

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

*МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*  
федеральное государственное бюджетное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Технология машиностроения,  
металлорежущие станки и инструменты»

**УСТРОЙСТВО ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА  
И ЕГО НАЛАДКА НА ВЫПОЛНЕНИЕ  
РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАБОТ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Оборудование машиностроительных производств»  
для студентов направления 151900.62 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»  
(профиль «Технология машиностроения») и 150700.62 «Машиностроение»  
(профиль «Менеджмент высоких технологий»)

Курган 2014

Кафедра: «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»

Дисциплина: «Оборудование машиностроительных производств»  
(направление 151900.62, 150700.62)

Составил: д-р техн. наук, проф. В.И. Курдюков

Утверждены на заседании кафедры:

«7» ноября 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта  
«Инженерные кадры Зауралья» «25» ноября 2013 г.

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомить студентов с устройством и кинематикой станка и его технологическими возможностями.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

- 1 Изучить устройство станка и его кинематическую схему;
- 2 Ознакомиться с порядком наладки станка на выполнение различных токарных работ (точение резьб; конических поверхностей; обработка отверстий).
- 3 Настроить станок на выполнение токарных работ, указанных в таблице
- 4 Оформить отчет (форма прилагается).

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

Станки токарной группы предназначены для обработки наружных, внутренних и торцевых поверхностей тел вращения и нарезания резьб (токарно-винторезные). В качестве инструментов используют токарные резцы. Может применяться и размерный инструмент: сверла, зенкеры, развертки, метчики, плашки и т.п.

Поверхности тел вращения на токарных станках получают по схеме «след» + «след» либо «след» + «копирование». Первым назван метод получения направляющей, а вторым – образующей производящих линий.

Отсюда вытекает необходимость иметь в токарных станках вращательное движение заготовки  $V_1$  и поступательное движение резца  $P_2$ , вдоль оси вращения заготовки и  $P_3$  – перпендикулярно ее оси вращения при точении торцевых поверхностей. Причем, для обеспечения возможности нарезания резьб резцами необходимо, чтобы движения  $V_1$  и  $P_2$  были согласованы. Исходя из этих соображений, структурная схема токарно-винторезного станка может быть представлена следующим образом (см. рисунке 1). Простое продольное точение осуществляется реализацией двух исполнительных движений  $\Phi_V(V_1)$  и  $\Phi_3(P_2)$ ; торцевое –  $\Phi_V(V_1)$  и  $\Phi_3(P_3)$ . Нарезание резьб реализуется одним сложным исполнительным движением (двухэлементарным)  $\Phi_V(V_1, P_2)$ . Согласование элементарных движений  $V_1$  и  $P_2$  осуществляется внутренней кинематической связью  $V_1 \rightarrow 2 \rightarrow P_2 \rightarrow i_r \rightarrow i_{кн.} \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow t_1 \rightarrow P_2$ . Применение двух параллельных передач «винт-гайка» и «зубчатая шестерня – рейка» обусловлено следующим. При нарезании резьб требуется большая точность связи  $(V_1, P_2)$ , для чего используется передача «винт – гайка» как более точная. При обычном точении, во избежание износа пары «винт – гайка», включают реечную передачу.

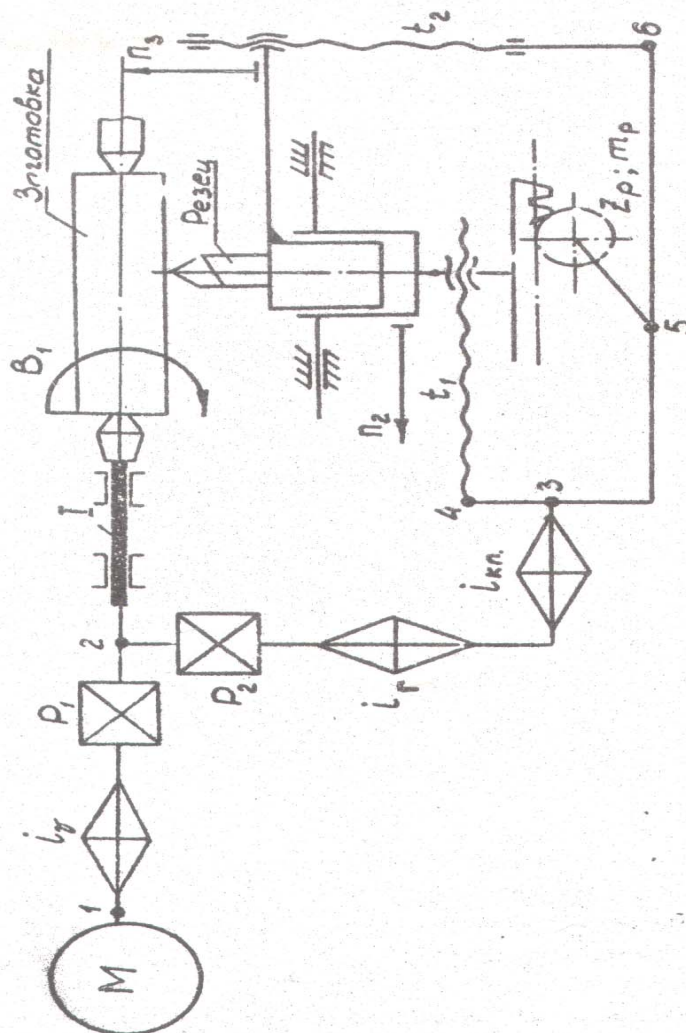


Рисунок 1 – Структурная схема токарно-винторезного станка

### 3.1 Настройка кинематических цепей токарных станков

1 Цепь главного движения.  $\Phi_v(B_1) (M \rightarrow I \rightarrow i_v \rightarrow P_1 \rightarrow 2 \rightarrow B_1)$ .

