

УДК 621.914.6

Д.А. Фефилов

D.A. Fefilov

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm State National Research Polytechnic University

МЕТОД БЛОКИРУЮЩИХ ЛИНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВИНТОВЫХ КАНАВОК ДИСКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

METHOD OF THE BLOCKING LINES WHEN PROCESSING SCREW FLUTES THE DISK TOOL

Предложен метод блокирующих линий при нахождении параметров установки дисковых инструментов, обрабатывающих винтовые канавки. Построены графики блокирующих линий для нахождения параметров установки. Рассматриваемый метод позволяет оптимизировать параметры установки дисковых инструментов.

Ключевые слова: винтовые канавки, параметры винтовых канавок, параметры установки, блокирующие линии, фрезы.

The method of the blocking lines when finding parameters of the unit of the disk tools processing screw flutes is offered. Schedules of the blocking lines for finding of parameters of the unit are constructed. The method of the blocking lines allows to optimize parameters of the unit of disk tools.

Keywords: the screw flutes, parameters of screw flutes, parameters of the unit blocking lines, mills.

На сегодняшний день винтовые поверхности (ВП) широко используются в конструкциях различных деталей машин и металлообрабатывающих инструментов, а профилирование механизмов для их обработки является сложной аналитической задачей в области проектирования режущего инструмента и предусматривает решение ряда вопросов, связанных с их расчетом, конструированием и эксплуатацией.

Правильная форма винтовой поверхности зависит в основном от профиля инструментария и его установки при обработке данной ВП. При этом профиль поверхности инструмента не совпадает с профилем винтовой поверхности ни в одном сечении, перпендикулярном оси инструмента. Отдельные точки профиля инструмента соприкасаются с ВП в различных точках. Следовательно, профилирующие точки инструмента располагаются не в одной точке плоскости, а во многих плоскостях, перпендикулярных его оси, и линия

контакта является пространственной кривой. При изготовлении инструмента его профиль должен быть задан только в одной плоскости.

Особую трудность предоставляет обработка винтовых поверхностей стружечных канавок режущих инструментов, которые в отличие от деталей машин имеют сложный, несимметричный и обычно поднутренный профиль, очерченный несколькими сопряженными или пересекающимися участками различных линий: дугами окружностей, прямыми линиями, удлиненной эвольвентой, архимедовой спиралью и пр. При этом на профиле ВП не допускается подрезание и образование переходных кривых несоответствующих размеров, что является погрешностью обработки винтовой поверхности.

Для предупреждения погрешностей необходимо правильно выбрать параметры установки (ПУ) инструмента: a_w – межосевое расстояние детали и дискового инструмента; ε – угол скрещивания между положительным направлением оси детали и отрицательным направлением оси дискового инструмента (межосевой угол); ψ – угол поворота торцового профиля детали относительно линии межосевого перпендикуляра.

Исходя из этого определение или поиск параметров установки, а также их оптимизация относительно осей координат ВП остается актуальной научно-технической задачей, имеющей широкое практическое применение.

В настоящее время определение ПУ инструмента относительно детали, а также выбор наружного диаметра инструмента производятся как при прямой, так и при обратной задаче профилирования дисковых инструментов при формообразовании винтовых поверхностей [1].

Предлагаемый метод блокирующих линий для нахождения ПУ дисковых инструментов при формообразовании винтовых поверхностей [2, 3] является универсальным, пригодным для любого профиля ВП, позволяет совмещать расчеты различных профилей деталей с отысканием оптимальных ПУ дисковых инструментов для их обработки. Он позволяет расширить технологические возможности профилирования дисковых инструментов при формообразовании ВП.

Рассмотрим методику поиска параметров установки дискового инструмента на примере обработки винтовой поверхности, имеющей угловой участок (рис. 1). Профиль имеет следующие размеры: наружный диаметр $D = 47$ мм; размеры углового профиля $\alpha_1 = 5,2$ мм, $\alpha_2 = 2,5$ мм, $\alpha_3 = 19$ мм; радиус спинки обрабатываемого зуба $\rho = 18,89$ мм; число зубьев $Z = 6$; винтовой параметр $P = 33,57$; задний угол в точке C $\alpha_C = 15^\circ$.

Профиль очерчивается тремя участками: прямолинейными AK и KE с точкой излома K и криволинейным EC , очерченным дугой окружности радиусом ρ .

