

4. Концентрация напряжений наблюдается в кольцевом внутреннем угле на стыке базиса и ствола (дуговой концентратор сжатия ДСК).
5. Винтовой ход является концентратором напряжений. Его стенки нагружены сжимающими напряжениями в 1,5 – 2 раза выше, чем сплошные участки ствола.
6. При наклоне башни на максимальный угол $\alpha_T = 5,5^\circ$, сжимающие напряжения в колоннах CI снаружи от центра изгиба, близки к нулю. При дальнейшем наклоне появится опасность растрескивания швов и раскрытия накопленных трещин.
7. Наклон башни на максимальный угол $\alpha_T = 5,5^\circ$, увеличивает сжимающие напряжения в колоннах CI в два раза по сравнению со строго вертикальной установкой башни.
8. При наклоне башни на угол $\alpha_T = 5,5^\circ$ сжимающие напряжения в колоннах примерно вдвое выше, чем на наружном диаметре ствола. Ствол башни способен взять на себя нагрузку в случае выхода из строя колонн.

УДК 621.91.04

СИНТЕЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ ОБРАБОТКИ КРУГОВОЙ ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ТОКАРНО- ЗАТЫЛОВОЧНОМ СТАНКЕ

СТУДЕНТ ГР.10305219 ДОРОШКЕВИЧ Е.Г.

Научный руководитель – профессор Данилов В.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Постановка задачи. Круговая винтовая поверхность (КВП) является рабочей поверхностью роторов одновинтовых насосов (рисунок 1) различного технологического оборудования: от нефтегазовой отрасли до пищевой промышленности [1].

Следует отметить, что отечественная промышленность не производит станки для обработки КВП, поэтому детали эксплуатируемого в стране импортного оборудования с такими поверхностями обычно приобретаются за рубежом. Для

обеспечения потребности промышленности в роторах винтовых насосов при отсутствии специальных станков экономически целесообразно обрабатывать КВП на универсальных станках за счет расширения их технологических возможностей, что обуславливает актуальность разработки соответствующих схем обработки и инструментов. Для решения этой задачи требуется установить необходимые исполнительные движения и обеспечивающие их станок. Задача решается исходя из геометрии КВП и метода ее формообразования.



Рисунок 1 – Ротор винтового насоса с круговой винтовой поверхностью

Геометрия и формирование КВП при механической обработке. КВП S (рисунок 2) с шагом T , вписанная в круглый цилиндр диаметром D , в поперечном сечении имеет окружность C диаметром d , центр которой смещен от оси КВП на расстояние e – эксцентриситет профиля [2].

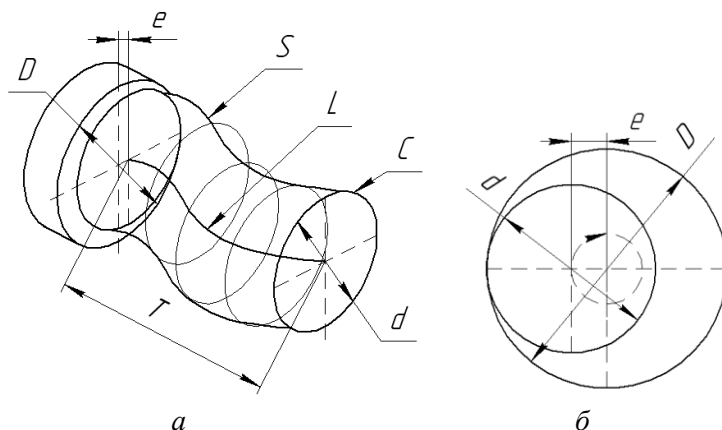


Рисунок 2 – Геометрия круговой винтовой поверхности ротора насоса: a – общий вид; b – поперечное сечение.

Основной схемы обработки служит метод формообразования поверхности, как возможное сочетание методов образования ее производящих линий [3], которые различаются формой производящего элемента инструмента (точка или линия) и кинематикой формообразования. Из-за переменной во всех направлениях формы КВП предпочтителен метод ее формообразования, основанный на воспроизведении образующей (окружности C) и направляющей (винтовой линии L) методом следа, т.е. точкой, что возможно точением при перемещении этой точки (вершины резца) по определенной траектории.

Таким образом, КВП формируется методом двойного следа, поэтому материальным носителем формы обеих производящих линий является кинематика станка, что предопределяет его кинематическую структуру для проектирования специального станка или выбора из известных станка иного назначения..

Обоснование схемы обработки КВП. Поскольку центр производящей окружности C смещен от оси КВП на расстояние e (рисунок 2 б), то при обработке точением относительное перемещение вершины резца образуется сочетанием, как минимум, двух элементарных движений, например, вращательного B_1 и осциллирующего O_2 (возвратно-поступательного), которые создают движение формирования окружности со скоростью резания $\Phi_V(B_1 O_2)$.

Необходимое для формирования КВП перемещение P_3 образуемой окружности C по винтовой линии шага T может осуществляться за счет дополнительного вращения B_1'' заготовки (рисунок 3, а) вокруг своей геометрической оси, согласованного с поступательным движением P_3 резца вдоль заготовки. Таким образом, в этом случае КВП формируется двумя сложными исполнительными движениями – движением профилирования со скоростью резания $\Phi_V(B_1' O_2)$ и винтовым движением подачи $\Phi_S(P_3 B_1'')$. Недостаток рассмотренной схемы – сложность сообщения заготовке дополнительного вращения B_1'' .