Конечными звеньями этой цепи являются: электродвигатель М и шпиндель I. Уравнение расчетных перемещений (УРП) этой цепи запишется:

$$n_{\text{дв.}} \rightarrow n_{\text{шп.}}$$

Уравнение кинематического баланса (УКБ)

$$n_{\text{дв.}} \cdot P_{1-2} \cdot P_1 \cdot i_v = n_{\text{шп.}}$$

где  $n_{\text{шп.}}$  - частота вращения шпинделя (об/мин);

$P_{1-2}$  – постоянные передаточные отношения на участке 1–2 цепи;

$P_1$  – передаточное отношение реверсирующего механизма;

$i_v$  – передаточное отношение органа настройки цепи на скорость;

$n_{\text{дв.}}$  – частота вращения двигателя.

Откуда формула настройки цепи будет иметь вид:

$$i_v = \frac{1}{P_{1-2} \cdot P_1} \cdot \frac{n_{\text{шп.}}}{n_{\text{дв.}}}$$

2 Цепь продольных подач.  $B_1 \rightarrow 2 \rightarrow P_2 \rightarrow i_r \rightarrow i_{\text{к.н.}} \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow Z_p \rightarrow П_2$ .

УРП  $I_{\text{об.шп.}} \rightarrow S_{\text{пр}} [\text{мм}]$

УКБ  $I_{\text{об.шп.}} \cdot P_{2-3} \cdot P_{3-5} \cdot P_2 \cdot i_r \cdot i_{\text{к.н.}} \cdot \pi \cdot m_p z_p = S_{\text{пр}} [\text{мм}]$

Поскольку при обычном точении настройка осуществляется только коробкой подач при постоянном передаточном отношении гитары ( $i_r$ ), то расчетная формула настройки цепи будет выглядеть следующим образом:

$$i_{к.п.} = \frac{1}{P_{2-3} \cdot P_{3-5} \cdot P_2} \cdot \frac{S_{np.}}{\pi \cdot m_p \cdot z_p}.$$

3 Цепь поперечных подач:

$$B_I \rightarrow 2 \rightarrow P_2 \rightarrow i_r \rightarrow i_{к.п.} \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow t_2 \rightarrow П_3$$

УРП  $I_{об.шп.} \rightarrow S_{non.} [мм]$

УКБ  $I_{об.шп.} \cdot P_{2-3} \cdot P_{3-6} \cdot P_2 \cdot i_r \cdot i_{к.п.} \cdot i_2 = S_{non.} [мм]$

Расчетная формула настройки данной цепи:

$$i_{к.п.} = \frac{1}{P_{2-3} \cdot P_{3-6} \cdot i_r} \cdot \frac{S_{non.}}{t_2}.$$

4 Винторезная цепь:  $B_I \rightarrow 2 \rightarrow P_2 \rightarrow i_r \rightarrow i_{к.п.} \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow t_4 \rightarrow П_2$

УРП  $I_{об.шп.} \rightarrow t_n$ , т.е. за один оборот шпинделя вершина резца (суппорт) должна перемещаться на величину шага  $t_n$  нарезаемой резьбы.

УКБ  $I_{об.шп.} \cdot P_{2-3-4} \cdot P_2 \cdot i_r \cdot i_{к.п.} \cdot t_1 = t_n$

Возможны два варианта нарезания резьб:

а) с использованием как органа настройки самой коробки подач. Тогда передаточное отношение гитары  $i_r$  известно. Формула настройки цепи запишется:

$$i_{к.п.} = \frac{1}{P_{2-3-4} \cdot P_2 \cdot i_r} \cdot \frac{t_n}{t_1},$$

где  $t_1$  – шаг ходового винта;

б) с использованием только гитары. Тогда  $i_{к.п.} = I$ , и расчетная формула настройки цепи запишется:

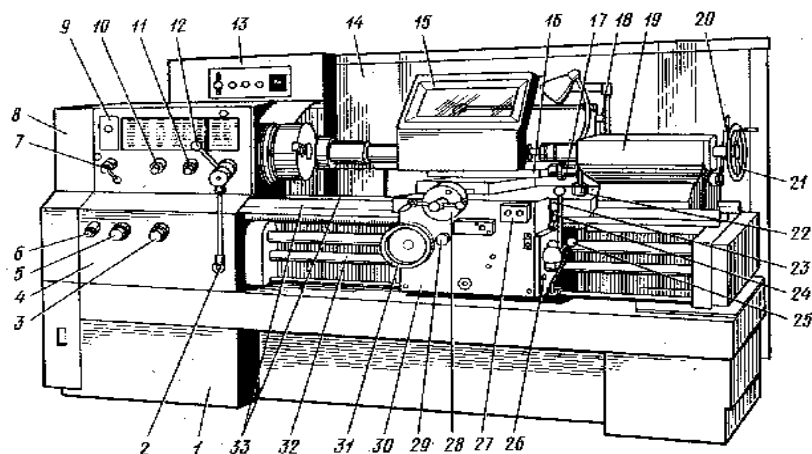
$$i_r = \frac{1}{P_{2-3-4} \cdot P_2} \cdot \frac{t_n}{t_1}.$$

Одним из вариантов практической реализации структурной схемы, приведенной на рисунке 1, является токарно-винторезный станок I6K20.