Узловыми точками являются A и C с наибольшим радиусом, точка K , которой соответствует излом, точка E , имеющая наименьший угол профиля инструмента 2-го порядка.

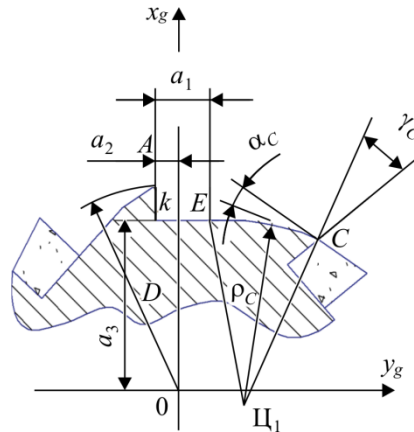


Рис. 1. Профиль винтовой поверхности, имеющий участок с поднутрением

Поскольку к стороне AK присоединяют режущую пластинку, то в окрестностях точки K не допускается образование переходной кривой.

Последовательность определения параметров установки дискового инструмента:

1. Выбрать узловые точки на профиле: точку A , расположенную на наибольшем радиусе детали, точку K , относящуюся соответственно к прямолинейным участкам AK и KE , точку E , которой соответствует наименьший угол профиля дискового инструмента при обработке правой части профиля, и точку C .

2. Рассчитать параметры r , δ , ξ , x , y , ρ в выбранных узловых точках по известным формулам [1]. Значения этих параметров приведены в таблице.

Параметры профиля винтовой канавки в узловых и текущих точках профиля

| Точки профиля | r , мм | δ , рад | ξ , рад | x_q , мм | y_q , мм |
|---------------|----------|----------------|-------------|------------|------------|
| A | 23,500 | -0,107 | -0,107 | 23,367 | -2,50 |
| K | 17,183 | -0,146 | 0,146 | 17,000 | -2,50 |
| E | 17,213 | 0,158 | 1,117 | 17,000 | 2,70 |
| C | 23,500 | 0,941 | 1,307 | 13,848 | 18,98 |

3. Полагая, что винтовую канавку будут фрезеровать, примем наружный диаметр фрезы $d_{ao} = 55$ мм, $a_w = 39,2$ мм. При необходимости эти величины можно скорректировать.

4. Задав значение угла профиля в текущей точке τ в пределах, например, от 0 до $\pm 40^\circ$ (через 10°), вычислить параметр $\varepsilon''_{1,2}$ для узловых точек A , K , E по уравнению [2]

$$\varepsilon_{1,2}'' = \arctg\left(G \pm \sqrt{G^2 - E}\right),$$

где $G = P(Sx_0 - u\rho \sin \tau \cos \tau) / Q$; $S = r \cos \mu - \rho \sin \tau$; $x_0 = r \cos \mu - a_w$; $Q = x_0(S^2 - C) - \rho \sin \tau(u^2 + P^2 \sin^2 \tau)$; $C = \rho(\rho - V) \sin^2 \tau$; $\mu = \tau - \xi$; $u = r \cos \xi$; $V = r \sin \xi$; $E = P^2(S - a_w) / Q$; ρ – радиус кривизны профиля в рассматриваемой точке торцового сечения (на левой стороне профиля (индекс 1) принимается со знаком плюс, на правой стороне (индекс 2) – со знаком минус, для прямолинейных участков задается большим положительным числом, например 10^3-10^5).

Построить графики блокирующих линий (рис. 2) (здесь и далее цифры I и II означают, что ε рассчитывают исходя из первого и второго условий формообразования) [3].

