

Расчет и конструирование машин

УДК 621.923.6

DOI: 10.18698/0536-1044-2018-3-3-13

Профилрование стружечных канавок резьбовых фрез

О.В. Мальков¹, И.А. Павлюченков¹, В.Н. Козяр²¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1² ФГУП «НПЦ Автоматики и приборостроения им. акад. Н.А. Пилюгина», 117342, Москва, Российская Федерация, ул. Введенского, д. 1

Profiling the Flutes in Thread-Milling Cutters

O.V. Malkov¹, I.A. Pavlyuchenkov¹, V.N. Kozyar²¹ BMSTU, 105005, Moscow, Russian Federation, 2nd Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1² Federal State Unitary Enterprise, Research and Production Center of Automatics and Instrument Making named after Academician N.A. Pilyugin, 117342, Moscow, Russian Federation, Vvedenskiy St., Bldg. 1

e-mail: olma70@mail.ru, МОСКБАОНLINE@gmail.com, monqpepers@gmail.com



Выполнен анализ существующих способов профилрования стружечных канавок концевых фрез, в том числе резьбовых. Установлена перспективность формообразования их стружечных канавок инструментами простого профиля, что позволяет повысить технологичность изготовления таких инструментов. Разработаны математические зависимости для определения профиля торцевого сечения стружечных канавок резьбовых фрез на основе расчетной схемы, соответствующей кинематической схеме работы многокоординатных заточных станков с ЧПУ, что обеспечит увеличение эффективности технологической подготовки производства резьбовых фрез. Предложенные теоретические зависимости подтверждены экспериментальными исследованиями, которые проводились на заготовках из капролона диаметром 34,5 мм на универсальном заточном станке, и показали хорошую сходимость теоретического и экспериментального профилей с погрешностью, не превышающей 0,42 мм. Результаты работы позволяют сформировать исходные данные для оценки прочности конструкции инструмента, оптимизации его геометрических и конструктивных параметров, профилрования зубьев, исследования стружкообразования и стружкоотвода и определения площади контакта зуба со срезаемым припуском.

Ключевые слова: винтовая стружечная канавка, резьбовая фреза, профилрование стружечных канавок, формообразование торцевого сечения, шлифование канавок



This paper presents an analysis of the existing methods of profiling the flutes of end-milling cutters, including thread-milling ones. The viability of generation of geometry of the flutes by simple profile tools is established, which makes manufacturing of such tools more efficient. Mathematical relations are developed to determine the profile of the flute end section of the thread-milling cutters based on a calculation model corresponding to the kinematic diagram of operation of CNC multi-axis grinders, which guarantees more efficient production planning of thread-milling cutters. The proposed theoretical dependencies are confirmed by experimental studies conducted on caprolon workpieces with the diameter of 34.5 mm on a universal grinder. They show a good convergence of the theoretical and experimental profiles with an error not exceeding 0.42 mm. The results of the study allow the

formation of initial data for the evaluation of the strength of the tool design, optimization of its geometric and design parameters, teeth profiling, study of chip formation and chip removal, and determination of the tooth contact area with the cut stock.

Keywords: helical flute, thread-milling cutter, profiling of the flutes, generation of geometry of the end section, grinding of the flutes

В связи с широким использованием станков с ЧПУ непрерывно растет доля резьбофрезерования, что обусловлено универсальностью процесса, улучшенным стружкоотводом, возможностью внесения корректировки для достижения требуемой точности резьбы, легкостью извлечения инструмента из отверстия при его поломке и др. Проведенный анализ производственных программ инструментальных предприятий в России показал, что резьбовые фрезы, изготовленные из быстрорежущей стали согласно ГОСТ 1336–77, имеют прямые стружечные канавки, а современные конструкции инструментов, выполненные из твердого сплава по лицензии зарубежных предприятий, — преимущественно винтовые стружечные канавки (ВСК).

Использование ВСК на резьбовых фрезам позволяет снизить силу резания и вибрации. Системы автоматизированного проектирования этих инструментов и технология их изготовления на заточных станках с ЧПУ в современном отечественном машиностроении исследованы недостаточно. Отсутствуют стандарты, регламентирующие геометрические и конструктивные параметры современных конструкций резьбовых фрез с ВСК.

Большую роль в определении работоспособности резьбовых фрез играет форма профиля передней поверхности в торцевом сечении [1, 2], которая лежит в основе решения задач, связанных с оценкой прочности конструкции, оптимизацией геометрических и конструктивных параметров резьбообразующей части инструмента, профилированием зубьев [3], исследованием стружкообразования и стружкоотвода и определением площади контакта зуба со срезаемым припуском [4].

Для подавляющего большинства современных конструкций цельных концевых резьбовых фрез приоритетной технологией является их изготовление на многокоординатных шлифовальных станках с ЧПУ, например, компании ANCA (Австралия–Германия) [5]. При обработке профиль стружечной канавки зависит от формы и размеров применяемого шлифовального круга (ШК), параметров фрезы (диаметра,

угла наклона канавок, количества зубьев, глубины профиля, ширины затылка и пр.), а также от взаимного расположения заготовки фрезы и ШК. Практика показывает, что для обработки ВСК резьбовых фрез целесообразно использовать ШК простой формы (прямого профиля 1A1, конического профиля 1V1).

Исследованию формы стружечных канавок посвящено много работ [6–20], где решались как прямые задачи по определению профиля инструмента по заданному профилю детали, так и обратные.

Цель работы — разработка математических зависимостей для определения профиля торцевого сечения ВСК резьбовых фрез на основе расчетной схемы, соответствующей кинематической схеме работы заточных станков с ЧПУ, что позволит обеспечить технологичность изготовления.

