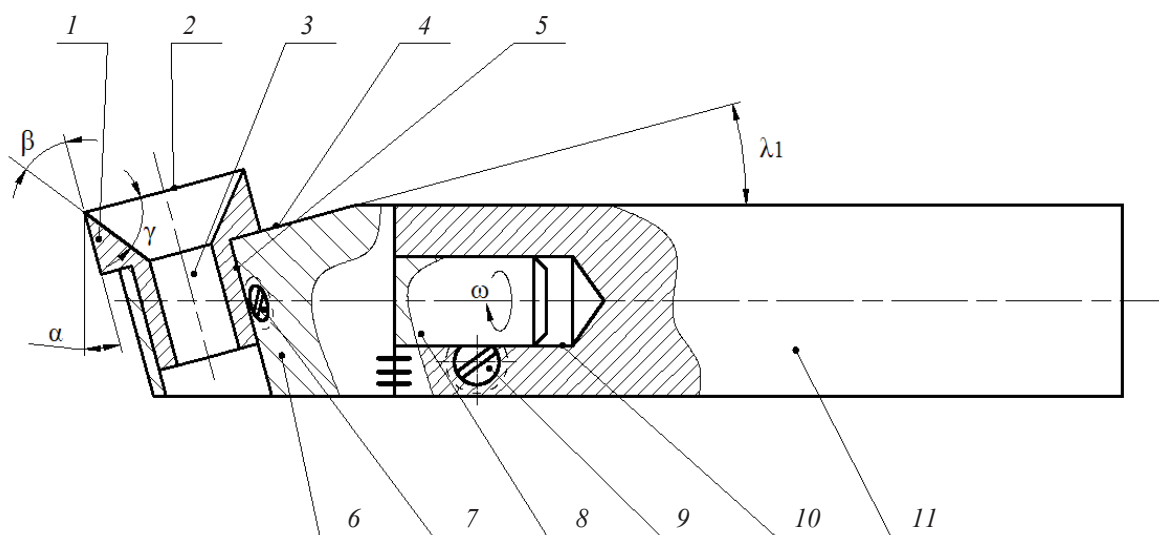


Рис. 2. Конструкция экспериментального резца

В положении режущего элемента 1, показанного на рис. 2, угол  $\lambda_2 = 0$ , с этого положения начинают испытания процесса точения в сравнительном плане. Затем, освободив винт 9, поворачивают головку 6 в направлении  $\omega$  на нужный угол, фиксируют в этом положении винтом 9 и производят точение следующего участка заготовки. В такой последовательности осуществляют операции во всем исследуемом угловом диапазоне на одной и той же цилиндрической заготовке. Фотография проточенного цилиндрического образца с разными углами поворота  $\lambda_2$  режущей кромки приведена на рис. 3.

Первый участок проточен резцом с прямой режущей кромкой, второй с радиусной кромкой с углом поворота головки резца под углом  $\lambda_2 = 15^\circ$  и третий под углом  $\lambda_2 = 45^\circ$ .

Во всех трех случаях обработки задний угол  $\alpha = 10^\circ$  и одинаковые режимы резания – частота шпинделя  $n_{ш} = 630$  об./мин, подача на оборот  $S = 0,13$  мм/об.; глубина резания  $t = 4$  мм.

Качество обработанной поверхности определяется высотой неровностей, для древесины параметры шероховатости определяют по ГОСТ 15612-85 на приборе ТСП-4М, позво-

ляющим фиксировать изменения в диапазоне от 60 до 500 мкм, и двойном микроскопе МИС-11, на котором можно производить измерения шероховатости от 6 до 63 мкм.

На участке, проточенном резцом с прямой режущей кромкой  $R_{m_{max}} \approx 127$  мкм, на втором участке, полученном резцом с радиусной режущей кромкой и углом наклона  $\lambda_2 = 15^\circ$ ,  $R_{m_{max}} \approx 58$  мкм, на третьем участке радиусным резцом с углом наклона  $\lambda_2 = 45^\circ$  соответственно  $R_{m_{max}} \approx 43$  мкм.

Резец с радиусной режущей кромкой имеет преимущества в сравнении с резцом с прямой режущей кромкой в отношении шероховатости обработанной поверхности. Качество обработки зависит от угла наклона режущей кромки в направлении вектора подачи и на экспериментальной конструкции резца с радиусной режущей кромкой может изменяться в пределах от 0 до  $90^\circ$ .

Дополнительно следует иметь в виду, что концепция режущего элемента с радиусной кромкой была применена при изготовлении галтельных фрез и обеспечила двукратное снижение энергоёмкости процесса резания. На рис. 4 представлена фотография экспериментального резца.