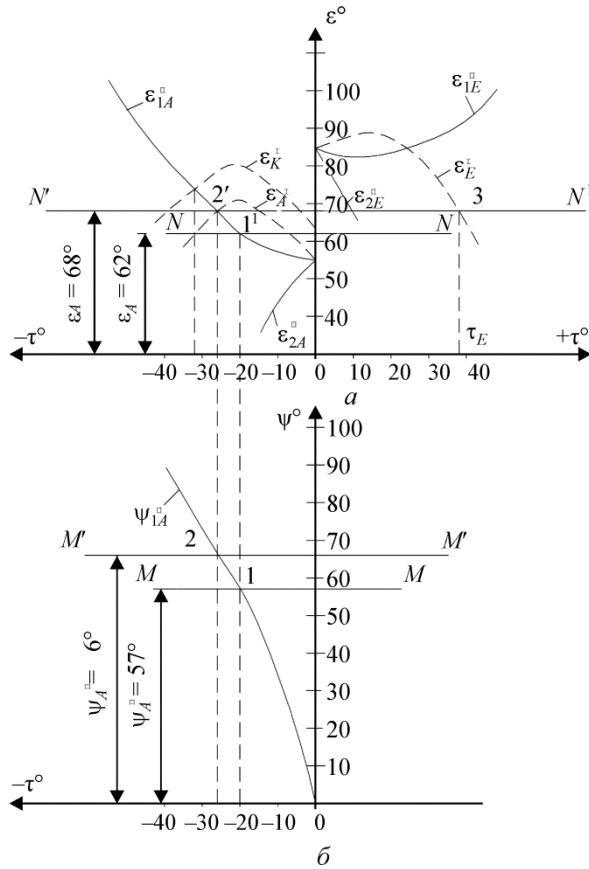


Рис. 2. Блокирующие линии для поиска параметров установки дискового инструмента при $d_{ao} = 55$ мм, $a_w = 39,2$ мм

5. Вычислить значение ε_{\min} для точки A : $\varepsilon_{\min} = \operatorname{arctg} \frac{P}{r_k} = 1,064 = 61^\circ$.

6. Задаться значением $\tau_A = -20^\circ$, найти точку 1 пересечения графика ψ''_{1A} и прямой MM , проведенной параллельно оси τ . Точку 1 спроецировать в точку $1'$ на линии ε''_{1A} . Через точку $1'$ провести прямую NN параллельно оси τ и определить значение $\varepsilon''_{1A} = 62^\circ$ (принимается $\varepsilon''_{1A} \geq \varepsilon_{\min}$). Найти ψ_k по уравнению [2], $\psi_k = 35^\circ$.

$$\psi_k = \frac{a_w}{P^2} \sqrt{r_k^2 - P^2 \operatorname{ctg}^2 \varepsilon_k} + \operatorname{arccos} \frac{P \operatorname{ctg} \varepsilon_k}{r_k} - \delta_k.$$

7. Проверить выполнение условия $\psi_k \geq \psi''_A$. В данном примере $\psi_k = 35^\circ$, $\psi''_A = 57^\circ$. Таким образом, условие не удовлетворяется. Поэтому следует увеличить τ_A , приняв его, например, равным -25° , и повторить расчет, как указано в п. 7. Тогда $\psi''_A = 66^\circ$, а $\psi_k = 78,8^\circ$. Теперь условие $\psi''_k \geq \psi''_A$ выполнено. При этом ε_A будет равным 68° (см. прямую NN').

8. Проверить выполнение первого и второго условий формообразования в точках A , K и E . Для этого вычислить ε' по уравнению [2], приняв $\psi = \psi_k = 78,8^\circ$.

$$\varepsilon' = \operatorname{arctg} \frac{P(a_w \cos \tau - u)}{u(a_w - u \cos \tau) + P^2(\psi - n_3 + \tau) \sin \tau}.$$

Штриховыми линиями построить графики ε' (τ) как для точки E' , так и для точек A и K с целью определения корней τ .

Из графиков видно, что условие $\tau_k > \tau_A$ и неравенство $\varepsilon''_{2E} \leq \varepsilon'_E \leq \varepsilon''_{1E}$ выполнены. Таким образом, параметры установки $\psi = 78,8^\circ$, $\varepsilon = 68^\circ$ при $\tau_A = -25^\circ$ выбраны правильно. Получены значения $\tau_k = -32^\circ$, $\tau_A = -25^\circ$, $\tau_E = 40^\circ$.

Список литературы

1. Лашнев С.И., Юликов М.И. Расчет и конструирование металлорежущих инструментов с применением ЭВМ. – М.: Машиностроение, 1975. – 385 с.
2. Проектирование режущих инструментов / В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников, И.А. Коротков. – М.: Глобус, 2006. – 272 с.

3. Перевозников В.К., Иванов В.А., Коротаяев Ю.А. Оптимизация параметров установки инструментов, обрабатывающих винтовые стружечные канавки. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2012. – 95 с.

Получено 04.06.2015

Фефилов Дмитрий Анатольевич – студент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, механико-технологический факультет, гр. ТОК-13-М, e-mail: FreeRodj@mail.ru.