Теоретический расчет торцевого сечения винтовых стружечных канавок. В соответствии с кинематикой заточного станка разработана расчетная схема для определения формы ВСК резьбовой фрезы в торцевом сечении (рис. 1), на которой представлено положение шлифовального круга в повернутом и смещенном положении относительно произвольной опорной точки на образующей винтовой линии цилиндра. На рис. 1 приняты следующие обозначения: D_r — главное движение резания; D_{S_1} — подача профилирующего дискового инструмента (ПДИ); D_{S_2} — круговая подача заготовки; d — диаметр заготовки резьбовой фрезы; $D_i (R_i)$ — диаметр (радиус) i -го элементарного диска ПДИ; D_{\max} — максимальный диаметр ПДИ; C_i — расстояние от торца ПДИ до i -го элементарного диска; C_{\max} — высота ПДИ; A — расстояние между осями ПДИ и цилиндрической заготовки; N и M — смещение системы координат (СК) $X_i Y_i Z_i$ ПДИ относительно опорной точки O'_i на образующей винтовой линии цилиндра вдоль оси X_i и Z_i ; φ — угол поворота торца ШК относительно оси заготовки; ω — угол наклона винтовой линии стружечной канавки; ψ_j — текущий (j) параметр i -го элементарного диска ПДИ в

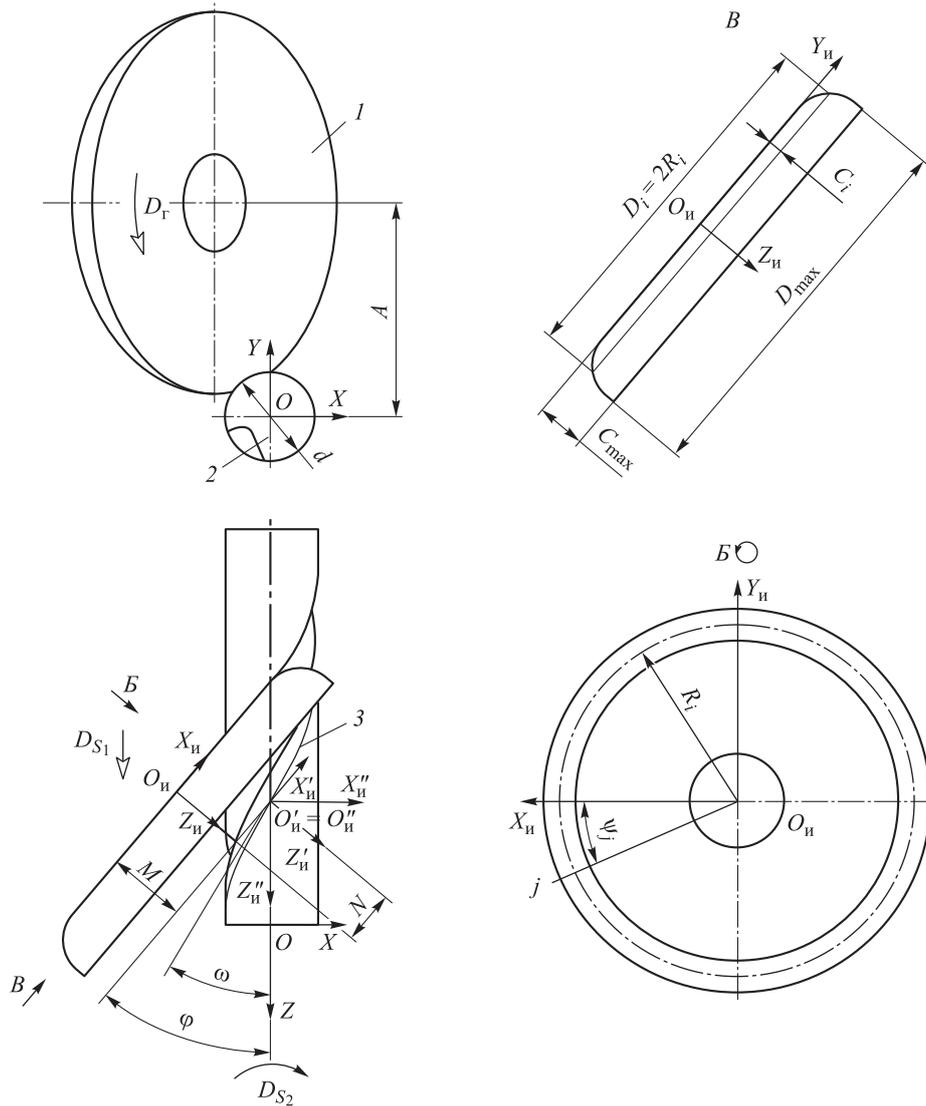


Рис. 1. Расчетная схема для определения формы ВСК резьбовой фрезы в торцевом сечении: 1 — ПДИ; 2 — заготовка резьбовой фрезы; 3 — образующая винтовая линия

СК $X_i Y_i Z_i$; $X'_i Y'_i Z'_i$ — СК, смещенная на расстояние M и N относительно СК $X_i Y_i Z_i$; $X''_i Y''_i Z''_i$ — СК, повернутая на угол φ относительно $X'_i Y'_i Z'_i$; XYZ — СК заготовки. Для определения координат ПДИ в СК заготовки XYZ с учетом перемещения и поворота СК используем аффинные преобразования в пространстве [21]. Далее под ПДИ будем понимать ШК.

