

УДК 621.914.5

## **СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ФРЕЗ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ МЕТОДОМ ВИНТОВОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ**

**Санинский В.А., Осадченко Е.Н., Гриб О.О.**

*Волжский политехнический институт (филиал) ГОУ ВПО Волгоградского государственного технического университета, Россия (404121, г. Волжский, ул. Энгельса 42а) vpi@volpi.ru*

**В настоящее время традиционная технология механической обработки глубоких и глубоких прерывистых отверстий предусматривает применение растачивания борштангами, оснащенных резцами. Однако обработка резцами сопровождается недостаточным делением стружки, особенно при растачивании труб из легированных сталей, что приводит к проблемам со стружкоделением и стружкоотводом. Одним из способов улучшения процесса деления сливной стружки является вихрефрезерование, что также создает трудности в выборе и проектировании оптимальных геометрических параметров фрез и режимов резания. Для решения этой проблемы была выполнена систематизация геометрических параметров фрез. Приведены результаты систематизации основных геометрических элементов дисковых, цилиндрических, пальцевых фрез различных, предназначенные для улучшения стружкоделения в условиях необходимости организации стружкоотвода при осуществлении вихрефрезерования глубокого отверстия методом винтовой интерполяции. Получены рекомендации для назначения типа фрез для различных технологических процессов и оборудования.**

Ключевые слова: систематизация, фрезы, стружкоделение, вихрефрезерование, винтовая интерполяция, глубокое отверстие

## **ORDERING GEOMETRIC ELEMENTS MILLS FOR MILLING METHOD HELICAL INTERPOLATION**

**Saninsky V.A. , Osadchenko E.N., Grib O.O.**

*Volzhsy Polytechnical Institute (branch) of SEI HPE Volgograd State Technical University, Russia, vpi@volpi.ru*

**Currently, the traditional technology of machining of deep and profound discontinuous holes involves the use of boring boring bar equipped with cutters. However, treatment is accompanied by insufficient dividing cutter shavings, especially when boring of alloyed steel pipe, which leads to problems and to shaving division and chip flow. One way to improve the process of dividing the discharge of chips is whirl milling that creates difficulties in the selection and design of optimal geometric parameters of mills and cutting. The results of the systematization of basic geometric elements circular, cylindrical, finger, different cutters, intended to improve conditions in shaving division need to organize the implementation chip flow whirl milling deep holes by helical interpolation. Get recommendations for appointment to various types of milling processes and equipment.**

Keywords: classification, milling, shaving division, whirl milling, helical interpolation, deep hole

В настоящее время традиционная технология механической обработки глубоких и глубоких прерывистых отверстий предусматривает применение растачивания борштангами, оснащенных резцами [1, 2].

Однако обработка резцами сопровождается недостаточным делением стружки, особенно при растачивании труб из легированных сталей, что приводит к проблемам со стружкоделением и стружкоотводом [2].

Одним из способов улучшения процесса деления сливной стружки является вихрефрезерование [2, 12, 19], в том числе [3, 4, 5] и для обработки фасонных поверхностей как регулярный периодический профиль (РПП) [6, 7, 8, 20], также создает трудности в

выборе и проектировании оптимальных геометрических параметров фрез и режимов резания.

Для решения этой проблемы была выполнена систематизация геометрических параметров фрез по следующим геометрическим элементам:

**- по материалу режущей части:**

- быстрорежущие напайные [1];
- быстрорежущие со вставными пластинами [1];
- быстрорежущие со вставными пластинами с износостойким покрытиями [1];
- твердосплавные с напайными пластинами, твердосплавные со сменными пластинами [1];
- твердосплавные со сменными пластинами с износостойким покрытиями [1];
- минералокерамические;

**по форме фрез:**

- цилиндрические [1];
- дисковые [1];
- концевые [1];
- червячные [1];

**по профилю стружечных канавок:**

- с кольцевыми канавками [1]
- с винтовыми канавками правого наклона [1];
- с винтовыми канавками левого наклона [1];

