

УДК 621.9.04

АНАЛИЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КРУГОВЫХ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Студент гр. 10305220 Воронько Н.И.

Научный руководитель – профессор Данилов В.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Круговой винтовой является поверхность, поперечное сечение которой (образующая) является окружностью, а направляющая – винтовой линией [1]. Такую поверхность имеют, например, роторы одновинтовых насосов, которые широко применяются в технологическом оборудовании разных отраслей промышленности, включая импортное оборудование. Для обеспечения его работоспособности требуется замена изношенных роторов, которые зачастую закупаются у зарубежных производителей. В этой связи важно освоение их производства. Данное обстоятельство обуславливает необходимость разработки технологии формообразования круговых винтовых поверхностей, т.е. метода формообразования, схемы обработки и средств их реализации (станочного оборудования и инструментов).

Эффективность технологии формообразования в значительной мере зависит от реализуемого метода формообразования поверхности, общей и кинематической схем обработки. К основным этапам разработки технологии формообразования относятся:

- геометрическое представление круговой винтовой поверхности, что необходимо для синтеза общей и кинематической схем обработки;
- синтез рационального метода формообразования круговой винтовой поверхности;
- разработка кинематической схемы обработки поверхности;
- реализация технологии формообразования конкретного изделия.

Геометрическое представление и общие схемы обработки круговых винтовых поверхностей. Детали рабочего органа одновинтового насоса (неметаллический статор и стальной ротор), схематично показаны на рисунке 1. Они ограничены круговыми винтовыми поверхностями – наружной однозаходной у стального ротора и внутренней с двумя заходами у статора.

Круговую винтовую поверхность S (рисунок 2, *a*) можно рассматривать как множество окружностей C диаметром d , центры которых расположены на винтовой линии L . Учитывая, что любую поверхность можно представить как след движения одной линии (образующей) по другой (направляющей) [2], круговая винтовая поверхность образуется относительным перемещением окружности C и винтовой линии L .

В зависимости от выбора из этих линий образующей и направляющей, возможны два варианта общей схемы обработки круговой винтовой поверхности: в первом случае образующей является окружность C , которая перемещается по направляющей в виде винтовой линии L с шагом T (см рисунок 2, *a*); во втором, наоборот, направляющей служит окружность, а образующая – кривая L с периодически повторяющейся формой, у которой период равен шагу T круговой винтовой поверхности.

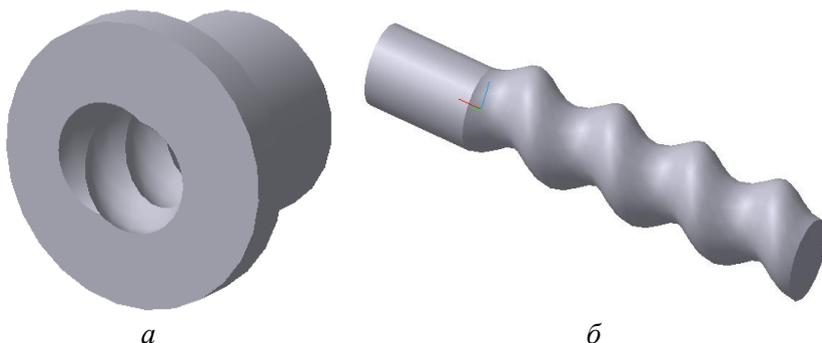


Рисунок 1 – Статор (*a*) и ротор (*б*) рабочего органа одновинтового насоса

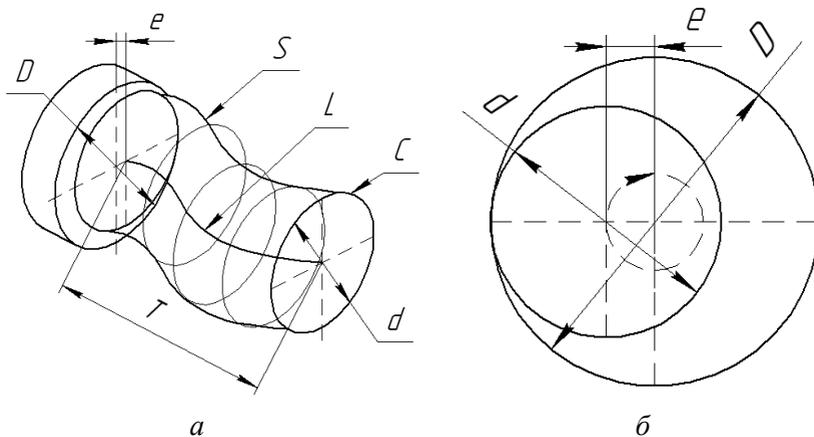


Рисунок 2 – Общий вид (а) и поперечное сечение (б) круговой винтовой поверхности ротора

Обе производящие линии круговой винтовой поверхности создаются механикой станка, как траектории относительного перемещения его исполнительных органов, несущих инструмент и заготовку. Более простым в реализации является вариант, когда образующей является окружность, а направляющей – винтовая линия.

Определение рационального метода формообразования круговой винтовой поверхности. Для формирования винтовой поверхности требуется воспроизведение на станке ее производящих линий, каждая из которых может быть получена методами копирования, следа, касания, обката и сочетанием этих методов [2]. При этом материальным носителем формы образуемой линии может быть инструмент, кинематика станка или сочетание этих компонентов.

