

ОБРАБОТКА КАНАЛОВЫХ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В. А. Данилов, А. А. Чепурной

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

На основе исследования геометрии круговых винтовых поверхностей и общих принципов синтеза схем формообразования разработана рациональная схема их обработки. Предложен вариант ее реализации на универсальном токарно-затылочном станке, что позволило освоить производство импортозамещающей продукции.

Каналовые винтовые поверхности применяются в рабочих органах винтовых насосов импортного технологического оборудования, приобретаемых в качестве запасных частей за рубежом. Поэтому создание и освоение технологии их изготовления имеет актуальное значение для отечественной промышленности. Эта задача решена на основе исследования геометрии и возможных схем формообразования каналовых винтовых поверхностей и кинематической структуры станков для их обработки.

Кинематически каналовая винтовая поверхность образуется как след при винтовом движении замкнутой линии, ограничивающей поперечное сечение поверхности. В частном случае, когда эта линия является эксцентрично расположенной относительно оси винтового движения окружностью, формируется круговая винтовая поверхность, например, ротора одновинтового винтового насоса. Статор такого насоса имеет внутреннюю рабочую поверхность в виде двухзаходней круговой винтовой поверхности, получаемой при отливке за счет применения специального знака с соответствующей каналовой винтовой поверхностью.

Для изготовления роторов и знаков необходимы специальные станки, которые отечественной промышленностью не производятся. В этой связи с экономической точки зрения актуально освоение производства импортозамещающей продукции с использованием модернизируемого оборудования иного назначения. Решение этой задачи связано с разработкой соответствующих схем обработки и средств их реализации.

При выборе схемы формообразования поперечное сечение каналовой винтовой поверхности целесообразно принять за ее образующую, а за направляющую – винтовую линию. Из-за переменной формы обе линии целесообразно создавать более простым в реализации методом следа, что соответствует обработке точением. Замкнутая линия при точении формируется вращением заготовки B , согласованным с качательным K или осцил-

лирующим (возвратно-поступательным) движением O инструмента. Сочетанием указанных движений создается движение формообразования Φ_v – $\Phi_v(B_1O_2)$ или $\Phi_v(B_1K_2)$. Форма образуемой линии определяется сочетанием скоростей указанных элементарных движений.

Более простой в реализации является схема формообразования профиля поверхности, основанная на движении $\Phi_v(B_1O_2)$, показанная на рисунке 1. Преимуществом данной схемы профилирования кроме простоты реализации является широкая универсальность, так как указанными движениями могут быть сформированы различные замкнутые линии. Это позволяет обрабатывать на станке не только круговые, но и каналовые винтовые поверхности с иным профилем. Кроме того, на станке по единой схеме возможна обработка как наружных, так и внутренних каналовых винтовых поверхностей. Ее недостатком является ограниченная производительность обработки из-за возвратно-поступательного перемещения исполнительного органа с частотой, равной частоте вращения шпинделя.

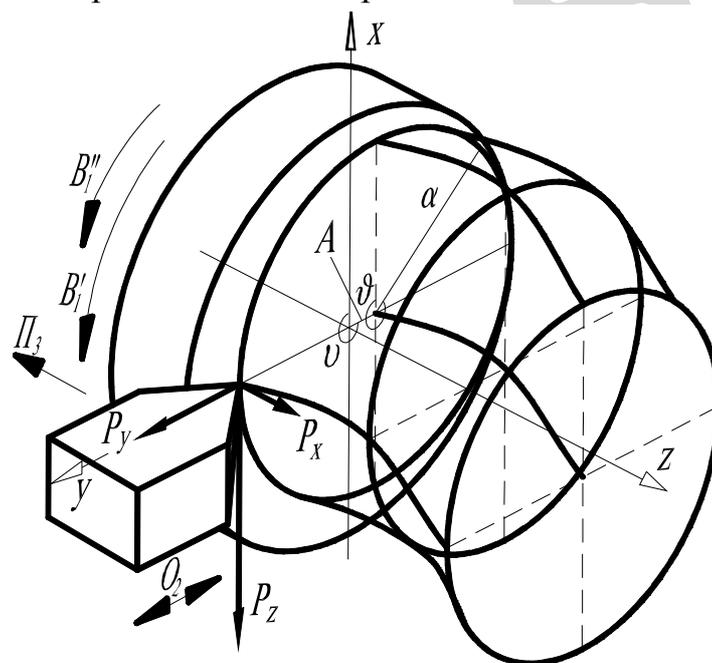


Рис. 1. Схема обработки круговой винтовой поверхности

Вторая производящая линия данной поверхности образуется винтовым движением подачи Φ_s , создаваемым согласованными вращательным V и поступательным P движениями.

Для упрощения реализации вращательные движения, необходимые для формирования образующей и направляющей каналовой винтовой поверхности, целесообразно выполнить вокруг общей оси, как показано на рисунке 1, где вращательное движение B_1' вокруг оси Z участвует в форми-

ровании образующей, а движение B'' вокруг этой же оси – направляющей винтовой поверхности. В частном случае, когда поперечное сечение представляет собой окружность, центр которой смещен относительно оси винтового движения, по рассмотренной схеме формируется прямая круговая винтовая поверхность, описываемая параметрическими уравнениями:

$$\begin{cases} x = A \cos \nu + a \cos(\theta + \nu) \\ y = A \sin \nu + a \sin(\theta + \nu) , \\ z = p\nu \end{cases}$$

где a – радиус производящей окружности; θ – угол поворота в поперечном сечении точки приложения нормали к винтовой поверхности; ν – угол поворота поперечного сечения вокруг оси винтовой поверхности; A – расстояние от центра поперечного сечения до оси винтовой поверхности; $p = H / 2\pi$ – параметр винта; H – шаг винтовой поверхности.

Схема обработки каналовой винтовой поверхности, основанная на указанных движениях формообразования, может быть реализована на специальном станке (патент РБ 4118) или на модернизированном станке другого назначения.

Кинематика и конструкция модернизируемого станка должны обеспечивать возможность:

- формирования поперечного сечения каналовой винтовой поверхности, в частности, круговой;
- настройки расстояния между осью изделия и центром производящей окружности (эксцентриситета круговой винтовой поверхности);
- создания и настройки винтового движения в соответствии с шагом круговой винтовой поверхности.

Анализ геометрических параметров роторов винтовых насосов и технических возможностей станков показал, что указанным требованиям в достаточной мере соответствуют универсальные токарно-затыловочные станки, конструкция и кинематика которых позволяет создавать и настраивать исполнительные движения с необходимыми для обработки круговых винтовых поверхностей параметрами. Требуемая форма поперечного сечения каналовой винтовой поверхности обеспечивается механизмом-профилятором, а ее шаг – настройкой станка.

Описанная схема формообразования каналовых винтовых поверхностей реализована в лаборатории кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства Полоцкого государственного университета на токарно-затыловочном станке модели 1Б811, что позволило освоить по заказу промышленности производство роторов и знаков для изготовления статоров винтовых насосов.