

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра Технология машиностроения

## **НАСТРОЙКА И НАЛАДКА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3 ПО КУРСУ  
*«Оборудование машиностроительных производств/ Технологиче-  
ское оборудование-1»*

Уровень профессионального образования: *высшее образование – бакалавриат*

Направление подготовки: *15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств*

Профили подготовки: *Технология машиностроения  
Инструментальные системы машиностроительных производств*

Квалификация (степень) выпускника: *прикладной бакалавр*  
Форма обучения: *очная*

Тула 2018

Методические указания по лабораторной работе составлены  
канд. техн. наук, доцентом В.В. Паниным и профессором Г.В. Сундуковым

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Целью работы является закрепление знаний, полученных студентами при изучении учебно-программного материала дисциплины о кинематических связях в универсальных станках на примере токарно-винторезного станка, и получение навыков расчёта настройки токарного станка на обработку конкретной детали.

Задачи работы:

- ознакомление с устройством и работой универсального токарно-винторезного станка модели 1К62, применяемыми на токарных станках режущими инструментами, оснасткой и приспособлениями;
- изучение кинематики станка;
- выполнение индивидуальных заданий по расчёту настройки кинематических цепей главного движения резания и подачи для обеспечения конкретных режимов резания;
- выполнение индивидуального задания по расчёту настройки и выполнению наладки станка на обработку конической поверхности тела вращения;
- ознакомление с наладкой и настройкой станка.

Время выполнения работы в полном объёме – 4 академических часа.

***ВНИМАНИЕ: нахождение около станка и действия с ним допускаются только в присутствии преподавателя или лаборанта!***

## 2. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С НАЗНАЧЕНИЕМ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ, ОБЩИМ УСТРОЙСТВОМ СТАНКА, ПРИМЕНЯЕМЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯМИ

### 2.1. Назначение станка и применяемые режущие инструменты

Основное назначение токарно-винторезных станков, являющихся наиболее универсальными станками токарной группы – обработка разнообразных деталей, ограниченных поверхностями вращения, включая нарезание резьб, в условиях единичного (индивидуального) и мелкосерийного производства. На станках возможно получение деталей из штучных заготовок и пруткового материала. Обрабатываемые детали могут быть длинными (детали типа валов) и короткими (детали типа дисков).

На станке модели 1К62 возможно обтачивание наружных цилиндрических, конических и фасонных поверхностей; растачивание внутренних цилиндрических и конических поверхностей; подрезание торцев; сверление, зенкерование и развёртывание отверстий по оси вращения детали; нарезание резцом на цилиндрических поверхностях резьб (различного профиля; задаваемых в метрической или дюймовой системах; наружных и внутренних; правых и левых; одно- и многозаходных), а также торцевых резьб; нарезание резьб метчиками и плашками.

Для обтачивания наружных поверхностей применяют проходные резцы; короткие фасонные поверхности обрабатывают широкими фасонными резцами, канавки – канавочными. Растачивание производится расточными резцами, нарезание резьб – резьбовыми, отрезание – отрезными. Обработка отверстий выполняется свёрлами, зенкерами, развёртками.

## 2.2. Технические характеристики станка модели 1К62

Высота центров, мм . . . . .	215
Наибольший диаметр обработки, мм*	
над станиной . . . . .	400
над суппортом . . . . .	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм* . . . . .	45
Наибольшее расстояние между центрами, мм* . . . . .	710
Наибольший продольный ход суппорта, мм . . . . .	640
Конус отверстия шпинделя* . . . . .	Морзе № 6
Пределы частот вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	
прямое (правое) вращение (23 варианта) . . . . .	12,5-2000
обратное (левое) вращение (12 вариантов) . . . . .	19-2420
Число подач . . . . .	48
Пределы подач, мм/об:	
продольных . . . . .	0,07-4,16
поперечных . . . . .	0,035-2,08
Нарезаемые резьбы:	
метрические с шагом, мм . . . . .	1-192
модульные с модулем, мм . . . . .	0,5-48
дюймовые с числом ниток на 1" . . . . .	24-2
питчевые с числом питчей . . . . .	96-1
Мощность главного электродвигателя, кВт . . . . .	10

*Примечание. Данные, отмеченные знаком \*, а также наибольшая частота вращения шпинделя, наибольшая высота резца и вес станка определяются ГОСТ в качестве основных параметров токарно-винторезных станков.*

## 2.3. Устройство и работа станка

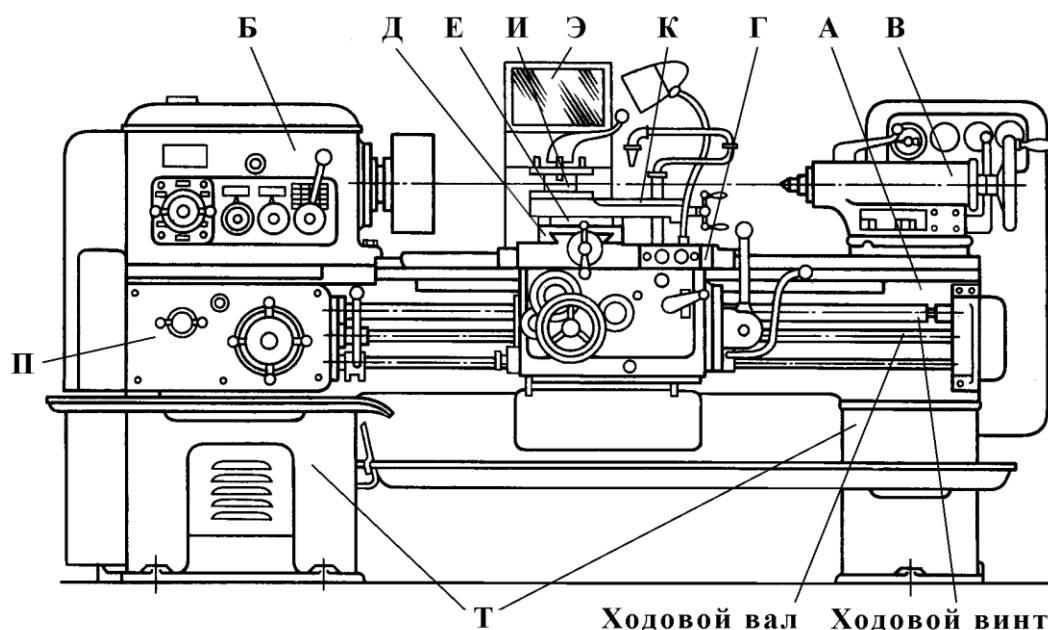
Компоновка станка (рис.1 и 3) обеспечивает установку детали по горизонтальной оси и перемещение инструментов в горизонтальной плоскости. Все подвижные и неподвижные узлы станка смонтированы на станине А, которая располагается на двух тумбах Т.