**по наличию заборного конуса [1]:**

- с одним заборным конусом (фрезы для обработки червячных колес методом осевой подачи)[1];

**по наличию калибрующей части:**

- одна калибрующая часть [1];
- круговое расположение режущих и калибрующих зубьев [4]

**- по различию шагов:**

- с одинаковым шагом между зубьев в продольном направлении [1];
- одинаковый шаг между зубьев по окружности [1];
- переменный шаг между зубьями по окружности [4];

**по расположению зубьев на развертке режущих зубьев:**

- прогрессивная схема расположения (каждый последующий зуб выше предыдущего [1];
- шахматная схема расположения (последующие зубья расположены между предыдущими [1];

**по направлению винтовых стружечных канавок:**

-правое направление [1];

-левое направление [1];

**по способу крепления фрез в шпинделе:**

- крепление конусом Морзе [1];

- крепление метрическим конусом [1];

- крепление конусом 7:24 [1];

- насадные с креплением на цилиндрической оправке [1];

- насадные с креплением наборной фрезы из дисковых фрез (дисков) [5];

**по виду обрабатываемой поверхности:**

- резьбовые [1];

- регулярного периодического профиля [4, 6];

- эвольвентного профиля зубчатых зацеплений [6];

- эвольвентного профиля зубьев червячных колос (фрезы червячные с заборным конусом);

- круглого профиля зубчатых колес зацепления Новикова [6];

**по специализации:**

- стандартные [1];

- по техническим условиям предприятий изготовителей [1];

- специальные [1];

**по типу вихрефрезерного металлорежущего оборудования:**

- станки с ЧПУ типа 6P16Ф3 [1];

- резьбофрезерные станки [1,2];

- зубообрабатывающие станки с ЧПУ [1];

- специальные пинольные станки с планетарным движением шпинделя [10, 11].

Для повышения производительности обработки резьбовых поверхностей применяют наружное и внутреннее вихрефрезерование [16]. Например, для обработки наружных поверхностей шеек коленчатых валов успешно используется высокопроизводительное черновое и вихрефрезерование на станках фирмы Берингер [17], для обработки внутренних резьб - станки с ЧПУ [19].

Известно, что способ фрезерования с дополнительным осевым движением инструмента [18, 19] позволяет повысить производительность труда в 2,5-3 раза.

Исследуются возможности применения для вихревого фрезерования гребенчатых фрез [12], где предложено для процессов обработки вихрефрезерованием величину подачи  $S_z$  представлять:

$$S_z = \frac{S_{kp}}{n_p \cdot z}, \quad (1)$$

где  $S_{кр}$  – круговая подача заготовки или окружная скорость ее вращения, мм/мин.

Круговая подача заготовки (или планетарного движения фрезы) равна:

$$S_{кр} = \pi D_3 \cdot n_3, \quad (2)$$

где  $D_3$  – диаметр обрабатываемой заготовки, мм.

Актуальность проведения работы по освоению технологии механической обработки внутренней поверхности бесшовных труб, например, на ОАО «ВТЗ» связана с рядом факторов, связанных с производством труб диаметрами от 40 до 130 мм по ГОСТ 8731, 23270, ГОСТ Р 53383. Важным требованием к таким трубам являются отклонения по внутреннему диаметру труб - глубокому отверстию.

Требуемые предельные отклонения внутреннего диаметра трубы  $\pm 1\%$ ., соответственно в интервале ( $\pm 0,4 \div \pm 1,3$ ) мм, меньшее значение для  $\varnothing 40$  мм большее для  $\varnothing 130$  мм. Из-за того, что, часто после проката труба имеет отклонения по внутреннему диаметру  $\pm 2$  мм, т. е. превышает допустимые отклонения от нормативов, возникла необходимость совершенствования технологического процесс их механической обработки.