Координаты точек, описывающих поверхность ШК в СК $X_i Y_i Z_i$, можно выразить следующим образом:

$$\begin{cases} X_i = R_i \cos \psi_j; \\ Y_i = -R_i \sin \psi_j; \\ Z_i = C_i. \end{cases} \quad (1)$$

Используя смещение ШК на расстояние N и M вдоль осей X_i и Z_i и его поворот относительно оси цилиндра на угол φ , получим координаты точек в СК $X'' Y'' Z''$:

$$\begin{bmatrix} X'' \\ Y'' \\ Z'' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) & 0 & \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) & 0 & \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & N \\ 0 & 1 & 0 & A \\ 0 & 0 & 1 & M \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X'' = X_{и} \sin \varphi + Z_{и} \cos \varphi + N \sin \varphi + \\ + M \cos \varphi; \\ Y'' = Y_{и} + A; \\ Z'' = -X_{и} \cos \varphi + Z_{и} \sin \varphi - N \cos \varphi + \\ + M \sin \varphi. \end{cases} \Rightarrow (2)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X'' = (X_{и} + N) \sin \varphi + (Z_{и} + M) \cos \varphi; \\ Y'' = Y_{и} + A; \\ Z'' = -(X_{и} + N) \cos \varphi + (Z_{и} + M) \sin \varphi. \end{cases}$$

Движение ШК вдоль винтовой линии эквивалентно его перемещению вдоль оси обрабатываемого цилиндра и одновременному вращению последнего вокруг своей оси. Поэтому для расчета координат точек ШК с учетом перемещения по винтовой линии введем динамическую СК $X_d Y_d Z_d$ (на рис. 1 не показана), смещенную на величину dz относительно $X'' Y'' Z''$ вдоль оси Z и повернутую на угол τ вокруг оси Z'' . В динамической СК следы от пересечения элементарных дисков с плоскостью $X_d O Y_d$ одинаковы по профилю и различаются лишь угловым положением. Профиль канавки в сечении XOY будет аналогичным профилю в динамической СК, повернутым вокруг оси Z . Используя матрицы преобразований, получим:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ Z_d \\ 1 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \cos \tau & \sin \tau & 0 & 0 \\ -\sin \tau & \cos \tau & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \\ &\times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -dz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X'' \\ Y'' \\ Z'' \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \\ \Rightarrow \begin{cases} X_d = X'' \cos \tau + Y'' \sin \tau; \\ Y_d = -X'' \sin \tau + Y'' \cos \tau; \\ Z_d = Z'' - dz. \end{cases} (3) \end{aligned}$$

В результате подстановки выражений (1) и (2) в систему уравнений (3) имеем

$$\begin{cases} X_d = [(R_i \cos \psi_j + N) \sin \varphi + (C_i + M) \cos \varphi] \times \\ \times \cos \tau + (-R_i \sin \psi_j + A) \sin \tau; \\ Y_d = -[(R_i \cos \psi_j + N) \sin \varphi + (C_i + M) \cos \varphi] \times \\ \times \sin \tau + (-R_i \sin \psi_j + A) \cos \tau; \\ Z_d = -(R_i \cos \psi_j + N) \cos \varphi + \\ + (C_i + M) \sin \varphi - dz, \end{cases} (4)$$

где τ — поворот обрабатываемого цилиндра, осуществляемый за единичное смещение dz ШК

вдоль оси обрабатываемого цилиндра, $\tau = 2dz \operatorname{tg} \omega / d$.

Координаты точек ВСК в торцевом сечении цилиндра найдем, решая систему уравнений (4), подставляя $\tau = 2dz \operatorname{tg} \omega / d$ и определяя параметр ψ_j при условии $Z_d = 0$. В итоге получим

$$\begin{cases} X_d = [(R_i \cos \psi_j + N) \sin \varphi + (C_i + M) \cos \varphi] \times \\ \times \cos \frac{2dz \operatorname{tg} \omega}{d} + (-R_i \sin \psi_j + A) \sin \frac{2dz \operatorname{tg} \omega}{d}; \\ Y_d = -[(R_i \cos \psi_j + N) \sin \varphi + (C_i + M) \cos \varphi] \times \\ \times \sin \frac{2dz \operatorname{tg} \omega}{d} + (-R_i \sin \psi_j + A) \cos \frac{2dz \operatorname{tg} \omega}{d}; \\ \psi_j = \arccos \left[\frac{(C_i + M) \sin \varphi - N \cos \varphi - dz}{R_i \cos \varphi} \right]. \end{cases} (5)$$

Система уравнений (3) приведена для формообразования профиля ВСК на основе правого направления винтовой линии. При необходимости использования ее левого направления следует изменить знак при dz или τ . Одновременное изменение знаков dz и τ не меняет направления винтовой линии канавки.

Система уравнений (5) с учетом подстановки ψ_j и однозначного соответствия радиуса R_i расстоянию C_i содержит два параметра (C_i, dz), поэтому торцевое сечение ВСК на плоскости XOY можно представить как огибающую семейства кривых, где каждая кривая определена соответствующим параметром $C_i \in [0; C_{\max}]$, а точки на кривой — параметром $dz \in [Z; Z - \Delta z]$ при условии, что ШК в начале и конце обработки (перемещаясь на $\Delta z = D_{\max} \cos \varphi + C_{\max} \sin \varphi$) касается плоскости XOY (рис. 2). Для рис. 2, а ($\varphi < 0$) имеем

$$Z = \left(\frac{D_{\max}}{2} + N \right) \cos \varphi + (C_{\max} + M) \sin \varphi,$$

а для рис. 2, б ($\varphi > 0$) —

$$Z = \left(\frac{D_{\max}}{2} + N \right) \cos \varphi - M \sin \varphi.$$

Расчет координат торцевого сечения ВСК по системе уравнений (5) реализован в Mathcad Prime 3.0. На рис. 3 представлен пример формообразования торцевого сечения ВСК инструмента для следующих условий: $D_{\max} = 151,6$ мм; $C_{\max} = 20,5$ мм; $C_i = 1$ мм; профиль ШК — 1А1 (прямой профиль), $d = 34,5$ мм; $A = 84,4$ мм; $N = 0$ мм; $M = 5$ мм; $\varphi = 10^\circ$; $\omega = 10^\circ$.

