

## Лабораторная работа

### ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ НАСТРОЙКИ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

**Цель занятия:** Изучение способов настройки станка и приёмов нарезания резьбы резцом на токарно-винторезном станке.

**Содержание занятия:**

1. Ознакомиться с теорией нарезания резьб.

2. Выполнить расчет шестерен по варианту, заданному преподавателем.

3. Оформить отчет о проделанной работе.

По варианту задания (таблица 1) рассчитать сменные шестерни и проверить на условие сцепляемости, если  $t_{xv} = 12$  мм.

Таблица 1- Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_p$ , мм	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5

**Краткое руководство:**

Резьбовые соединения в современном машиностроении играют одну из главных ролей для скрепления и фиксации узлов машин и приспособлений. Специальные резьбовые инструменты (лерки, метчики) используются для нарезания стандартных резьб и профилей небольших диаметров. Для нарезания нестандартных резьб и профилей больших размеров используют токарно-винторезные станки.

По шагу резьбы подразделяются на метрические, дюймовые, питчевые и модульные.

**Шаг резьбы** – это расстояние между соседними гребешками или впадинами одной и той же винтовой линии.

Шаг и основные параметры метрической резьбы измеряются в долях метра. Шаг дюймовой резьбы определяется количеством ниток на дюйм. У питчевой резьбы шаг измеряется в питчах ( $p''$ ), что соответствует величине  $p'' \times \pi$ , мм. У модульной резьбы шаг измеряется модулем ( $m$ ), что соответствует величине  $m \times \pi$ , мм.

По профилю различают следующие типы резьб: *треугольные*, в том числе *метрические*, у которых угол при вершине равен  $60^\circ$  (рисунке 1, а), и *дюймовые*, у которых угол при вершине равен  $55^\circ$  (рисунке 1, б); *прямоугольные* (рисунке 1, в); *трапецеидальные*, или упорные (рисунке 1, г, д) и *круглые* (рисунке 1, е).

По числу заходов различают однозаходные и многозаходные резьбы, а по направлению захода винтовой линии – левые и правые.

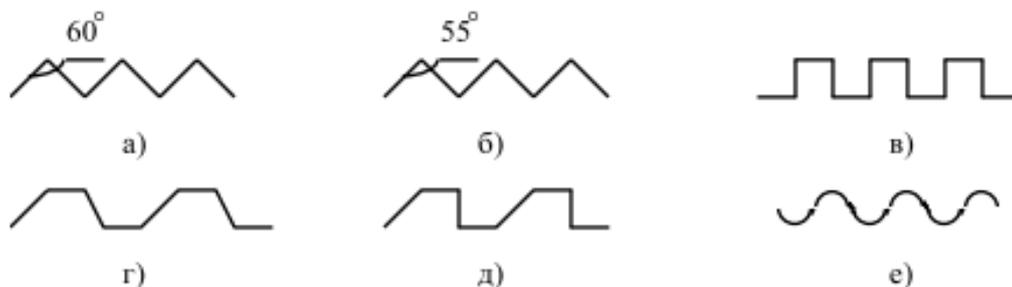


Рисунок 1- Различные по профилю типы резьбы

Для нарезания резьбы требуемого шага токарный станок настраивается таким образом, чтобы при повороте шпинделя с заготовкой на один оборот, резец переместился на шаг нарезаемой резьбы. Рассмотрим кинематическую цепь передачи движения с оси шпинделя до резца (рисунок 2). Связь начального и конечного движений кинематической цепи представляет собой баланс кинематической цепи (или, просто баланс). Уравнение баланса кинематической цепи имеет вид:

$$1 \text{ об. шп.} \cdot i_{TP} \cdot i_{Г} \cdot i_{КП} \cdot t_{xв} = t_p, \quad (1.1)$$

где 1 об. шп. – один оборот шпинделя;

$i_{TP}$  – передаточное отношение трензеля (*трензель* – механизм изменения направления вращения вала подачи, или реверса);

$$i_{Г} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \quad (1.2)$$

$i_{Г}$  – передаточное отношение гитары сменных шестерён ();

$i_{КП}$  – передаточное отношение коробки подачи;

$t_{xв}$  – шаг ходового винта;

$t_p$  – шаг резьбы.