Для труб бесшовных на основе титана по ГОСТ 21945-76 с повышенным качеством наружной поверхности. Трубы группы А должны быть расточенными по внутренней поверхности и обточенные или шлифованные по наружной поверхности с получением параметров шероховатости  $Rz \leq 40$  мкм.

Традиционно для механической обработки глубоких отверстий применяется морально устаревшее специальное расточное оборудование типа станков для глубокой расточки труб RIS 60, RIS 125, RIS 235 или расточного станка РТ-602 и т. п.

Поскольку расточные станки не обеспечивают возросших требований к механической обработке, то совершенствование технологии механической обработки внутренней поверхности бесшовных труб на основе разработки и нового оборудования и инструментария является одной из актуальных проблем трубного производства.

Разработан и исследуется альтернативный растачиванию вариант вихрефрезерования с планетарно-круговой подачей, совмещенной с осевой подачей фрезы. При этом, для повышения качества обработанной вихрефрезерованием поверхности может быть предусмотрено режуще-деформирующее прошивание калибрующими зубьями прошивки и дорнование.

Рассматриваемое вихрефрезерование называют методом круговой интерполяции с врезанием по 2 осям.

Принцип работы представлен на рис. 1. Заготовка неподвижна, а инструмент – фреза совершает два вида вращения: вокруг своей оси и планетарное движение по круговой орбите с определенной подачей [7].

Тип фрезы для расфрезерования отверстия зависит от диаметра отверстия, можно использовать как концевые, так и насадные конструкции фрез.

В монографии [9] и патентах [10, 11, 13, 14] представлены описания пинольного станка и устройства пиноли для вихрефрезерования методом винтовой интерполяции глубоких отверстий в трубных заготовках с безазорным базированием режуще-деформирующей прошивки [15] пиноли (разновидность фрезерной головки) по обработанному отверстию.

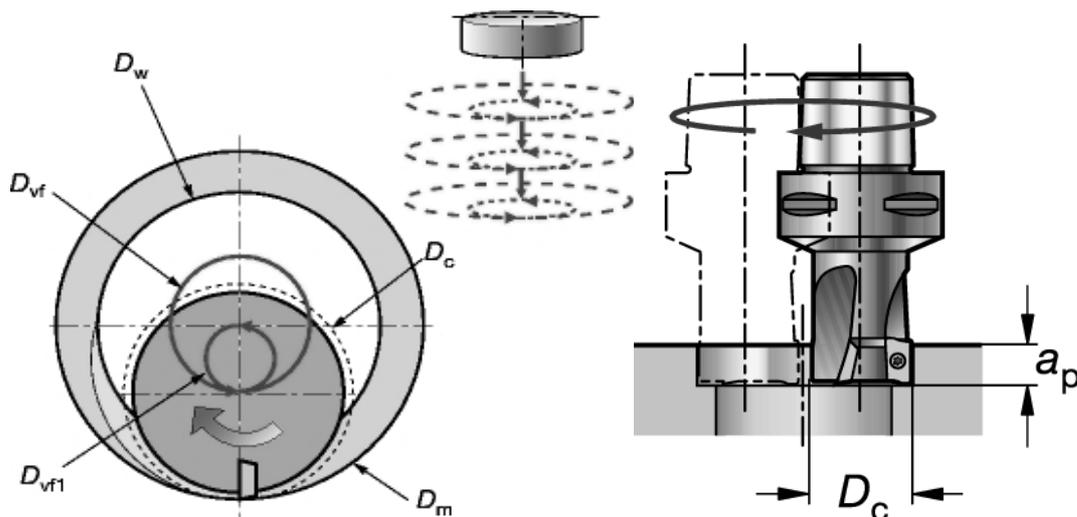


Рис. 1. Круговая интерполяция с врезанием по 2 осям

Метод круговой интерполяции является альтернативой использованию традиционного расточного инструмента. Круговую интерполяцию можно применять, используя большинство фрез с углом в плане 90 градусов, совершая кольцевой проход (рис. 2).