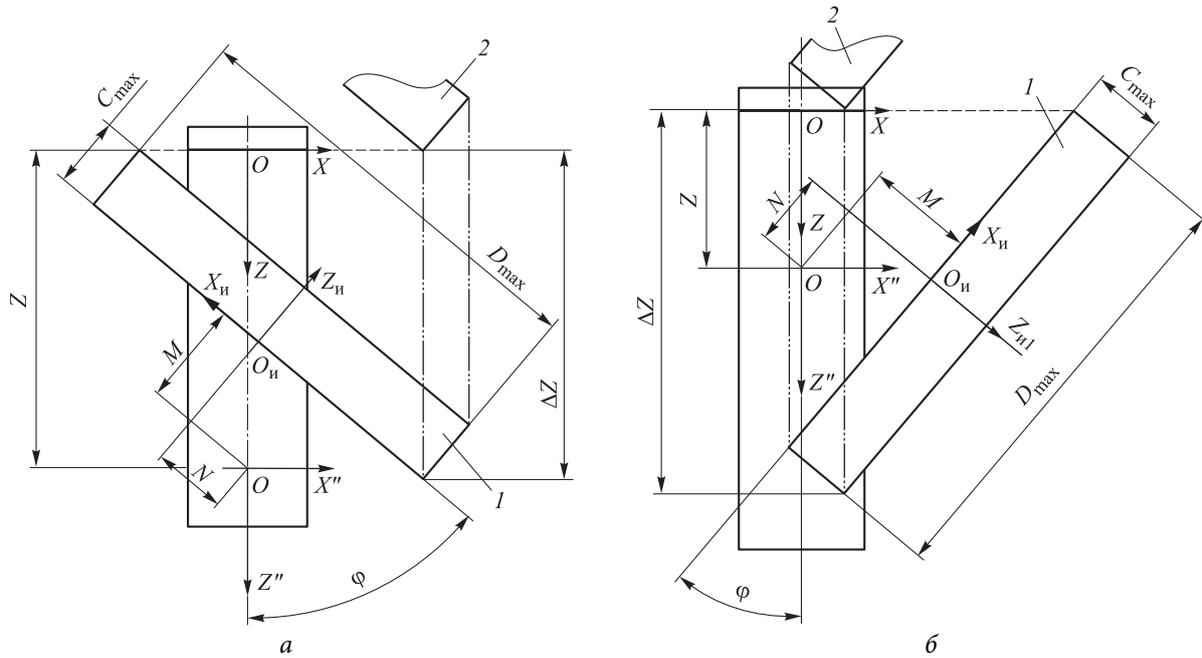


Рис. 2. Расчетные схемы определения границ диапазона dz при развороте ШК на угол φ в разных направлениях:
 а — $\varphi < 0$; б — $\varphi > 0$; 1 и 2 — начальное и конечное положение ШК

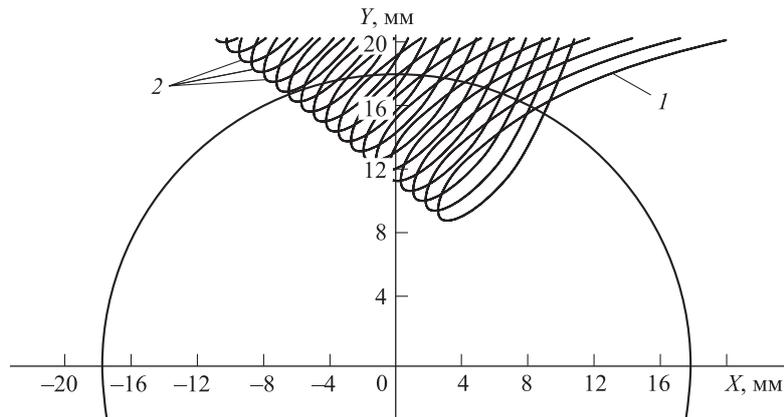


Рис. 3. Пример формообразования торцевого сечения ВСК:
 1 — след элементарного диска ШК в плоскости XOY ; 2 — совокупность следов всех элементарных дисков ШК

Экспериментальное подтверждение теоретических зависимостей. Проведены экспериментальные исследования для подтверждения теоретических зависимостей, описывающих профиль ВСК инструмента в торцевом сечении. Работа выполнена на универсальном заточном станке ЗД642Е с использованием приспособления для заточки инструмента с винтовыми стружечными канавками ЗЕ642Е (рис. 4) со следующими параметрами: диаметр и высота ШК $D_{max} = 151,6$ мм и $C_{max} = 20,5$ мм; профиль круга — 1А1; диаметр заготовки $d = 34,5$ мм; межосевое расстояние $A = 84,4$ мм. Значения

варьируемых факторов эксперимента приведены в таблице.

Предварительные эксперименты проводили на заготовках из дерева, что показало ряд недостатков, таких как прижоги на заготовке, засаливание ШК продуктами сгорания дерева и запах его горения. Поэтому было принято решение использовать заготовки из капролона (блочного полиамида 6) по ТУ 2224-036-00203803-2012. Применяли прутки диаметром 40 мм и длиной 1 000 мм, из которых изготавливали заготовки для экспериментальных исследований. На каждой заготовке выполняли

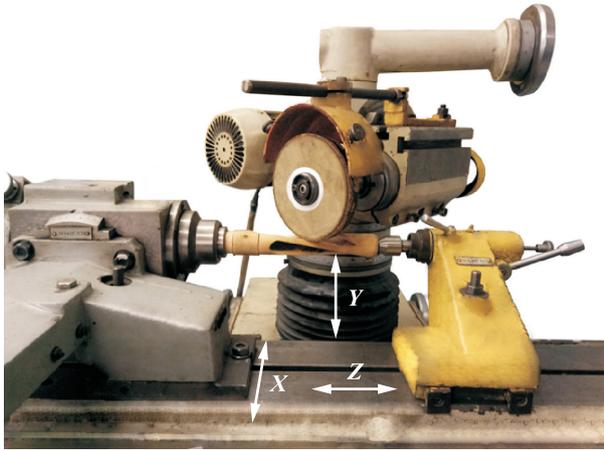


Рис. 4. Экспериментальная установка для обработки канавок

Значения варьируемых факторов эксперимента

Фактор	Номер канавки		
	1	2	3
Смещение N , мм	0	5	5
Смещение M , мм	5	0	5
Угол наклона ВСК ω , град	10	10	10
Угол установочный φ , град	10	10	30

по три стружечные канавки. Затем заготовку разрезали в плоскости, перпендикулярной оси, с учетом исключения поверхностей входа и выхода ШК.