Если принять передаточные отношения трензеля и коробки подачи равными единице

( $i_{TP} = 1$ ;  $i_{КП} = 1$ ), тогда формула (1.1) примет вид:

$$i_{Г} = \frac{t_p}{t_{xв}}. \quad (1.3)$$

Передаточное отношение гитары можно изменить используя набор сменных шестерён. Существуют следующие наборы сменных зубчатых колёс:

**“чётный” набор**, содержащий зубчатые колёса с числом зубьев, кратным двум: 20, 22, 24, ..., 118, 120;

**“пятковый” набор**, содержащий зубчатые колёса с числом зубьев, кратным пяти: 20, 25, 30, ..., 115, 120.

Для нарезания дюймовых резьб в каждом из наборов присутствует дополнительная шестерня со 127 зубьями.

Линейные перемещения суппорта при нарезании резьб осуществляются с помощью ходового винта, потому что винт не даёт проскальзывания и обеспечивает высокую точность перемещения резьбового резца. Хотя на станке присутствует ходовой валик, обеспечивающий такие же продольные перемещения, но цепь передачи движения с помощью ходового валика включает фрикционные муфты, которые не гарантируют точности перемещения резца. Передача движения от ходового винта к суппорту производится с помощью разъёмной маточной гайки, состоящей из двух половин (рисунок 2).

#### **Настройка гитары сменных шестерён**

Преобразование передаточного отношения гитары в равное ему, но с числами, соответствующими числам зубьев колёс, производится с помощью следующих приёмов:

- 1) разложение числителя и знаменателя на простые кратные множители;
- 2) группировка произведения двух независимых дробей;
- 3) проверка полученных пар шестерён на сцепляемость зубьев.

**Условия сцепляемости** сменных колёс во избежание задевания промежуточными колёсами соседних валов:

$$a + b \geq c + 15 \text{ зубьев};$$

$$c + d \geq b + 15 \text{ зубьев};$$

Коэффициент 15 зубьев в неравенствах учитывает радиус посадочного места шестерни.

Распространённые в машиностроении токарно-винторезные станки средней мощности имеют шаг ходового винта, равный 12 мм.

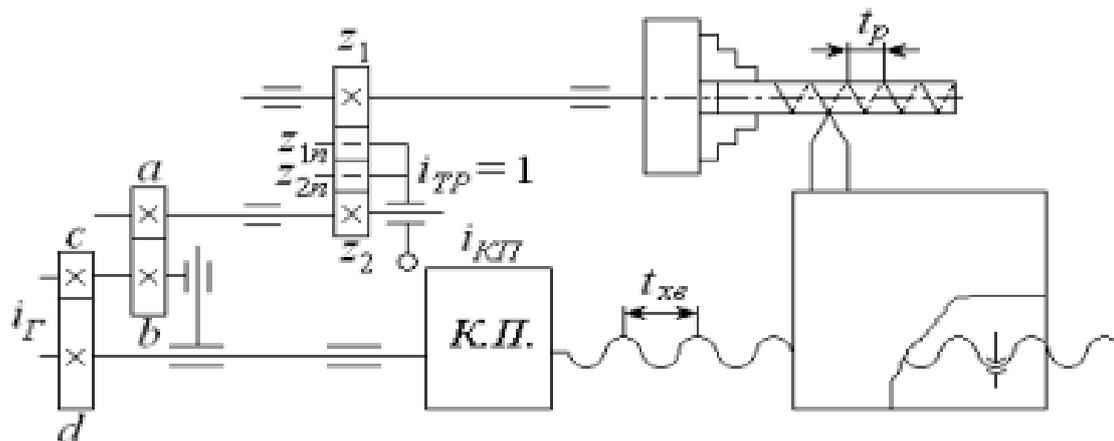


Рисунок 2 - Кинематическая цепь ТВС при нарезании резьбы

**Пример:** Нарезать резьбу  $t_p = 6$  мм, если  $t_{xв} = 12$  мм.

Подобрать сменные зубчатые колёса гитары и проверить их на сцепляемость.