#### 4 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА I6K20

Токарно-винторезный станок I6K20 предназначен для выполнения всевозможных токарных работ: точения наружных и внутренних поверхностей; нарезания метрической, дюймовой, модульной и питчевой резьб; одно и многозаходных резьб с нормальным и увеличенным шагом и т.д.

Станок применяется в единичном и мелкосерийном производстве. Основные узлы и органы управления станка показаны на рисунке 2. Токарные станки этой модели имеют верхний поворотный салазок суппорт (22) с механической подачей.



Основные узлы:

1 – станина, 4 – коробка подач, 8 – кожух ременной передачи главного привода, 9 – передняя бабка с главным приводом, 13 – электрошкаф, 14 – экран, 15 – защитный щиток, 16 – верхние салазки, 19 – задняя бабка, 22 – суппорт продольного перемещения, 30 – фартук, 32 – ходовой винт, 33 – направляющие станины, 34 – клино-ременная передача (рисунок 24), 35 – гитара сменных колес (рисунок 2 а).

Рукоятки управления:

2; 25 – включение вращения шпинделя и его реверса, 3,5,6 – установки подачи или шага нарезаемой резьбы, 7, 12 – управления частотой вращения шпинделя, 10 – установки нормального и увеличенного шага резьбы и для нарезания многозаходных резьб, 11 – изменения направления нарезания резьбы (лево- или правозаходной), 17 – перемещения верхних салазок, 18 – фиксации пиноли, 20 – фиксации задней бабки, 21 – штурвал перемещения пиноли, 23 – включения ускоренных перемещений суппорта, 24 – включения и выключения гайки ходового винта, 26 – включения и выключения подачи, 28 – поперечного перемещения салазок, 29 – включения продольной автоматической подачи, 27 –кнопка включения и выключения главного электродвигателя, 31 – продольного перемещения

Рисунок 2 – Токарно-винторезный станок I6K20



Рисунок 2 а – Токарно-винторезный станок I6K20 (вид на гитару сменных колес)

Станина (1) коробчатой формы неразъемно соединена с основанием также коробчатой формы, что значительно увеличило жесткость станка (она в 1,5 раза выше жесткости станка предыдущей модели 1К62). Направляющие поверхности станины закалены и защищены от стружки. Ходовой винт (32) и вал защищены круглыми телескопическими щитками.

Каретка в продольном направлении и салазки суппорта (16) в поперечном направлении могут производить рабочую подачу на упор с ее автоматическим отключением.

Резцовая голова четырех позиционная повышенной жесткости и точности фиксирования. Установочное перемещение задней бабки (19) обеспечено пневматической разгрузкой (воздух подается изнутри на поверхность скольжения и взвешивает заднюю бабку при перемещении).

#### 4.1 Техническая характеристика станка мод. 16К20

Наибольший диаметр детали, устанавливаемой над станиной, мм	– 400.
Расстояние между центрами, мм	– 710,1000 и 1400.
Диаметр отверстия шпинделя, мм	– 52.
Число значений частот вращения шпинделя	– 24.
Частота вращения шпинделя, об/мин	– 12,5+1600.
Подачи, мм/об: продольные	
поперечные	– 0,025-1,4.
Шаг нарезаемой резьбы: метрической, мм	– 0,5-112,
дюймовой (число ниток на1")	– 56-0,25,
модульной, модуль	– 0,5-112,
питчевой, питч	– 56-0,25.
Мощность электродвигателя, кВт	– 10.

При обработке детали осуществляются два рабочих движения: главное – вращательное движение заготовки, закрепленной на шпинделе, а также движение подачи в продольном или поперечном направлении относительно оси заготовки, сообщаемое инструменту, закрепленному на суппорте. Поперечная и продольная подача суппорта осуществляется с помощью механизмов, расположенных в фартуке (30) станка и получающих вращение от ходового винта (32) или ходового вала. Первый используется при нарезании резьб, второй – при точении.

Величину подачи устанавливают настройкой коробки подач (4), а частоту вращения шпинделя (заготовки) – настройкой коробки скоростей, расположенной в передней (шпиндельной) бабке (9).

Кинематическая схема станка представлена на рисунке 3.

#### 4.2 Привод главного движения

Вращательное движение шпинделю передается от электродвигателя мощностью  $N = 10 \text{ кВт}$  с числом оборотов  $n = 1460$  об/мин. через клиноременную передачу со шкивами диаметром 140 и 268 мм и далее через

шестеренную коробку скоростей с передвижными зубчатыми блоками на 24 ступени (рисунок 3).

На валу I коробки свободно сидят двойной блок зубчатого колеса с числами зубьев  $Z = 51$  и  $Z = 56$  и зубчатое колесо  $Z = 50$ , которые могут поочередно соединяться с валом I при помощи дисковой фрикционной муфты  $M_1$ . Для передачи шпинделю правого (прямого) вращения с валом I соединяется двойной блок 56 – 51. При этом вал II получает два числа оборотов через пары зубчатых колес 51–39 и 56–34. На валу III насажен скользящий блок из трех колес, который имеет три фиксированных положения.