На рис. 5 приведена расчетная схема определения координаты смещения ШК X_{MN} , поскольку на универсальном заточном станке можно реализовать только одно движение смещения ШК в направлении $X''_и$. Согласно рис. 5, смещение определяется по формуле

$$X_{MN} = M \cos \varphi + N \sin \varphi. \quad (6)$$

Формула (6) выведена для положительных смещений, поэтому отрицательные смещения M и N входят со своими знаками. Торец повернутого на угол φ ШК ориентировали относительно заготовки с помощью шаблона так, чтобы $O_и = O'_и = O''_и$ (см. рис. 5).

Установлено, что совокупность смещений N и M , обеспечивающих на экспериментальной установке одинаковые значения смещения торца ШК относительно оси заготовки, дает идентичные профили, повернутые относительно оси заготовки.

После шлифования канавок заготовку разрезали в плоскости, перпендикулярной ее оси, и полученное торцевое сечение сканировалось и

обводилось в программе «Компас-3D» V16. Пример сканированного изображения торцевого сечения заготовки показан на рис. 6.

Разработана программа расчета координат точек профиля торцевого сечения ВСК на основе математических зависимостей, указанных ранее. Сравнение теоретически рассчитанного и экспериментального профилей (рис. 7) проведено в единой СК с использованием ряда опорных окружностей, построенных с шагом 1 мм от наружного диаметра. На каждой окружности измерялось расстояние между точками, полученными при пересечении профилей и опорных окружностей. Экспериментальные исследования подтвердили представленные теоретические зависимости хорошей сходимостью профилей, а погрешности (до