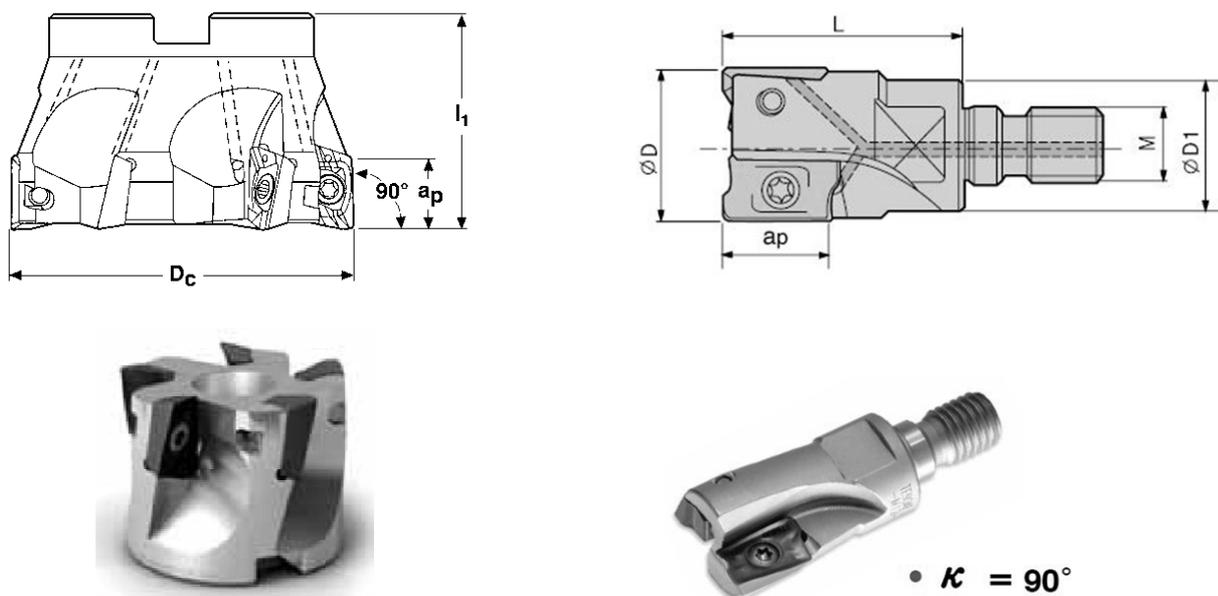


Рис. 2. Фрезы производства фирм «Seco» (слева) и «TaeguTec» (справа)

Использование больших подач прошивки [15] и совмещение круговой и осевой подач фрезерного инструмента на оборот планетарного механизма пиноли [10, 11, 13], обеспечивает высокую производительность обработки и повышение точности обработанных совмещение резания и ППД как глубоких, так и координированных соосных отверстий [8].

Расчеты показывают, что машинное время обработки трубы с внутренним диаметром 80 мм и длиной 6 м при использовании вихрефрезерования на 55-70% меньше, чем при растачивании традиционными расточными головками.

Существующее многообразие конструкций фрез для вихрефрезерования требует разработки апробированных рекомендаций, направленных на оптимизацию их конструктивных элементов и оборудования, использующих фрезы.

Результаты систематизации основных геометрических элементов дисковых, цилиндрических, пальцевых фрез, предназначенных для улучшения стружкоделения в условиях необходимости организации стружкоотвода при осуществлении вихрефрезерования глубокого отверстия методом винтовой интерполяции, позволяют использовать их как справочный материал при назначении типов фрез для различных технологических процессов и оборудования.