При помощи этого блока каждое число оборотов вала II можно передать на вал III тремя вариантами, сцепляя поочередно пары шестерен: 29–47, 21–55, 38–38. Таким образом вал III получает шесть различных на шпиндель (вал VI) в зацепление с шестернями 60 и 30 вала III шесте чисел оборотов. Эти шесть чисел оборотов могут быть переданы сразу рен 48 и 60 двойного блока, сидящего на шлицевом участке шпинделя (вала VI). В результате шпиндель получает 12 чисел оборотов. Кроме того, 12 чисел оборотов шпиндель получит, если сначала передать шесть скоростей вала III навал IV, удвоив их число с помощью двойного блока шестерен 45–60, сидящего на валу IV; затем с парей 18–72 на вал V, а с него, включив шестерню 30 с шестерней 60 двойного блока, на шпиндель. В итоге всех комбинаций шпиндель получает 24 числа оборотов. Для передачи шпинделю обратного (левого) вращения с валом I муфтой  $M_1$  соединяется зубчатое колесо 50, и движение на вал III передается через зубчатые колеса 50–24, 36–38. При этом вал III получает одно число оборотов, а движение с него к шпинделю передается по тем же путям, что и при прямом вращении. В этом случае шпиндель имеет только 12 различных чисел оборотов.

Схему передачи движений по кинематическим цепям коробки скоростей, а также возможные передаточные отношения этих цепей можно представить в виде структурной формулы (рисунок 4). Откуда легко определить, что коробка скоростей станка I3K20 обеспечивает получение на шпинделе 24 частот правого вращения с диапазоном регулирования от 12,5 до 1600 об/мин и 12 левого – в диапазоне 19 – 1900 об/мин. Практически же могут быть использованы только 22 частоты правого вращения и II левого из-за совпадения значений общих передаточных отношений двух возможных кинематических цепей.

Ускорение левого вращения шпинделя предусмотрено для быстрого отвода суппорта в исходное положение и свинчивания инструментов при нарезании резьб.

### 4.3 Привод подач

Состоит из звена увеличения шага, реверса, гитары сменных колес, коробки подач, ходового винта и ходового вала, механизма фартука (рисунок 3).

При переключении блока шестерен 60–45 (вал VII) движение подачи либо непосредственно заимствуется от шпинделя через передачу 60/60 (как показано на схеме) или от вала III через пару шестерен 45/45. В последнем случае, используя передаточные отношения перебора 1/8 и 1/32 по цепи шпиндель-



валы  $V - IV - III - VII$  У-1У-'Л-УП, а также 1/2 передачи 30/60 по цепи шпиндель – вал III – вал УП, можно получить шаги резьб, увеличенные в 2,8 и 32 раза. Механизм реверса, предназначенный для изменения направления вращения ходового винта имеет передаточное отношение, равное 2/3.

При настройке станка на подачу, шаги мелких метрических и дюймовых резьб гитара сменных колес укомплектовывается простой зубчатой передачей 60–86–64. Колесо 86 используется в качестве паразитного. При нарезании модульных и питчевых резьб на гитару устанавливается сложная передача 60/73.86/36.

Настройка коробки подач осуществляется с помощью обратимого и множительного механизмов. Первый позволяет получить восемь передаточных отношений, второй – четыре, а всего тридцать два (см. структурную формулу привода подач рисунок 5).

Обратимый механизм обеспечивает два варианта настройки.

1 вариант (как показано на кинематической схеме) может дать четыре передаточных отношения, когда зубчатая муфта  $M_2$  включена, а муфты  $M_3$  и  $M_4$  включены. Передача выполняется по направлению вал IX – пара 28/28 – вал XI – два двойных блока(28–35; 25–30) – вал XIII – муфта  $M_4$  – вал XIV.

2 вариант, когда муфты  $M_2$ ,  $M_3$  и  $M_4$  выключены, позволяет получить еще четыре передаточных отношений. В этом случае передача движения идет в обратном направлении: вал IX - пары 28/28 38/34 – вал XIII – двойные блоки (28–35 и 25–30) – вал XI – колесо полумуфты  $M_3$  и колесо 33 полумуфты  $M_4$  – вал XIII.

С последнего вала X коробки подач движения может быть передано на ходовой винт при включенной муфте  $M_5$  или на ходовой вал, когда эта муфта выключена, а движение передается через сложную зубчатую передачу 23/40–24/39 – 28/35. Вращение от ходового вала через к леса 30–32–32–30, предохранительную муфту  $M_{11}$  и червячную передачу 4–21 сообщается центральному колесу  $Z=36$ , находящемуся в постоянном зацеплении с колесами  $Z=36$  и  $Z=41$ . При включении одной из четырех муфт  $M_6 - M_9$  движение передается через передачу 17 – 63 на вал XVII и реечную шестерню  $Z=10$  продольной подачи суппорта или через передачу 34–55–29–16 на винт XVII поперечной подачи.

Если станок оснащен механизированными верхними салазками, то передача движения к ним осуществляется сцеплением колес 29–18 и далее как показано на схеме.