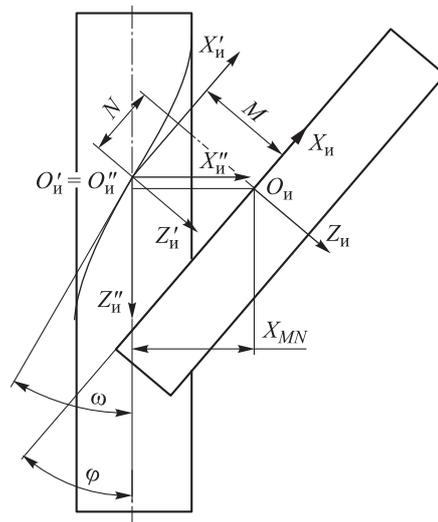


Рис. 5. Расчетная схема определения координаты смещения ШК

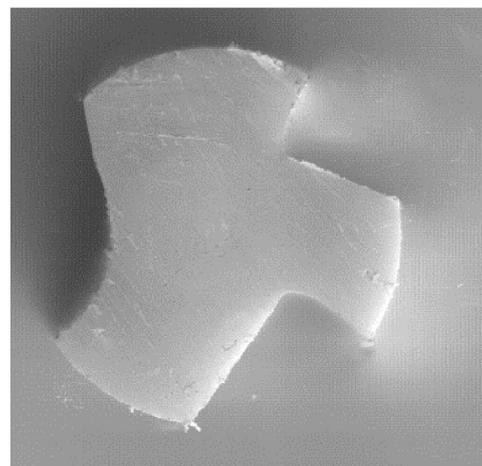


Рис. 6. Пример сканированного изображения торцевого сечения заготовки

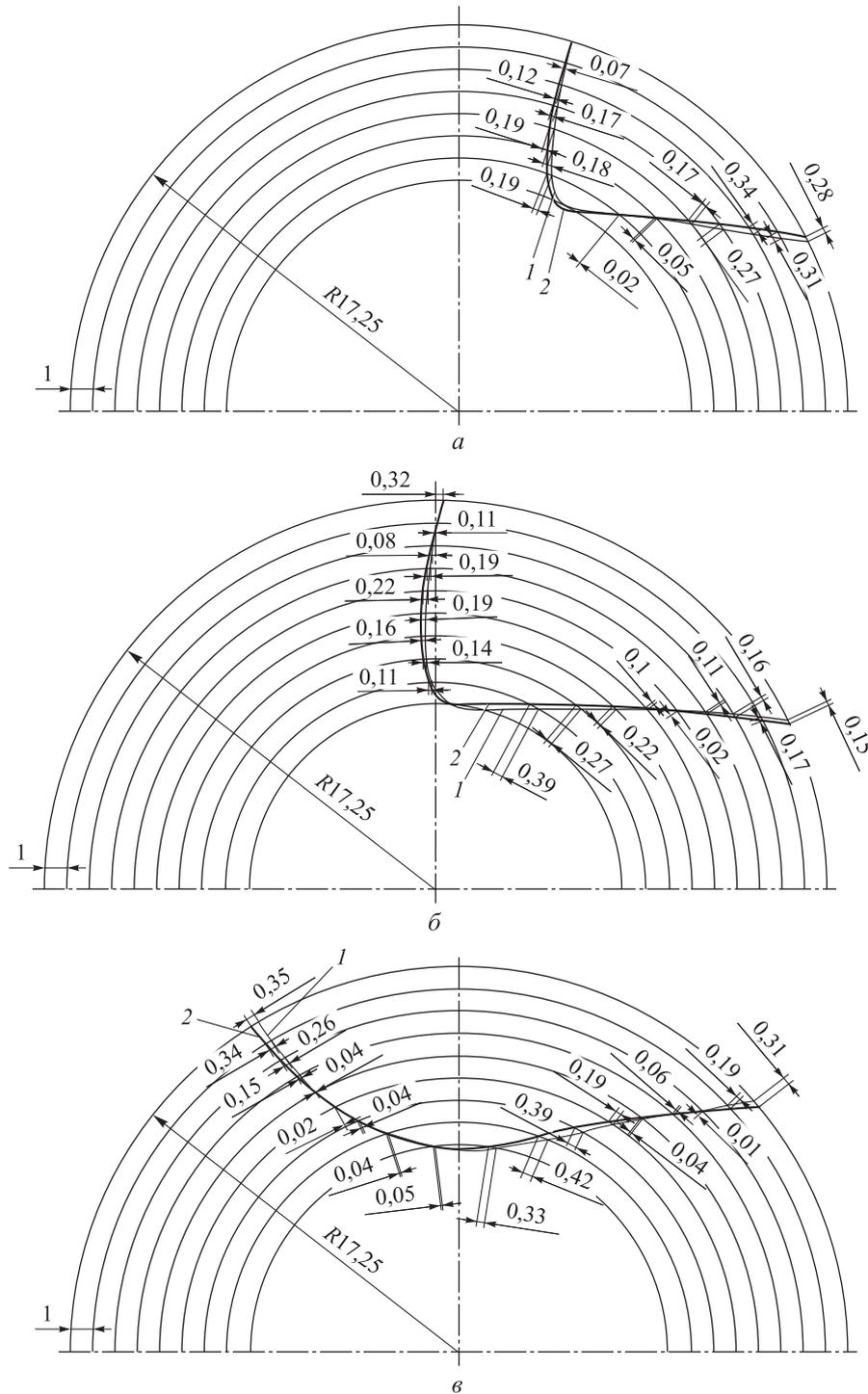


Рис. 7. Сравнение экспериментального (1) и теоретического (2) профилей торцевых сечений ВСК при различных значениях варьируемых факторов:
 а — $M = 5 \text{ мм}$, $N = 0 \text{ мм}$, $\varphi = 10^\circ$; б — $M = 0 \text{ мм}$, $N = 5 \text{ мм}$, $\varphi = 10^\circ$; в — $M = 5 \text{ мм}$, $N = 5 \text{ мм}$, $\varphi = 30^\circ$

0,42 мм), выявленные в результате сравнения, можно объяснить неточностью установки ШК относительно оси заготовки, податливостью заготовки и погрешностью в настройках параметров эксперимента.

Выводы

1. Разработанная система математических зависимостей позволяет определить профиль торцевого сечения ВСК резбовых фрез на

основе расчетной схемы, соответствующей кинематической схеме работы заточных станков с ЧПУ, что обеспечивает технологичность изготовления канавки.

2. Предложенные теоретические зависимости подтверждены экспериментальными исследованиями. Показана хорошая сходимость полученных профилей.

3. Расчет профиля торцевого сечения ВСК резьбовых фрез позволит сформировать ис-

ходные данные для решения таких задач, как оценка прочности конструкции, оптимизация геометрических и конструктивных параметров резьбообразующей части инструмента, профилирование зубьев, исследование стружкообразования и стружкоотвода и определение площади контакта зуба со срезаемым припуском.

Литература

- [1] Родин П.Р., Равская Н.С., Касьянов А.И. *Монолитные твердосплавные концевые фрезы*. Киев, Вища школа, Изд-во Киев. ун-та, 1985. 64 с.
- [2] Мальков О.В. Определение профиля передней поверхности в торцевом сечении зубьев резьбовых фрез с винтовыми стружечными канавками. *Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2014, № 10. URL: <http://technomagelpub.elpub.ru/jour/article/view/694/696> (дата обращения 06 октября 2017), doi: 10.7463/1014.0727298.
- [3] Мальков О.В. Профилирование зубьев резьбовых фрез с винтовыми стружечными канавками. *Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2013, № 6. URL: <http://old.technomag.edu.ru/doc/579350.html> (дата обращения 06 октября 2017), doi: 10.7463/0613.0579350.
- [4] Мальков О.В., Карельский А.С. Моделирование срезаемого слоя при резьбофрезеровании. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2017, № 9, с. 54–64.
- [5] TX7+. *The Tough Production Performer*. ANCA. URL: http://www.anca.com/getattachment/655b099e-f443-4eb6-a671-1a3a52fd59f6/ANCA_TX7-_Brochure_2015.pdf.aspx (дата обращения 19 сентября 2017).
- [6] Фасхутдинов А.И. Точность профиля винтовой канавки концевой инструмента. *Металлообработка*, 2008, № 5(47), с. 10–13.
- [7] Чемборисов Н.А., Юнусов Ф.С., Ступко В.Б. Методика автоматизированного расчета профиля инструмента для обработки наружной составной канавочной винтовой поверхности. *Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева*, 2001, № 4, с. 20–23.
- [8] Чемборисов Н.А., Фасхутдинов А.И. Формообразование профиля винтовой канавки концевой инструмента. *СТИН*, 2009, № 3, с. 13–15.
- [9] Фасхутдинов А.И. *Совершенствование процессов профилирования винтовых канавок и обработки концевых фрез со сферическим торцом*. Дис. ... канд. техн. наук. Набережные Челны, Ижев. гос. техн. ун-т, 2011. 184 с.
- [10] Панчук К.Л., Вивденко Ю.Н., Климов А.В. Профилирование дискового инструмента для обработки винтовых канавок детали. *Омский научный вестник*, 2008, № 1(64), с. 35–40.
- [11] Панчук К.Л., Полшков В.Ю., Бутко И.В. Компьютерное графическое профилирование дискового инструмента для обработки винтовых поверхностей. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*, 2011, № 3, с. 69–74.
- [12] Бржозовский Б.М., Захаров О.В. Автоматизированное проектирование дискового инструмента для обработки винтовых поверхностей. *Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта. Сб. тр. конф.*, Москва, 18–20 октября 2011 г., Москва, Изд-во ООО НВП «ИНЭК», 2011, с. 182–184.
- [13] Баландин А.Д., Даниленко Б.Д. Анализ возможностей получения винтовых канавок на метчиках с помощью концевых фрез. *СТИН*, 2012, № 11, с. 8–11.
- [14] Баландин А.Д., Даниленко Б.Д. Анализ возможностей образования стружечных канавок метчиками дисковыми трехсторонними фрезами. *Справочник. Инженерный журнал с приложением*, 2013, № 2(191), с. 37–39.
- [15] Гаевой А.П. *Разработка метода компьютерного проектирования рабочей части инструментов с винтовыми стружечными канавками*. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 200 с.

