



УДК 621.9.022

**А.В. Козлов, В.С. Верещагин**  
Филиал ФГАОУ «Южно-Уральский  
государственный университет» (НИУ)  
г. Златоуст, Россия  
E-mail: kozlovav@susu.ru  
Дата поступления 18.12.2020

## НАРЕЗАНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ КАНАВОК В ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЯХ С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОЙ РАСТОЧНОЙ ОПРАВКИ

### Аннотация

Рассмотрен процесс получения кольцевых канавок в глубоком отверстии с использованием универсальной расточной оправки. Выполнено теоретическое обоснование работы расточной оправки. Приведены результаты экспериментов по нарезанию кольцевых канавок в деталях из алюминиевого сплава марки Д16Т на токарном станке с ЧПУ мод. 16К20Ф3. Результаты экспериментальных исследований подтвердили возможность изменения предлагаемого метода для нарезания кольцевых канавок в глубоких отверстиях.

**Ключевые слова:** расточная оправка, обработка отверстий, кольцевая канавка, точность, универсальность.

### Введение

Нарезание внутренних кольцевых канавок в глубоких отверстиях представляет серьёзную проблему, поскольку при использовании традиционных канавочных резцов [1] сложно обеспечить стабильную величину глубины канавки из-за малой жесткости инструмента и его радиальных деформаций. Расточная оправка позволяет избавиться от данного недостатка, так как оправка снабжена выдвижным опорным элементом, который базируется по поверхностям обработанного отверстия.

### Основная часть

В работе [2] рассмотрена возможность базирования инструментов одностороннего резания по поверхностям обрабатываемого отверстия. Разработанная система математических моделей позволяет установить зависимость между диаметром инструмента, диаметром обрабатываемого отверстия и диаметром полученного отверстия, с помощью определённого вида базирования по поверхности. Схемы обработки отверстий при базировании на обрабатываемую и обработанную поверхности показаны ниже (рисунок 1).

В основе конструкции работы универсальной расточной оправки лежат следующие теоретические предпосылки. [2, 3] При обработке отверстий в случае выполнения минимального размера  $D_{min}$  (рис. 2в) расстояние между проекциями опорной точки базировочного элемента и формообразующей (периферийной) точкой режущей кромки на плоскость, перпендикулярную оси вращения –  $E$ , должны быть равны:

$$D_{min} = E. \quad (1)$$

При обработке максимального размера  $D_{max}$  опорная точка должна лежать на обрабатываемой поверхности (рис. 2б), тогда:

$$E \geq D_{max} - \frac{D_{max} - D_3}{2}. \quad (2)$$

После подставки (1) в (2) и преобразований имеем:

$$D_3 \leq 2D_{min} - D_{max}. \quad (3)$$

В случае обработки фасонных в осевом сечении отверстий базировочный элемент опирается в течении одного прохода на обрабатываемую поверхность, а резец начинает обрабатывать поверхность на заданную глубину  $t$  (рисунок 2б). Диаметр предварительно обработанной поверхности определяется крайними значениями соотношений (3), то есть:

$$D_3 = 2D_{min} - D_{max}. \quad (4)$$

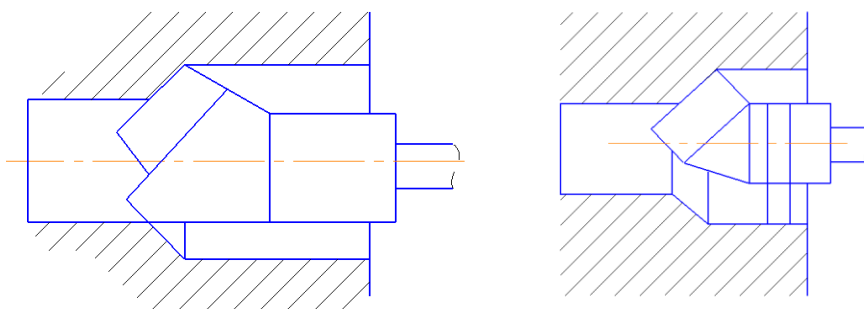


Рисунок 1. Схемы обработки отверстий при базировании на поверхности

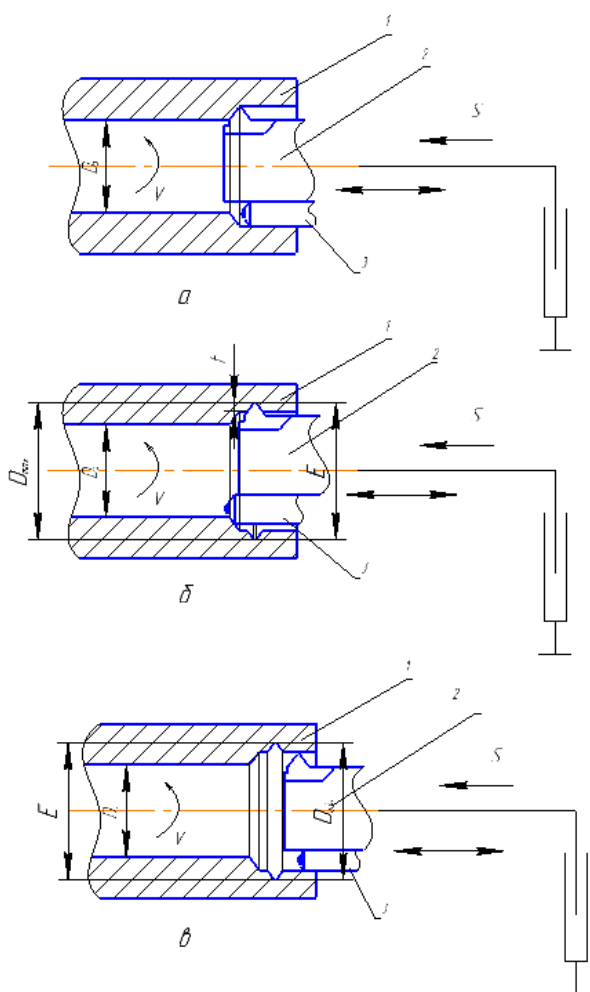


Рисунок 2. Схема нарезания кольцевой канавки

После выполнения канавки опорный элемент 3 отводится в исходное положение, инструменту 2 сообщается осевая подача и технологический цикл снова повторяется.

Для получения таких канавок была спроектирована и изготовлена расточная оправка (см. рисунок 3), в которой установлен резец с пластинкой из твердого сплава [4].

Устройство (рисунок 3), включает корпус 1, установленный на продольном суппорте токарного станка, расточную оправку 2 с размещённым в ней режущим элементом 3, опорным элементом 4 и пальцем 5. В продольном отверстии оправки размещен с возможностью осевого перемещения опорный элемент 4. Опорный элемент связан с пальцем 5, установленным на корпусе 1 с возможностью поперечных перемещений. Палец 5 входит в наклонный паз 6 выполненный в корпусе 1. Перемещение пальца по наклонному пазу приводит к выдвигению опорного элемента 4. Палец, жёстко связанный с корпусом, перемещается путем изменения координаты  $x$  в системе ЧПУ, то есть поперечным перемещением суппорта станка.

Расточная оправка была установлена на токарный станок 16К20Ф3 с устройством ЧПУ NC-201М Российского производства. [5] После изготовления, сборки и установки расточной оправки был проведён процесс обработки с целью подтверждения работоспособности данной конструкции.

Для процесса обработки была использована заготовка цилиндрической формы из алюминиевого сплава Д16Т с наружным диаметром 45 мм, внутренним отверстием диаметром 27 мм. Все кольцевые канавки были выполнены по управляющей программе. Канавки имеют одинаковую глубину и шаг – 3 мм (см. рисунок 7). Изменять эти параметры можно с помощью управляющей программы, а корректировать наклон и профиль канавок возможно путём замены и соответствующей заточки твердосплавной пластинки.