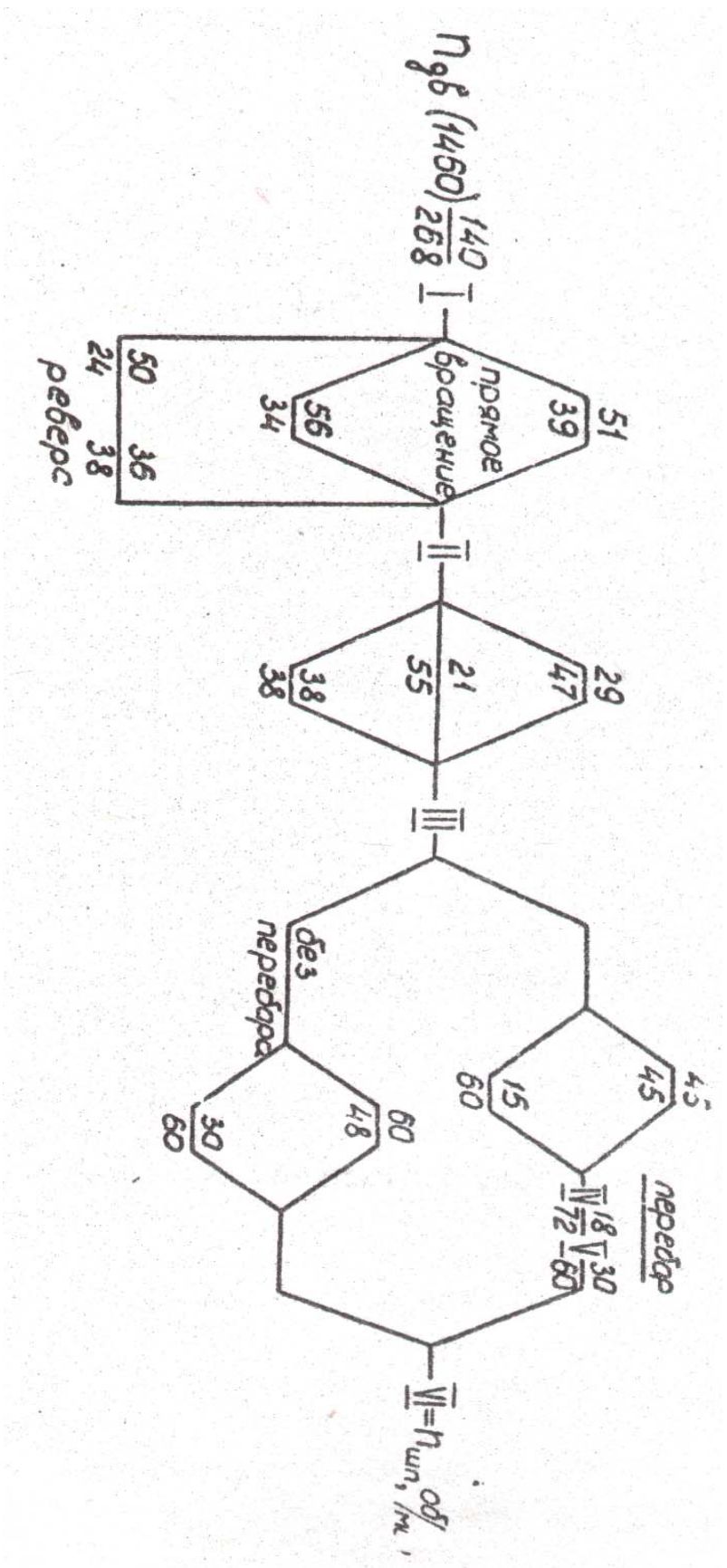


Рисунок 4 – Схема кинематических связей привода главного движения станка



Для нарезания особо точных резьб и резьб со специальным шагом включаются муфты  $M_2$  и  $M_5$ . Вращение от вала  $IX$  передается непосредственно на ходовой винт, минуя механизмы коробки подач. Настройка же на шаг нарезаемой резьбы осуществляется подбором чисел зубьев сменных колес гитары.

#### 4.4 Привод ускоренных перемещений

Быстрые (холостые перемещения) суппорт, поперечные и верхние салазки получают от электродвигателя  $M_1 (N = 0.75 \text{ кВт} = 1360 \text{ об/мин})$  через ременную передачу со шкивами  $\Phi 85$  и  $\Phi 127$ , ходовой вал, шестерню 30 и далее по всем рассмотренным ранее направлениям. Наличие на валу  $XV$  обгонной муфты  $M_6$  позволяет включать двигатель ускоренных перемещений без выключения рабочих подач.

## 5 НАСТРОЙКА СТАНКА НА ВЫПОЛНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАБОТ

### 5.1 Нарезание резьб

1 Нарезание резьб, шаги которых приведены в таблицах станка.

Установка необходимого значения передаточного отношения, связывающего частоту вращения шпинделя с частотой вращения ходового винта, осуществляется подбором необходимой комбинации зацепления зубчатых колес в механизмах привода подач. Зацепления изменяют рукоятками, устанавливая их в положения, соответствующие виду и шагу нарезаемой резьбы.

Виды резьб обычно обозначаются (в таблицах, помещенных на панели станка) условно. На рисунок 6 приведены условные обозначения нарезаемых резьб на станке 16К20. Представленные в таблицах шаги резьб (подачи) могут быть получены при установке на гитару передача сменных колес, число зубьев которых указано в таблицах. (Числа зубьев этих колес в станке 16К20 приведены выше).