По формуле (1.2) находим передаточное отношение гитары колес:

$$i_{\Gamma} = \frac{t_p}{t_{xв}} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}.$$

Разложим числитель и знаменатель на простые сомножители:

$$i_{\Gamma} = \frac{1}{2} = \frac{6}{12} = \frac{2 \cdot 3}{3 \cdot 4}.$$

Умножим сомножители числителя и знаменателя на одно и то же число:

$$i_{\Gamma} = \frac{2 \cdot 3}{3 \cdot 4} = \frac{2 \cdot (10) \cdot 3 \cdot (15)}{3 \cdot (10) \cdot 4 \cdot (15)}.$$

Сгруппируем произведения двух независимых дробей:

$$i_{\Gamma} = \frac{20 \cdot 45}{30 \cdot 60} = \frac{20}{30} \cdot \frac{45}{60}.$$

Откуда имеем:

$$i_{\Gamma} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{20}{30} \cdot \frac{45}{60}$$

Значит, числа зубьев колёс  $a = 20$ ;  $b = 30$ ;  $c = 45$ ;  $d = 60$ .

*Найденные числа зубьев колёс не должны повторяться, так как в наборе имеется только по одной шестерне с определённым числом зубьев!!!*

Проверим, выполняются ли условия сцепляемости:

$$a + b = 20 + 30 = 50 \geq c + 15 = 45 + 15 = 60;$$

$$50 \geq 60.$$

Первое условие не соблюдается.

Исправить это можно следующим образом:

Если переставить местами сомножители, то дробь не изменится.

Запишем следующим образом:

$$i_r = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{45}{30} \cdot \frac{20}{60}$$

затем снова проверим выполнение условий сцепляемости:

$$a + b = 45 + 30 = 75 \geq c + 15 = 20 + 15 = 35;$$

$$75 \geq 35;$$

$$c + d = 20 + 60 = 80 \geq b + 15 = 30 + 15 = 45;$$

$$80 \geq 45.$$

Условия выполняются, значит, подбор произведён правильно.

Такая настройка ведётся на станках, у которых либо отсутствует коробка подач, либо она –

простейшая (с  $i_{КП} = \frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{8}$ ).

Современные станки имеют коробки подач с большой разрешающей способностью, что даёт возможность нарезать резьбу с шагом от десятых долей до нескольких миллиметров, при этом гитара сменных шестерён состоит всего из четырёх шестерён. Настройка на нарезание резьбы сводится к проверке последовательности сменных шестерён гитары и к установке рукояток коробки подач (КП) в определённое положение согласно настроечной таблице (таблице 2).

#### Пример использования таблицы:

Находим нужный шаг нарезаемой резьбы, например 3 мм. По настроечной таблице (находится на коробке подач станка) устанавливаем сменные шестерни *A*, *B*, *C*, *D* в необходимой последовательности. Определяем по таблице положение рукояток I, II, III, IV, соответствующее шагу нарезаемой резьбы  $t_p = 3$  мм, и переключаем рукоятки КП в нужное положение. Станок настроен для нарезания резьбы.

Таблица 2 - Настроечная таблица станка 1616

<i>A</i>	I			/		/		\			\	\
<i>B</i>	II			/		/	/	/	\	\	/	/
<i>C</i>	III			/	/	/	\	/	/	\		
<i>D</i>	IV		/	\	\	/			\	/		
$t_p$ , мм		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
<i>B</i>	I	\		\		\	/	\	\	/	/	
<i>A</i>	II			/		/	/	/	\	\	/	
<i>C</i>	III			/	/	/	\	/	/	\		
<i>D</i>	IV		/	\	\	/			\	/		
$t_p$ , мм		1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	
<i>A</i>	I		/		/		\			\	\	
<i>B</i>	II			/		/	/	/	\	\	/	
<i>D</i>	III	/	/	\	\	\		\	\		/	
<i>C</i>	IV		/	\	\	/			\	/		
$t_p$ , мм		6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	11	12	

#### Контрольные вопросы

1. Какой специальный резьбовой инструмент применяется для нарезания резьб?
2. Что используют для нарезания нестандартных резьб и профилей больших размеров?
3. Что такое шаг резьбы?
4. Что такое однозаходная резьба?
5. Что такое многозаходная резьба?
6. Что такое дюйм и как определяется шаг дюймовой резьбы?
7. Какой угол профиля метрической резьбы?
8. Какой угол профиля дюймовой резьбы?
9. Запишите и расшифруйте уравнение кинематического баланса?
10. Какие существуют наборы зубчатых колёс?