Исходя из требований простоты реализации и универсальности из множества возможных методов формообразования круговых винтовых поверхностей предпочтительны методы следа и касания, осуществляемые инструментами с точечными производящими элементами (резцами, резцовыми головками). Материальным носителем формы образуемых линий при этих методах является механика станка,

обеспечивающая кинематическое профилирование поверхности в поперечном и продольном направлениях, т.е. обе производящие линии круговой винтовой поверхности (окружность и винтовая линия) создаются кинематически, что определяет кинематику формообразующей системы станка. Производящая винтовая линия, воспроизводимая методом следа, в обоих случаях образуется винтовым движением подачи Φ_S – согласованными вращательным B и поступательным Π движениями, т. е. движением $\Phi_S(B\Pi)$.

Окружность, как образующая круговой винтовой поверхности, может быть образована при обработке резанием различными методами. Наиболее просто она формируется методом следа при перемещении вдоль нее производящей точки, например вершины резца. Это перемещение (движение профилирования) может создаваться вращением производящей точки (простым движением $\Phi_V(B)$) или сочетанием, как минимум, двух элементарных движений, например, вращательного B_1 и осциллирующего (возвратно-поступательного) O_2 , совершаемых исполнительными органами станка, несущими инструмент и заготовку. Их сочетанием создается движение резания $\Phi_V(B_1O_2)$. В обоих случаях обеспечивается полное формообразование окружности.

Поскольку обе производящие линии (окружность и винтовая линия) образуются методом следа, то круговая винтовая поверхность в целом – методом двойного следа.

Множество возможных кинематических схем обработки круговой винтовой поверхности определяется распределением между инструментом и заготовкой указанных выше составляющих их элементарных движений. Простым в реализации является вариант, когда производящая окружность создается в результате согласованных возвратно-поступательного движения O_2 резца (рисунок 3) перпендикулярно геометрической оси O_1 заготовки и вращения B'_1 последней вокруг этой оси.

Параметры возвратно-поступательного движения резца таковы, что центр образующейся окружности в любой момент времени отстоит от геометрической оси заготовки на величину эксцентриситета профиля e . При финишной обработке вместо резца может использоваться инструмент для поверхностно-пластического деформирования.

Таким образом, производящая окружность формируется при данной схеме сложным движением профилирования $\Phi_v(B'_1O_2)$, которое осуществляется со скоростью резания и образовано согласованными вращательным движением заготовки B'_1 вокруг своей геометрической оси и осциллирующим движением реза O , кинематически связанным с движением B'_1 .

Направляющая формируемой поверхности (винтовая линия) создается винтовым движением подачи $\Phi_s(\Pi_3B''_1)$, образованным

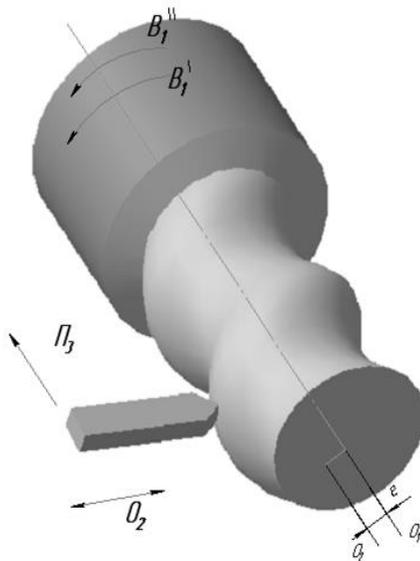


Рисунок 3 – Схема обработки круговой винтовой поверхности при профилировании методом следа

поступательным движением Π_3 реза вдоль оси вращения заготовки и кинематически связанным с ним дополнительным вращением заготовки B''_1 вокруг этой оси. Соотношение между этими элементарными движениями таково, что за время перемещения инструмента относительно заготовки на шаг T формируемой винтовой поверхности заготовка должна совершить один дополнительный оборот. Таким образом, при обработке по рассматриваемой схеме круговая винтовая поверхность формируется двумя сложными исполнительными движениями

– движением резания $\Phi_v(B'_1O_2)$ и винтовым движением подачи $\Phi_s(\Pi_3 B''_1)$. Для упрощения схемы обработки дополнительное движение может сообщаться не заготовке, а резу в радиальном направлении. Достоинством такой схемы являются широкая универсальность, так как по ней возможна обработка винтовых поверхностей не только с круглым, но и некруглым профилем.

Обработка роторов винтовых насосов по рассмотренной схеме осуществляется на специальном зарубежном станке (рисунок 4).



Рисунок 4 – Рабочая зона специального станка для обработки роторов насосов с круговой винтовой поверхностью

В Беларуси освоено производство таких роторов по рассмотренной схеме обработки на универсальном токарно-затыловочном станке [3], кинематика которого позволяет создавать и настраивать необходимые для обработки круговой винтовой поверхности исполнительные движения. Такое решение задачи экономически выгодно при мелкосерийном изготовлении изделий роторов с круговыми винтовыми, так как исключена необходимость создания или приобретения за рубежом специального станка, а также закупки роторов.

Литература

1. Люкшин В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов. – М.: Машиностроение, – 1968. – 372 с.
2. Федотенок, А.А. Кинематическая структура металлорежущих станков / А.А. Федотенок. – М. : Машиностроение, 1970. – 403 с.
3. Данилов, В.А. Технология механической обработки роторов винтовых насосов / В.А. Данилов, А.А. Чепурной // Горная механика и машиностроение. – 2013. – №4. – С. 36-43.