2 Нарезание резьб, шаги которых не указаны в таблице станка. Резьбу, шаг которой не указан в таблицах станка, нарезают с использованием механизма коробки подач, но при установке на гитару других сменных шестерен, передаточное отношение которых подсчитывается по формулам:

$$\text{для метрической резьбы: } i_r = \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} \cdot \frac{t_n}{t_{\text{табл.}}},$$

$$\text{для дюймовой резьбы: } i_r = \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} \cdot \frac{n_{\text{табл.}}}{n_n},$$

где  $n$  – число ниток резьбы на длине 25,4 мм.

$$\text{Шаг дюймовой резьбы } t_o: t_o = \frac{25.4}{n}, \quad [\text{мм}]$$

для модульной резьбы: 
$$i_r = \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} \cdot \frac{m_n}{m_{табл.}}$$

где  $m$  – модуль резьбы

Шаг модульной резьбы  $t_m = \pi \cdot m, [\text{мм}]$

для питчевой резьбы: 
$$i_r = \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} \cdot \frac{\Pi_{табл.}}{\Pi_n}$$

Шаг питчевой резьбы задается диаметральным питчем  $\Pi$ , а его выражение в метрической системе будет

$$t_n = \frac{25.4 \cdot \pi}{\Pi}, [\text{мм}]$$

Питч – величина обратная модулю, выраженная в дюймах  $K, L, M, N$  – постоянно участвующие сменные шестерни гитары.

Пример. Необходимо нарезать метрическую резьбу с шагом  $t_n = 18$  мм.

По таблице, расположенной на шпиндельной бабке, в ряду метрических резьб находим значение шага резьбы, ближайшее к нарезаемому. Допустим, такими являются значения  $t_{табл.} = 16$  мм и  $t_{табл.} = 20$  мм. Примем в нашем случае шаг  $t_{табл.} = 20$  мм. Постоянно устанавливаемые на станке I6K20 сменные

шестерни имеют значения  $\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64} = \frac{5}{8}$ , тогда формула подсчета передаточного отношения шестерен искомой гитары сменных колес запишется:

$$i_r = \frac{5}{8} \cdot \frac{t_n}{t_{табл.}} = \frac{5}{8} \cdot \frac{18}{20}$$

При вычислении чисел зубьев сменных колес подбирать такие значения вводимых коэффициентов, которые бы позволяли использовать шестерни, поставляемые со станком.

Примечание. Набор сменных шестерен, приданных к станку I6K20 пятковый – 20, 25, 30, 35 и т.д. до 120 плюс одна шестерня с  $z = 127$  для нарезания дюймовых резьб метрическим винтом. Шестерни 36, 64, 86, 73 установлены в гитаре. Исходя из этих соображений, произведем следующий

пересчет: 
$$i_r = \frac{5}{8} \cdot \frac{18}{20} = \frac{9}{16} = \frac{9 \cdot 4}{16 \cdot 4} = \frac{36}{64} = \frac{36}{86} \cdot \frac{86}{64}$$

Следовательно, для настройки станка при нарезании метрической резьбы с шагом  $t_n = 18$  мм следует установить на гитаре комбинацию сменных шестерен

$\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{36}{86} \cdot \frac{86}{64}$ ; рукоятки же настройки коробки подач поставить в положения,

отвечающие нарезанию метрической резьбы с шагом 20 мм.



винта в одной системе единиц  $I''$  можно представить

$$I'' = 25,4 = 127,5 \text{ мм}$$

Тогда 
$$t_n = \frac{127}{3,5 \cdot 5} \text{ мм},$$

а 
$$i_r = \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{3 \cdot 127}{2,5 \cdot 3,5 \cdot 12} = \frac{3 \cdot 127}{35 \cdot 12} = \frac{6}{12} \cdot \frac{127}{70} = \frac{40}{80} \cdot \frac{12}{70} = \frac{127}{80} \cdot \frac{40}{70}.$$

Пример 3. Настроить станок на нарезание однозаходного червяка модуля  $m_n = 3 \text{ мм}$ . Шаг модульной резьбы  $t_n = \pi \cdot m \cdot z$ ,

где  $Z$  – число заходов червяка. Значение  $\pi$  выражаем дробью  $= 22/7$ .

Тогда 
$$i_r = \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{3 \cdot \pi \cdot m \cdot z}{2 \cdot t_{x.в.}} = \frac{3 \cdot 22 \cdot 3 \cdot 1}{3 \cdot 7 \cdot 12} = \frac{11}{7} \cdot \frac{6}{12} = \frac{55}{35} \cdot \frac{30}{60}.$$

Проверка на сцепляемость производится аналогично примеру 1.

#### 4 Нарезание многозаходных резьб.

В этом случае уравнение расчетных перемещений винторезной цепи будет:  $I_{об.шп.} \rightarrow k \cdot t_n$ , где  $k$  – число заходов резьбы, т.е. за один оборот заготовки механизм подачи должен переместить суппорт на величину хода резьбы  $\rho = k \cdot t_n$  поэтому в уравнениях настройки винторезной цепи вместо  $t_n$  будет фигурировать  $\rho$ . Многозаходная резьба нарезается двумя способами: после нарезания первой нитки, заготовку поворачивают на  $1/K$  часть оборота, предварительно разомкнув винторезную цепь или, оставляя заготовку неподвижной перемещают инструмент продольно с помощью верхних салазок на величину шага резьбы  $t_n$ . Затем нарезают следующий заход и т.д.