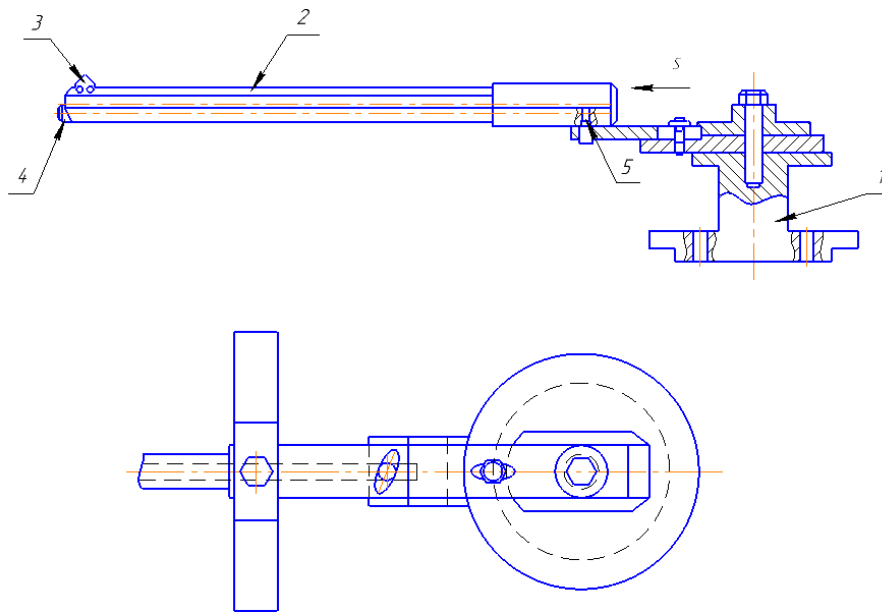


Рисунок 3. Универсальная расточная оправка



Рисунок 4. Общий вид расточной оправки, установленной на станке

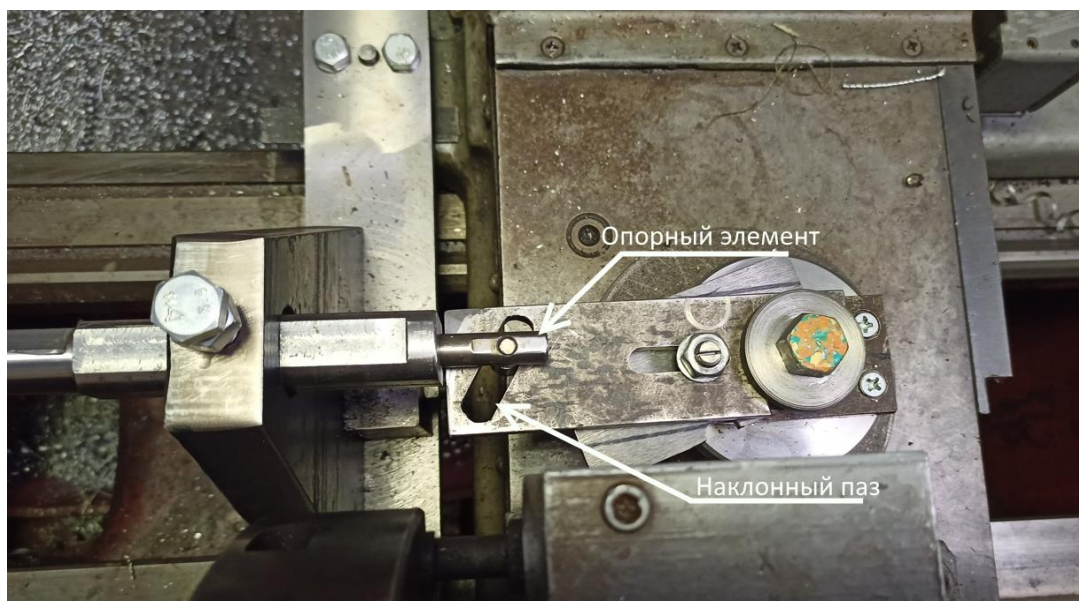


Рисунок 5. Механизм перемещения опорного элемента по наклонному пазу



Рисунок 6. Процесс нарезания кольцевых канавок



Рисунок 7. Заготовка после обработки универсальным инструментом

### Заключение

Таким образом была подтверждена возможность получения кольцевых канавок с использованием универсальной расточной оправки. Отработка программы показала работоспособность данной установки, поскольку был достигнут ожидаемый результат. Кольцевые канавки, выполненные с использованием данной разработки, имеют стабильный и точный профиль. Расточная оправка не содержит в себе сложных деталей и конструкций, что делает ее простой в изготовлении и доступной для использования.

### Библиографический список

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.
2. Козлов, А.В. Исследование процессов формообразования отверстий мерными инструментами: монография / А.В. Козлов, И.П. Дерябин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006 – 251 с.
3. Лакирев, С.Г. Математическое моделирование точности обработки глубоких отверстий концевыми мерными инструментами / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, А.В. Козлов // Прогрессивная технология обработки глубоких отверстий: сборник тезисов докладов 7-й Всесоюзной конф. – М.: Информатика, 1991 – С. 21–24.
4. А.с. 1373484 СССР МКИ В 23 В 35/00. Способ многопроходной обработки отверстий / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, А.В. Козлов № 4092586/31-08; заявл. 15.05.86; опубл. 15.02.88, Бюл. № 6.
5. А.с. 1827331 СССР МКИ В 23 В 35/00. Способ обработки некруглых валов и отверстий и устройство для его осуществления / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, А.В. Козлов, С.Г. Чиненов № 4922123/08; заявл. 25.03.91; опубл. 15.07.93, Бюл. № 26.

*Information about the paper in English*

**A.V. Kozlov, V.S. Vereshchagin**  
Branch of South Ural State University  
(National Research University)  
Zlatoust, Russia  
E-mail: kozlovav@susu.ru  
Received 18.12.2020

### CIRCULAR GROOVING IN DEEP BORES USING A UNIVERSAL BORING BAR

#### Abstract

The paper describes a process of circular grooving in deep bores using a universal boring bar. A theoretical rationale for a boring bar operation is provided. The paper contains results of the experiments on circular grooving in parts from aluminum alloy grade D16T on CNC lathe 16K20FZ. The experimental research proved that the suggested method could be used for circular grooving in deep bores.

**Keywords:** boring bar; bore processing; circular groove; accuracy; universality.