- [16] Погораздов В.В., Захаров О.В. *Геометро-аналитическая поддержка технологий формообразования винтовых поверхностей*. Саратов, Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. 70 с.
- [17] Гречишников В.А., Домнин П.В., Косарев В.А., Петухов Ю.Е., Романов В.Б., Седов Б.Е. Современные методы решения задач формообразования сложного режущего инструмента. *СТИН*, 2013, № 12, с. 6–11.
- [18] Петухов Ю.Е., Домнин П.В. Математическая модель схемы резания при формообразовании фасонной винтовой канавки стандартными фрезами. *Известия ТулГУ. Технические науки*, 2016, № 8, ч. 1, с. 37–46.
- [19] Петухов Ю.Е., Домнин П.В. Компьютерное моделирование обработки винтовой канавки на заготовке концевой фрезы. *Известия Московского государственного технического университета МАМИ*, 2011, № 2, с. 156–164.
- [20] Ляшков А.А. Формообразование винтовой поверхности детали угловой фрезой. *Инженерный вестник Дона*, 2012, № 3(21), с. 331–335. URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/978> (дата обращения 06 октября 2017).
- [21] Хилл Ф. *OpenGL. Программирование компьютерной графики. Для профессионалов*. Санкт-Петербург, Питер, 2002. 1088 с.

References

- [1] Rodin P.R., Ravskaia N.S., Kas'ianov A.I. *Monolitnye tverdosplavnye kontsevye frezy* [Solid carbide end mills]. Kiev, Vishcha shkola publ., Kiev. un-t publ., 1985. 64 p.
- [2] Mal'kov O.V. Opredelenie profil'ia perednei poverkhnosti v tortsevom sechenii zub'ev rez'bovykh frez s vintovymi struzhechnymi kanavkami [Definition of the Face Profile in the End Section of the Teeth of the Thread Milling Cutters with Helical Flutes]. *Nauka i obrazovanie. MGTU im. N.E. Baumana* [Science&Education. Bauman MSTU]. 2014, no. 10. Available at: <http://technomagelpub.elpub.ru/jour/article/view/694/696> (accessed 06 October 2017), doi: 10.7463/1014.0727298.
- [3] Mal'kov O.V. Profilirovanie zub'ev rez'bovykh frez s vintovymi struzhechnymi kanavkami [Teeth profiling of thread milling cutters with helical flutes]. *Nauka i obrazovanie. MGTU im. N.E. Baumana* [Science&Education. Bauman MSTU]. 2013, no. 6. Available at: <http://old.technomag.edu.ru/doc/579350.html> (accessed 06 October 2017), doi: 10.7463/0613.0579350.
- [4] Mal'kov O.V., Karel'skii A.S. Modelirovanie srezaemogo sloia pri rez'bofrezerovanii [Modeling the Cut Layer When Thread Milling]. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Mashinostroenie* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building]. 2017, no. 9, pp. 54–64.
- [5] TX7+. *The Tough Production Performer*. ANCA. Available at: http://www.anca.com/getattachment/655b099e-f443-4eb6-a671-1a3a52fd59f6/ANCA_TX7_-_Brochure_2015.pdf.aspx (accessed 19 September 2017).
- [6] Faskhutdinov A.I. Tochnost' profil'ia vintovoi kanavki kontsevogo instrumenta [The helical groove profile accuracy of the end cutting tools]. *Metalloobrabotka* [Metallobrabotka]. 2008, no. 5(47), pp. 10–13.
- [7] Chemborisov N.A., Iunusov F.S., Stupko V.B. Metodika avtomatizirovannogo rascheta profil'ia instrumenta dlia obrabotki naruzhnoi sostavnoi kanalovoi vintovoi poverkhnosti [A technique for computer-assisted calculations of a tool profile for treatment of external sectional helical surface of the channel]. *Vestnik KGTU im. A.N. Tupoleva* [Proceedings of KSTU im. A.N. Tupoleva]. 2001, no. 4, pp. 20–23.
- [8] Chemborisov N.A., Faskhutdinov A.I. Formoobrazovanie profil'ia vintovoi kanavki kontsevogo instrumenta [The shaping of the profile of the spiral groove end of the tool]. *STIN* [Russian Engineering Research]. 2009, no. 3, pp. 13–15.
- [9] Faskhutdinov A.I. *Sovershenstvovanie protsessov profilirovaniia vintovykh kanavok i obrabotki kontsevykh frez so sfericheskim tortsem*. Diss. kand. tekhn. nauk [Improving the profiling of the helical grooves and machining end mills ball nose. Cand. tech. sci. diss.]. Naberezhnye Chelny, ISTU publ., 2011. 184 p.