Станок I6K20 оснащен специальным делительным устройством. Оно состоит из кольца с риской, укрепленного на корпусе передней бабки и диска с 60-ью делениями, насаженного на шпиндель. После нарезания первого захода шпиндель поворачивают на  $60/K$  делений.

Примечание:

1 На станках, не имеющих делительного приспособления, используются специальные делительные поводковые планшайбы.

2 При величине хода резьбы многозаходной или шага однозаходной резьбы, превышающей 12 мм, используют механизм перебора, увеличивая передаточное отношение цепи в 2,8 и 32 раза.

### Подготовка заготовки к нарезанию резьбы

Подготовка заготовки к нарезанию резьбы сводится к чистовому обтачиванию или растачиванию участка, на котором будет нарезана резьба, и к прорезанию канавки для выхода резьбового резца. Диаметры стержней и отверстий под нарезание резьбы зависят от шага резьбы. Когда нет соответствующих таблиц, с достаточной степенью точности можно принимать диаметр стержня под метрическую резьбу равным

$$d_{cm} = d - k \cdot t_n,$$

где  $d$  – номинальный диаметр резьбы,



$k$  – коэффициент, равный 0,07 для резьб диаметром до 60 мм и 0,05 для резьб диаметром свыше 60 мм.

Диаметр отверстия

$$d_{отв.} = d - 0,94 \cdot t_n.$$

## 5.2 Обработка конических поверхностей

Общие сведения о конических поверхностях.

В общем случае коническая поверхность характеризуется наибольшим  $D$  и наименьшим  $d$  диаметрами, длиной  $l$ , конусностью  $K$ , углом конуса (при вершине)  $2\alpha$ . На чертеже коническая поверхность может быть задана только частью перечисленных параметров. При обработке же конусов часто необходимо вычислить дополнительные элементы, нужные для настройки станка. Элементы конуса и связь между ними приведены в таблице 1.

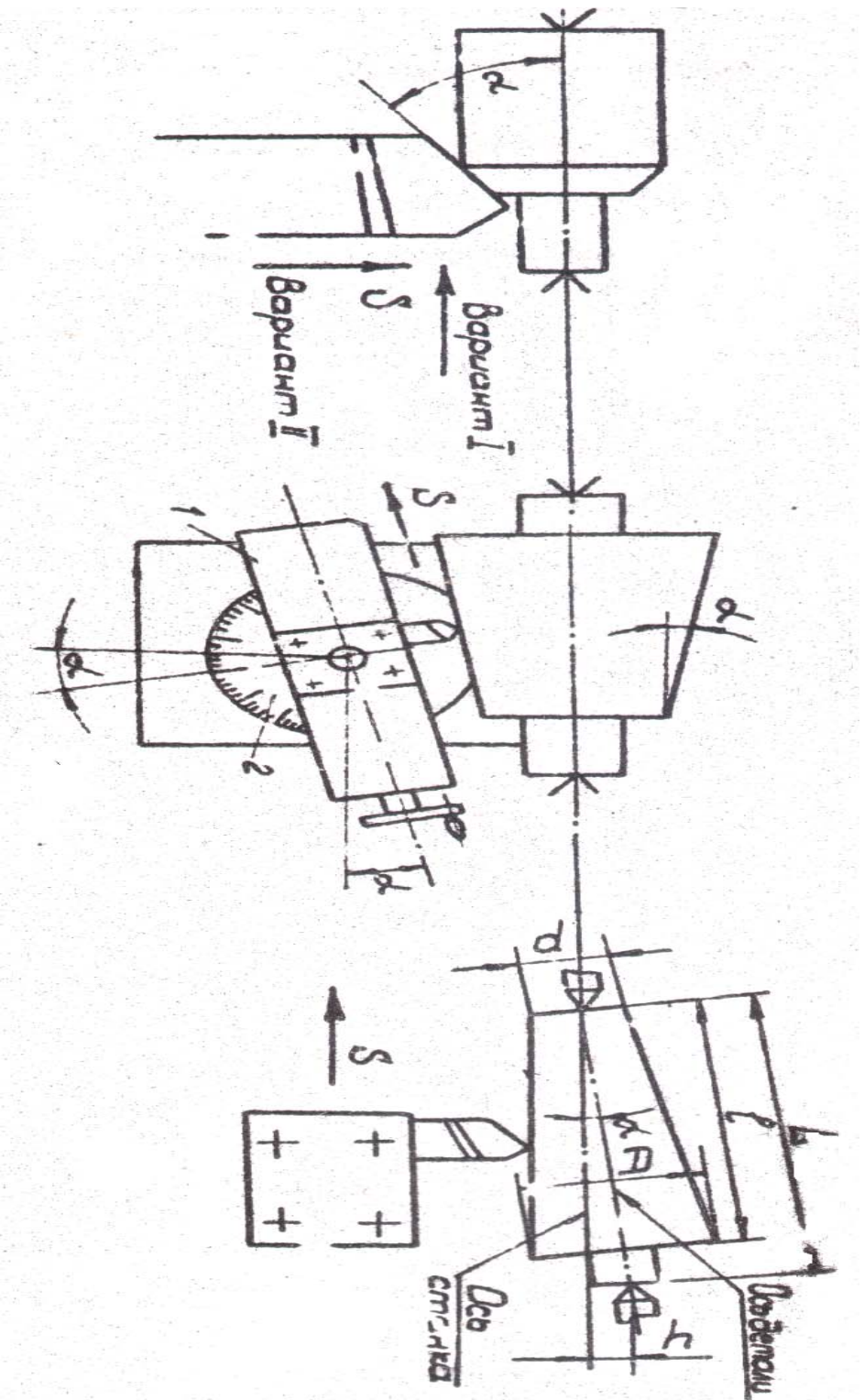
Таблица 1 – Элементы конуса и связь между ними