Рис. 3. Проточенный цилиндрический образец

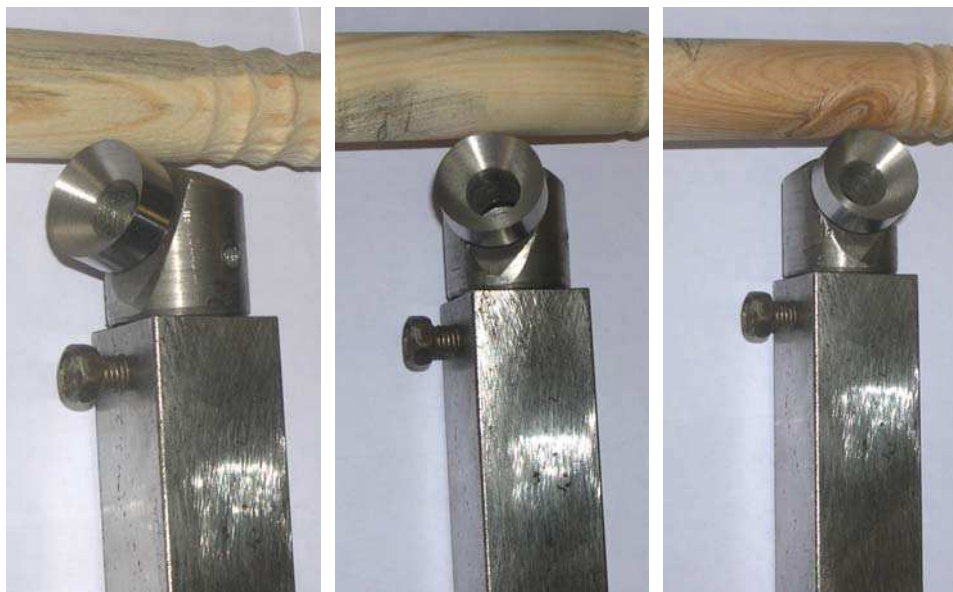


Рис. 4. Экспериментальный резец с изменяющимися угловыми параметрами

Конструкция резца применима для обработки металлических сплавов, таких как дюралюминий. При обработке металлических пластичных сплавов возникают трудности, связанные с образованием сливной стружки. Сливная стружка затрудняет эксплуатацию оборудования и представляет опасность для работающих. Режущий элемент экспериментального резца обеспечивает направленное перемещение стружки через отверстие в режущем контуре и повышает безопасность работы.

**Заключение.** Резцы с радиусной режущей кромкой обеспечивают более высокое качество обработанной поверхности.

Шероховатость поверхности зависит от угла перезапания волокон. Конструкция экспериментального радиусного резца позволяет изменять этот угол от 0 до 90°. При нулевом значении угла преимущественно осуществляется поперечное перерезание волокон, с увеличением угла  $\lambda_2$  процесс резания переходит к схеме поперечно-продольного резания с уменьшением шероховатости обработанной поверхности ориентировочно до  $R_{m\max} \approx 45\text{--}58$  мкм.

При определении визуально лучшее качество обработки наблюдается в районе сучков, при обработке заготовок из древесины твердых пород.

Следует ожидать существенного снижения энергоемкости процесса резания за счет более оптимальной схемы стружкообразования и ее «сво-

бодного» удаления из зоны резания без дополнительной упрессовки и диспергирования через полое отверстие в кольцевом режущем элементе.

Расчетная стойкость резцов с радиусной режущей кромкой в 15 раз выше при кольцевом режущем элементе диаметром 25 мм и длине контакта лезвия с обрабатываемым материалом 5 мм.

Разработанная конструкция экспериментального резца с радиусной режущей кромкой характеризуется сравнительной простотой и легко реализуется технически.

#### Литература

1. Бершадский, А. Л. Резание древесины / А. Л. Бершадский, Н. И. Цветкова. – Минск: Выш. шк., 1975. – 303 с.
2. Филиппов, Г. В. Режущий инструмент / Г. В. Филиппов. – Л.: Машиностроение, 1981. – 391 с.
3. Комбинированная фрезерная головка: пат. № 10172 Респ. Беларусь, МПК В 23 С 5/16 / С. И. Карпович, А. А. Гришкевич, С. С. Карпович, В. П. Раповец; заявитель Белорус. гос. техн. ун-т. – № а 20051032; заявл. 27.10.2005; опубл. 30.06.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 6. – С. 68.
4. Вращающийся резец: а. с. 222844 СССР / Е. Г. Коновалов, Л. А. Чик; заявитель Физ.-техн. ин-т АН БССР. – Кл. 49а, 33/03; заявл. 17.03.1966; опубл. 22.07.1968. – 1968. – № 23. – С. 43.

Поступила 01.04.2010