- [10] Panchuk K.L., Vivdenko Iu.N., Klimov A.V. Profilirovanie diskovogo instrumenta dlia obrabotki vintovykh kanavok detail [Disk tool profiling for processing of spiral grooves of a part]. *Omskii nauchnyi vestnik* [Omsk scientific bulletin]. 2008, no. 1(64), pp. 35–40.
- [11] Panchuk K.L., Polshkov V.Iu., Butko I.V. Komp'uternoe graficheskoe profilirovanie diskovogo instrumenta dlia obrabotki vintovykh poverkhnostei [Computer graphic profiling of the disk tool for processing of screw surfaces]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Vestnik of Kuzbass State Technical University]. 2011, no. 3, pp. 69–74.
- [12] Brzhozovskii B.M., Zakharov O.V. Avtomatizirovannoe proektirovanie diskovogo instrumenta dlia obrabotki vintovykh poverkhnostei [Computer-aided design of disk tool for processing of screw surfaces]. *Sistemy proektirovaniia, tekhnologicheskoi podgotovki proizvodstva i upravleniia etapami zhiznennogo tsikla promyshlennogo produkta. Sb. tr. konf.* [System design, technological preparation of production and management stages of the life cycle of an industrial product. The conference proceedings]. Moscow, 18–20 October 2011, Moscow, OOO NVP «INEK» publ., 2011, pp. 182–184.
- [13] Balandin A.D., Danilenko B.D. Analiz vozmozhnostei polucheniia vintovykh kanavok na metchikakh s pomoshch'iu kontsevykh frez [Analysis of the possibilities of obtaining screw grooves on the taps using end mills]. *STIN* [Russian Engineering Research]. 2012, no. 11, pp. 8–11.
- [14] Balandin A.D., Danilenko B.D. Analiz vozmozhnostei obrazovaniia struzhenykh kanavok metchikov diskovymi trekhstoronnimi frezami [Analysis of possibilities to form chip grooves of taps by side milling cutters]. *Spravochnik. Inzhenernyi zhurnal s prilozheniem* [Handbook. An Engineering journal with appendix]. 2013, no. 2(191), pp. 37–39.
- [15] Gaevoi A.P. *Razrabotka metoda komp'uternogo proektirovaniia rabochei chasti instrumentov s vintovymi struzhechnymi kanavkami*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of a method of computer-aided design working part of the tool with helical flutes. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, Bauman Press, 2000. 200 p.
- [16] Pogorazdov V.V., Zakharov O.V. *Geometro-analiticheskaiia podderzhka tekhnologii formoobrazovaniia vintovykh poverkhnostei* [Geometric-analytical support of the technology of helical surfaces]. Saratov, SSTU publ., 2004. 70 p.
- [17] Grechishnikov V.A., Domnin P.V., Kosarev V.A., Petukhov Iu.E., Romanov V.B., Sedov B.E. Sovremennye metody resheniia zadach formoobrazovaniia slozhnogo rezhushchego instrumenta [Modern methods of solution of problems of formation of complex cutting tools]. *STIN* [Russian Engineering Research]. 2013, no. 12, pp. 6–11.
- [18] Petukhov Iu.E., Domnin P.V. Matematicheskaiia model' skhemy rezaniia pri formoobrazovanii fasonnoi vintovoi kanavki standartnymi frezami [Mathematical model cutting scheme in machining of helical groove with using standard milling cutter]. *Izvestiia TulGU. Tekhnicheskie nauki* [Proceedings of the TSU]. 2016, no. 8, pt. 1, pp. 37–46.
- [19] Petukhov Iu.E., Domnin P.V. Komp'uternoe modelirovanie obrabotki vintovoi kanavki na zagotovke kontsevoi frezy [Computer Simulation of Helical Groove Processing on the Workpiece of End-milling Cutter]. *Izvestiia Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI* [Proceedings of Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI)]. 2011, no. 2, pp. 156–164.
- [20] Liashkov A.A. Formoobrazovanie vintovoi poverkhnosti detali uglovoi frezoi [Shaping of helical surface corner cutter]. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering journal of Don]. 2012, no. 3(21), pp. 331–335. Available at: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/978> (accessed 19 September 2017).
- [21] Khill F. *OpenGL. Programmirovanie komp'uternoi grafiki. Dlia professionalov* [OpenGL. Programming computer graphics. For professionals]. Sankt-Petersburg, Piter publ., 2002. 1088 p.

Информация об авторах

МАЛЬКОВ Олег Вячеславович (Москва) — кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: olma70@mail.ru).

ПАВЛЮЧЕНКОВ Игорь Анатольевич (Москва) — ассистент кафедры «Инструментальная техника и технологии». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: MOCKBAONLINE@gmail.com).

КОЗЯР Валерий Николаевич (Москва) — инженер-технолог. ФГУП «НПЦ Автоматики и приборостроения им. акад. Н.А. Пилюгина» (117342, Москва, Российская Федерация, ул. Введенского, д. 1, e-mail: monqpepers@gmail.com).

Information about the authors

MALKOV Oleg Vyacheslavovich (Moscow) — Candidate of Science (Eng.), Associate Professor, Department of Tools and Tooling Technology. Bauman Moscow State Technical University (105005, Moscow, Russian Federation, 2nd Bauman-skaya St., Bldg. 5, Block 1, e-mail: olma70@mail.ru).

PAVLYUCHENKOV Igor Anatolievich (Moscow) — Teaching Assistant, Department of Tools and Tooling Technology. Bauman Moscow State Technical University (105005, Moscow, Russian Federation, 2nd Bauman-skaya St., Bldg. 5, Block 1, e-mail: MOCKBAONLINE@gmail.com).

KOZYAR Valeriy Nikolaevich (Moscow) — Manufacturing Engineer. Federal State Unitary Enterprise, Research and Production Center of Automatics and Instrument Making named after Academician N.A. Pilyugin (117342, Moscow, Russian Federation, Vvedenskiy St., Bldg. 1, e-mail: monqpepers@gmail.com).



В Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана
вышел в свет учебник
под редакцией **А.А. Александрова, М.П. Сычева**

«Организационно-правовое обеспечение информационной безопасности»

Представлены базовые сведения о содержании понятий «информационная безопасность», «обеспечение информационной безопасности», «правовое обеспечение информационной безопасности» и «организационное обеспечение информационной безопасности». Изложены основные подходы авторов к структурированию проблематики организационно-правового обеспечения информационной безопасности. Приведено описание правовых механизмов регулирования групп общественных отношений, связанных с противодействием угрозам безопасности интересам основных субъектов информационной сферы.

Для студентов, изучающих курс «Организационно-правовое обеспечение информационной безопасности», преподавателей, аспирантов, а также специалистов, интересующихся данной проблематикой.

По вопросам приобретения обращайтесь:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.
Тел.: +7 499 263-60-45, факс: +7 499 261-45-97;
press@bmstu.ru; www.baumanpress.ru