Элементы конуса	Связь между отдельными элементами конуса
	$K = \frac{D - d}{l}$
Конусность, $K$	$K = 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha$
Угол конуса, $i$	$i = \frac{K}{2}; i = \frac{D - d}{2l}; i = \operatorname{tg} \alpha$
Наибольший диаметр конуса, $D$	$D = K \cdot l + d;$ $D = 2l \cdot \operatorname{tg} \alpha + d$
Наименьший диаметр конуса, $d$	$d = D - K \cdot l; d = D - 2l \operatorname{tg} \alpha$
Длина конуса, $l$	$l = \frac{D - d}{K}; l = \frac{D - d}{2 \operatorname{tg} \alpha}$
Угол при вершине конуса, $2\alpha$	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}; \operatorname{tg} = \frac{K}{2}$

Методы обработки конических поверхностей.

1 Широкими резцами. Обтачивание производится резцом, главная режущая кромка которого устанавливается под углом к оси заготовки. Метод применим для коротких конусов ( $l \leq 15 + 20 \text{ мм}$ ). Схема обработки приведена на рисунке 8 а.

2 С поворотом верхних салазок (рисунок 8 б). Обрабатываются конические поверхности с большими углами при вершине. При наладке верхние салазки (3) суппорта устанавливают под углом  $\alpha$  по делениям на фланце 2 поворотной части суппорта. Станок не имеет механической подачи верхних салазок, поэтому подачу, осуществляют вручную вращением маховика 3. При этом трудно получить низкую шероховатость обработанной поверхности.



а

б

в

а) широким резцом; б) поворотом верхних салазок;  
 в) смещением корпуса задней бабки

Рисунок 8 – Некоторые схемы обработки конических поверхностей на токарном станке

3 Поперечным смещением корпуса задней бабки.

Этим способом обтачивают длинные поверхности с небольшим углом конуса. Величина смещения  $h$  (рисунок 8 в) задней бабки рассчитывается по следующему формулам:

$$h = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l};$$
$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Обработка ведется с продольной подачей суппорта. Точность способа сравнительно невелика.

Примечание. Широко используются и другие методы обработки конических поверхностей, как то:

- а) при помощи универсальной копирной линейки;
- б) при помощи специальных копировочных устройств, например, гидроконтрольных суппортов;
- в) одновременным включением продольной и поперечной подач;
- г) на станках с программным управлением.

Однако перечисленные способы требуют специальной оснастки токарных станков (копировальная линейка, гидросуппорт и т.п.) или же станков с более широкими технологическими или кинематическими возможностями (методы «в» и «г»).

## 6 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

- 1 Изучить общее устройство и органы управления станка I6K20.
- 2 Познакомиться с кинематической схемой станка.
- 3 Составить уравнение расчетных перемещений для всех цепей станка.
- 4 Составить уравнения кинематического баланса цепи главного движения, обеспечивающую минимальную  $n_{\min}$  и максимальную  $n_{\max}$  частоту вращения шпинделя. Определить их числовые значения.
- 5 Составить уравнения кинематического баланса цепи продольных подач, обеспечивающую минимальную  $S_{\min}$  и максимальную  $S_{\max}$  подач. Рассчитать их значения.
- 6 Настроить станок на нарезание резьбы (тип и параметры резьбы задаются преподавателем), выполнив предварительно необходимые расчеты и подобрав сменные шестерни гитары.
- 7 Нарезать резьбу и проконтролировать ее параметры.
- 8 Произвести наладку станка на обработку конической поверхности (диаметры конуса задаются преподавателем).
- 9 Обточить поверхность и произвести контрольные измерения размеров полученного конуса.
- 10 Оформить отчет по установленной форме.

## Содержание отчета

- 1 Назначение токарно-винторезного станка I6K20 и его кинематические возможности.
- 2 Структурная схема станка.
- 3 Схемы типовых механизмов (2-х; 3-х), используемых в приводах станка.
- 4 Уравнения расчетных перемещений и кинематических: балансов с расчетами по пп. 3,4,5 раздела «Основные этапы выполнения работы».
- 5 Расчетные формулы и расчеты, необходимые для настройки станка на нарезание заданной резьбы и обработки конуса.
- 6 Структурная схема винторезной цепи станка для получения заданной резьбы.
- 7 Схема использованного метода обработки конических поверхностей.

Владимир Ильич Курдюков

**УСТРОЙСТВО ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА  
И ЕГО НАЛАДКА НА ВЫПОЛНЕНИЕ  
РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАБОТ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Оборудование машиностроительных производств»  
для студентов направления 151900.62 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»  
(профиль «Технология машиностроения») и 150700.62 «Машиностроение»  
(профиль «Менеджмент высоких технологий»)

Редактор Е.А. Могутова

---

Подписано к печати 24.06.06  
Печать цифровая  
Заказ 100

Формат 60x84 1/16  
Усл.печ.л. 1,5  
Тираж 22

Бумага тип. № 1  
Уч.-изд. л. 1,5  
Не для продажи

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25,  
Курганский государственный университет.