

и объемной закалки (детали из листовой стали), может использоваться взамен газового или жидкостного азотирования и нитрирования (т.е. азотирования в смеси аммиака и природного газа при повышенных температурах).

Многие детали, прежде всего шестерни и валы, изготавливаются в окончательный размер и после ИПА не требуют обработки (для сравнения, после цементации проводится шлифовка, а после ТВЧ-закалки – рихтовка).

Таким образом, отечественное оборудование и технологии ионного азотирования имеют существенные конкурентные преимущества перед другими методами высокотемпературной ХТО и иных способов поверхностного упрочнения и во многих случаях обеспечивают более высокое качество продукции, в частности благодаря малым деформациям и короблению деталей.

**УДК 621.9.02**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ИСХОДНОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СЛОЖНОГО ФАСОННОГО ИНСТРУМЕНТА**

**В. А. Гречишников, Б. Е. Седов, В. Б. Романов**

*Московский государственный технологический университет «Станкин»,  
Москва, Российская Федерация*

В промышленности широко применяются инструменты в форме поверхности вращения – дисковые фасонные фрезы, накатные ролики, шлифованные круги и т.д. Самым общим технологическим случаем является обработка при перекрещивающихся осях инструмента и изделия, зубчатых деталей, ограниченных винтовыми поверхностями.

Для заданной поверхности обрабатываемой детали решается прямая задача – определение профиля исходной инструментальной поверхности, на базе которой проектируется фасонный специальный инструмент. При обработке абразивным инструментом необходимый его профиль обеспечивается правкой шлифовального круга.

При использовании шлифовальных кругов из сверхтвердых материалов (алмаз, эльбор) их фасонная правка или чрезвычайно затруднена, или практически невозможна. В статье решается обратная задача –

при заданном простом профиле инструмента (в т.ч. при использовании стандартного инструмента) определяется обрабатываемая винтовая поверхность, профиль которой, при соответствующих параметрах установки инструмента, наиболее точно приближен к требуемому профилю изделия.

Обрабатываемая поверхность характеризуется кинематическим винтом. Винт можно разложить на два вращения вокруг осей AA и BB, которые называются сопряженными [1, 2]. За ось AA примем ось инструмента, что соответствует технологической паре: инструмент (в форме поверхности вращения) – деталь (рис. 1). Вторую сопряженную ось BB находим согласно зависимости

$$p = atg\alpha_B = btg\alpha_A,$$

где  $a$  и  $b$  – кратчайшее расстояние между осями AA, BB и осью детали, соответственно;  $\alpha_A, \alpha_B$  – углы скрещивания сопряженных осей с осью детали.

Профиль инструмента, как тела вращения, располагается в диаметральной плоскости. Его координаты  $x_{oi}, y_{oi}$  учитывают собственно координаты профиля  $x_{pi}, y_{pi}$ , параметры инструмента и его установки.

В общей точке контакта инструментальной и обрабатываемой поверхностей должна быть общая нормаль. При этом нормаль должна пересекать обе сопряженные оси [1, 2]. Так как нормаль к инструментальной поверхности располагается в диаметральной плоскости (Д), она всегда пересечет ось инструмента AA при любом положении плоскости Д, заданном углом поворота  $\theta$ .

Вторую сопряженную ось BB нормаль в рассматриваемой точке профиля  $i$  пересечет при строго определенном угловом положении плоскости Д (угол  $\theta_i$ ) в некоторой точке  $V_i$ . Точка  $V_i$  является точкой пересечения сопряженной оси BB с плоскостью Д. Семейство этих точек для всех координат профиля инструмента определяет на плоскости Д линию В'В', которую назовем линией профилирования.

Координаты пересечения нормали в рассматриваемой точке и профиля инструмента с линией профилирования определяют угол поворота  $\theta$  диаметральной плоскости, при котором точка  $i$  инструмента профилирует сопряженную точку обрабатываемой поверхности детали.

Профиль обработанной винтовой поверхности в торцевом сечении ( $z_1^1 = 0$ ):

$$\begin{aligned}
 x_t &= x_1 \cos \varphi - y_1 \sin \varphi \\
 y_t &= x_1 \sin \varphi + y_1 \cos \varphi \\
 \varphi &= -\frac{z_1}{p}
 \end{aligned}$$

Осевому профилю соответствует условие  $x_1^1 = 0$ :

$$\begin{aligned}
 y_s &= x_1 \sin \varphi + y_1 \cos \varphi \\
 z_s &= z_1 + p\varphi \\
 \operatorname{tg} \varphi &= \frac{x_1}{y_1}
 \end{aligned}$$