### Список литературы

1. Каменецкий А.В. Обработка резьб нефтяного и газового сортамента [Текст] /Л.И. Каменецкий .-М. : ЗАО «Резьбовые технологии», 2003.
2. Каталог SANDVIK COROMANT [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://www.sandvik.coromant.com.ru> (дата обращения: 10.03.15).
3. Косарев Д. В. Повышение точности формообразования внутренних резьб фрезами с твердосплавными пластинами при планетарном движении инструмента: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д.В. Косарев СамГТУ; Станкин. – Москва, 2010. – 232 с.
4. Металлорежущий станок: пат. 144594 Рос. Федерация: МПК В23В41/00 / В.А. Санинский, В.В. Ананян, А.В. Санинский, Ю.Н. Платонова, Е.Н. Осадченко; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ) - № 2014100127/02; заявл. 09.01.2014; опубл. 27.08.2014.
5. Оробинский В.М. Определение геометрических параметров срезаемого слоя и подачи на резец головки при обработке цилиндрических поверхностей деталей вихревым фрезерованием/ В.М. Оробинский, Ольштынский П.В., Деулин М.М., Бессарабов С.В. Известия Волгоградского государственного технического университета (М-во образования

- РФ). Сер 2. Прогрессивные технологии в машиностроении / Волгоград. гос. техн. ун-т. \_  
Волгоград. 2003, Вып 6.-120 с.
6. Патент RU 2319545 C1
  7. Патент RU 2311993 C12.
  8. Пат. 2273548 РФ, МПК В 23 В 41/00. Металлорежущий станок / В.А. Санинский, Н.Я. Смольников, А.В. Санинский; ВолгГТУ. - 2006.
  9. Пат. 2391186 РФ, МПК В 23 В 41/00. Металлорежущий станок / В.А. Санинский, Н.Я. Смольников, Ю.И. Сидякин, А.В. Санинский, Н.П. Старчак; ВолгГТУ. - 2010.
  10. Прогрессивные машиностроительные технологии: монография / А.Н. Афонин, Ю.Н. Платонова, Л.А. Рыбак, В.А. Санинский, Е.В. Смоленцев, Н.А. Старчак, Ю.Л. Чигиринский. - М. : ИД "Спектр", 2012. - Т. I. - 333 с.
  11. Санинский, В. А Геометрические характеристики радиально-упорных подшипников скольжения с эквидистантными поверхностями трения РПП Санинский В. А, Старчак Н.П, Платонова Ю. Н. Вестник машиностроения .- 2012.- № 11. С. 34-38.
  12. Санинский, В.А. Методология повышения запаса точности коренных подшипников дизелей размерной механической обработкой и компьютерной сборкой : учеб. пособ.(гриф). Доп. УМО вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) / В.А. Санинский; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - 223 с.
  13. Санинский, В.А. Методология прогнозирования границ ликвационного квадрата в заготовках деталей машин: монография / В.А. Санинский; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград: РПК "Политехник", 2005. - 122 с.
  14. Санинский, В.А. Повышение качества механической обработки соосных поверхностей деталей многоопорных подшипниковых узлов: монография / В.А. Санинский; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград: РПК "Политехник", 2003. - 186 с.
  15. Смольников, Н. Я. Специальные станки для растачивания глубоких прерывистых отверстий шпинделями на выносных опорах: монография / Н. Я. Смольников, В. А. Санинский. – Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2004. – 176 с.
  16. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
  17. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
  18. Старчак, Н.А. Выбор оптимального сочетания поверхностей контакта в соосных парах трения и взаимосвязь с параметрами образованного зазора / Н.А. Старчак, В.А. Санинский, Ю.Н. Платонова // Вестник машиностроения. - 2011. - № 5. - С. 40-42.

19. Устройство для механической обработки глубоких отверстий : пат. 143938 Рос. Федерация: МПК В23В41/02 / В.А. Санинский, В.В. Ананян, Е.Н. Осадченко, А.В. Санинский; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ) - № 2014108971/02; заявл. 07.03.2014; опубл. 10.08.2014.

**Рецензенты:**

Пушкарев О.И., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Общетехнические дисциплины», Волжский институт строительства и технологий (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», г. Волжский;

Шевчук В.П., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автоматизация технологических процессов», Московский энергетический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет», г. Волжский.