Так как вращение заготовки и возвратно-поступательное движение резца взаимосвязаны, то вместо дополнительного вращения заготовки B_1'' резцу может сообщаться дополнительное

возвратно-поступательное движение O_5 (рисунок 3, б). В этом случае поверхность формируется движениями $\Phi_V(B_1O_2)$ и $\Phi_S(\Pi_3O_5)$. Параметры возвратно-поступательного движения резца таковы, что центр формируемой окружности в любой момент времени отстоит от геометрической оси КВП на величину эксцентриситета профиля e . Эта схема обработки, как более простая, предпочтительна для обработки КВП на модернизированных универсальных станках.

Кроме указанных формообразующих движений для обработки КВП необходимы установочное и вспомогательные движения. Установочное движение Ucm (Π_4) (см. рисунок 3, б) обеспечивает настройку глубины резания. Обратное ему вспомогательное движение $Vcn_1(\Pi'_5)$, а также вспомогательное движение $Vcn_2(\Pi'_3)$ служат для возвращения резца в исходное положение.

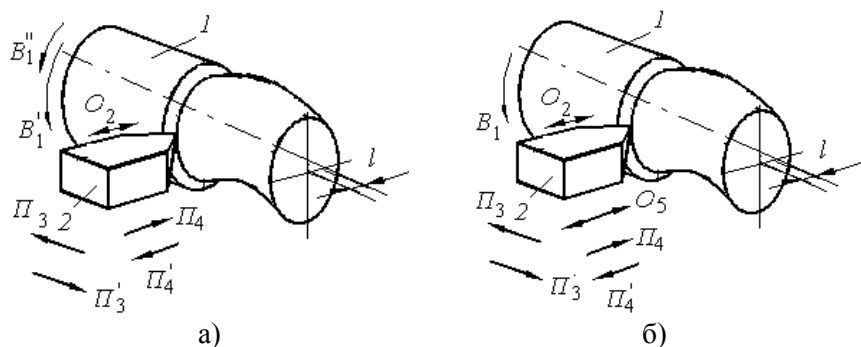


Рисунок 3 – Схемы точения КВП при сообщении дополнительного движения заготовке (а) или резцу (б)

Движения, необходимые для формирования КВП по схеме, согласно рисунку 3, б, обеспечивает кинематика универсального токарно-затыловочного станка, поэтому описанная схема обработки КВП реализуется на этом станке при соответствующем исполнении механизма возвратно-поступательного движения поперечного суппорта. Поскольку указанное движение суппорта осуществляется кулачковым механизмом, то изменение его конструкции связано с заменой кулачка затылования на кулачок формирования

окружности, эксцентрично расположенной относительно оси вращения заготовки. Схема обработки по 3, б реализована на универсальном токарно-затыловочном станке модели 1Б811 (рисунок 4) [4], кинематика которого обеспечивает возможность настройки всех параметров круговой винтовой поверхности.

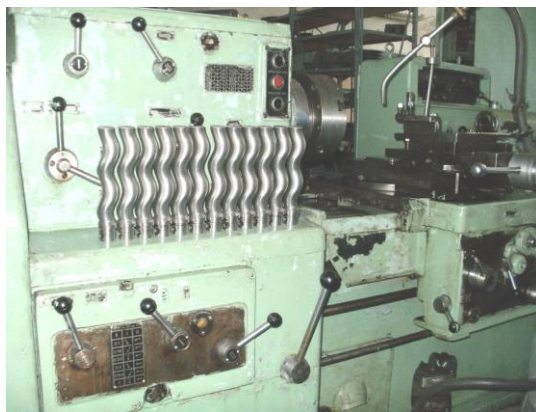


Рисунок 4 – Фото модернизированного токарно-затыловочного станка модели 1Б811 с партией обработанных на нем винтовых роторов

Для обработки КВП в станке настраивают следующие кинематические цепи:

- цепь вращения шпинделя с заготовкой – устанавливают переключением коробки скоростей частоту его вращения в соответствии с заданной скоростью резания;
- цепь деления, связывающую шпиндель с поперечным суппортом, с помощью гитары деления, так чтобы передаточное отношение этой цепи было равно единице;
- цепь подач (перемещения продольного суппорта) – устанавливают с помощью коробки подач заданную величину подачи как при токарной обработке;
- цепь дифференциала (винторезную цепь) – настраивают гитару дифференциала (резьб) на шаг обрабатываемой круговой винтовой поверхности.

Из-за того, что центр формируемой окружности (поперечного сечения КВП) смещен относительно оси вращения заготовки на расстояние, равное эксцентриситету профиля, в процессе обработки непрерывно изменяются передний и задний рабочие углы режущего лезвия. Изменение этих углов необходимо учитывать при проектировании резца.

Таким образом, представление КВП как кинематической, формируемой относительным перемещением производящей окружности и винтовой линии, позволяет реализовать схему ее обработки на универсальном токарно-затыловочном станке, применение которого исключает необходимость в создании или приобретении специального станка и обеспечивает возможность изготовления импортозамещающей продукции – роторов винтовых насосов.

Литература

1. Балденко, Д.Ф. Одновинтовые гидравлические машины / Д.Ф. Балденко, Ф.Д. Балденко, А.Н. Гноевых. Т. 1. – М: ООО ИРЦГазпром», 2005. – 341 с.
2. Люкшин, В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов / В.С. Люкшин. – М.: Машиностроение, 1968. – 372 с.
3. Коновалов, Е.Г. Основы новых способов металлообработки / Е.Г. Коновалов. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. – 257 с.
4. Данилов, В.А. Технология механической обработки роторов винтовых насосов / В.А. Данилов, А.А. Чепурной// Горная механика и машиностроение. – 2013. – №4. – С. 36-43.