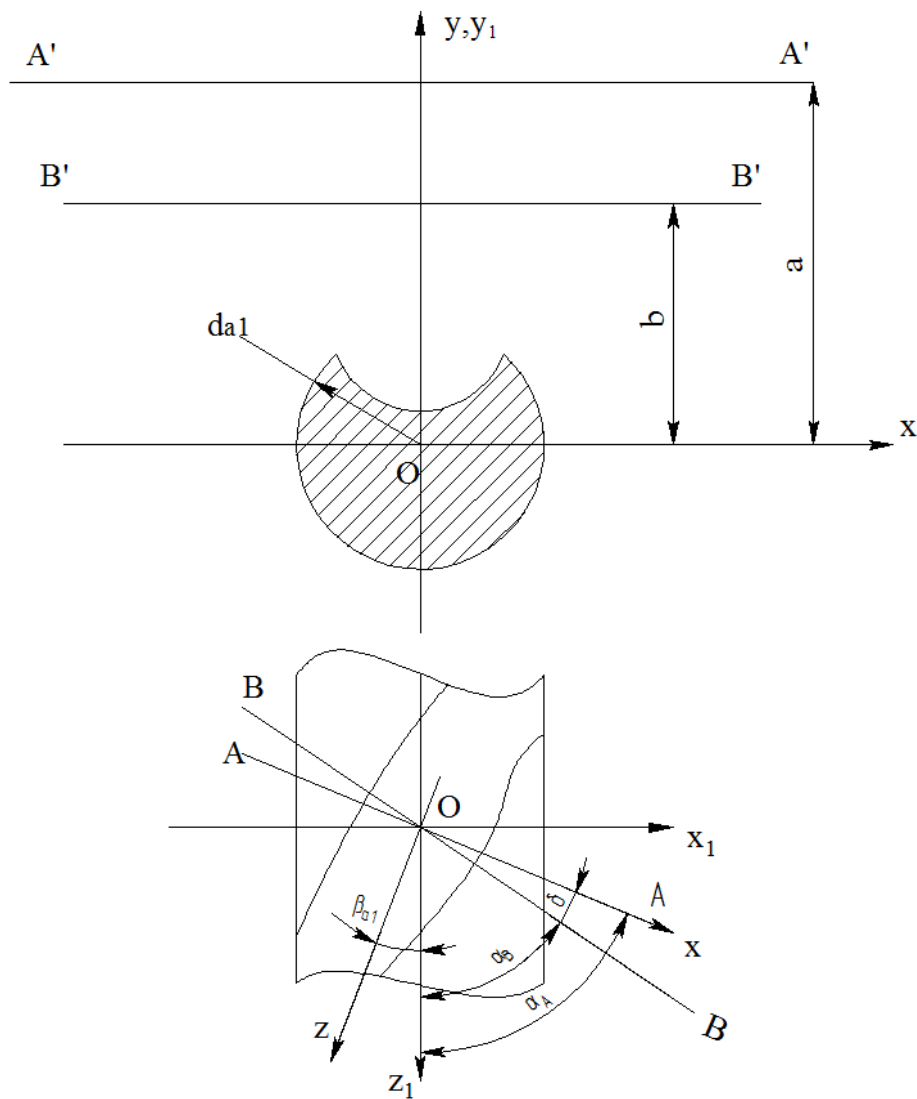


Рис. 1. Относительное расположение осей детали ( $OZ$ ), инструмента (ось  $AA$ ) и сопряженной оси  $BB$

Таким образом, использование двух сопряженных осей АА и ВВ заметно упростило решение обратной задачи – определения параметров обработанной винтовой поверхности при заданном профиле инструмента.

Предлагаемая в докладе методика позволяет не только определять профиль обрабатываемой винтовой поверхности при заданном инструменте, но и разрабатывать конструкции инструментов, устанавливать оптимальное сочетание конструктивных параметров, учитывая принятую технологию их изготовления.

### **Литература**

1. Люкшин, В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов / В.С. Люкшин. – М.: Машиностроение, 1968. – 371 с.
2. Литвин, Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений / Ф.Л. Литвин. – М.: Наука, 1968. – 584 с.

**УДК 621.993**

## **СПЕЦИАЛЬНАЯ РАЗВЕРТКА НА БАЗЕ ГИПОЦИКЛОИДАЛЬНОГО РК-ПРОФИЛЯ**

**В. А. Гречишников, С. С. Завьялов**

*Московский государственный технологический университет «Станкин»,  
Москва, Российская Федерация*

При обработке глубоких отверстий в деталях теплообменных аппаратов реакторов требуется не только получение высоких точностных характеристик отверстий, но и обеспечение заданных характеристик поверхностного слоя. Для этого после операции сверления применяют обработку разверткой из быстрорежущей стали обычной конструкции. Повысить производительность можно за счет увеличения режимов обработки и применения твердосплавной развертки, однако в таком случае остаются довольно большие растягивающие напряжения на поверхности обрабатываемого отверстия. В связи с этим предлагается твердосплавный инструмент, сочетающий в себе как режущие, так и пластически-деформирующие элементы, за счет чего увеличивается производительность обработки, а также обеспечиваются сжимающие остаточные напряжения на поверхности, что позволяет продлить срок службы детали, используемой в агрессивных условиях. Конструкция предлагаемого инструмента представлена на рис. 1. Особенностью инструмента является его форма в нормальном сечении. Она выполнена в форме гипоциклоиды, так называемый равноосный контур (РК).