Слева на станине неподвижно закреплена передняя бабка Б. В ней размещены коробка скоростей с органами управления и полый шпиндель, имеющий на переднем конце конструктивные элементы для установки приспособления, в котором закрепляется обрабатываемая заготовка. Для закрепления коротких заготовок используются патроны и планшайбы. Если для получения деталей используется прутковый материал, то он пропускается через отверстие в шпинделе и закрепляется с помощью патрона или цангового механизма. Длинные детали (валы) устанавливаются в центрах, один из которых размещается в передней конической части отверстия шпинделя, а второй – в отверстии выдвижной пиноли задней бабки.

Задняя бабка В находится на станине справа. Её можно перемещать по направляющим и закреплять на требуемом в зависимости от длины детали расстоянии от передней бабки.

При обработке коротких деталей и пруткового материала возможно сверление, зенкование и развёртывание центрального отверстия в детали, для чего в пиноль задней бабки устанавливается соответствующий инструмент (вместо центра). Инструменты вставляются в пиноль либо непосредственно, либо с помощью переходных втулок или патрона.

Между передней и задней бабками на направляющих станины размещается суппортная группа (или просто – суппорт), предназначенная для закрепления инструмента и сообщения ему продольных и поперечных перемещений. Узлы и детали суппортной группы монтируются на каретке (продольных или нижних салазках) Г с прикреплённым к ней фартуком. На направляющих каретки находятся поперечные салазки Д с поворотной частью Е. Поворотная часть имеет направляющие, на которых находятся верхние (резцовые) салазки К. На верхних салазках установлен резцедержатель И. В резцедержателе суппорта могут быть закреплены четыре резца. Поворотом резцедержателя вручную каждый из резцов может быть установлен в рабочее положение. Поворотная часть и верхние салазки обеспечивают возможность перемещения резца под углом к оси заготовки. Это движение на станке 1К62 осуществляется вручную. На задней части поперечных салазок может быть закреплён дополнительный резцедержатель для канавочного или отрезного резца.



**Рис. 1. Общий вид станка модели 1К62**

Для сообщения задней бабке механической подачи при сверлении и обработке отверстий предусмотрен замок, соединяющий суппорт с основанием задней бабки, благодаря чему задняя бабка перемещается с той же скоростью, что и суппорт.

Рядом со шпиндельной бабкой на вертикальных платиках станины закреплена коробка подач П. Она обеспечивает требуемые скорости продольных и поперечных перемещений инструмента. Движение приёмному валу коробки подач сообщается от шпинделя через ряд передач и гитару сменных зубчатых колёс, размещённую под кожухом. От коробки подач приводится во вращение ходовой вал или ходовой винт. При обработке цилиндрических и торцевых поверхностей суппорт с инструментом получает движение от ходового вала через

передачи фартука, а при обработке винтовых поверхностей (нарезании резьбы) – от ходового винта.

Для предотвращения производственного травматизма при работе станка рабочая зона закрывается защитным экраном Э.

#### **2.4. Приспособления к токарным станкам**

Для крепления коротких заготовок на станках используются патроны и планшайбы, устанавливаемые на шпинделе. Для заготовок с зажимаемыми поверхностями цилиндрической и шестигранной формы применяются самоцентрирующие трёхкулачковые патроны (рис. 2,а). В них имеется диск, на одной стороне которого нарезано коническое зубчатое колесо, а на другой – торцевая резьба (архимедова спираль). Диск можно вращать с помощью одной из трёх конических шестерён специальным ключом, вставляемым в квадратное отверстие оси шестерни. При этом спираль перемещает синхронно три кулачка, зажимая или разжимая (в зависимости от направления вращения) заготовку 1. Кулачки изготавливают обычно трёхступенчатыми. В патронах с кулачками, более высокие ступени которых располагаются ближе к оси вращения, зажимают по наружной поверхности заготовки относительно небольшого диаметра и по внутренней поверхности заготовки с отверстием (кольцевые). По наружной поверхности кольцевые заготовки зажимают в патронах с кулачками, имеющими ближе к оси более низкие ступени.

*Примечание. Во избежание травматизма нельзя оставлять ключ в патроне.*

Для сокращения времени зажима заготовок и автоматизации этого процесса часто применяют т.н. пневматические или гидравлические патроны, в комплект которых входят трёхкулачковый патрон и пневмо- или гидроцилиндр, устанавливаемый на заднем конце шпинделя. Кулачки патрона перемещаются рычагами, связанными с тягой, проходящей через отверстие шпинделя и соединённой с поршнем цилиндра.

Заготовки некруглой или несимметричной формы, а также громоздкие крепят в самоцентрирующих четырёхкулачковых патронах (рис. 2,б), называемых ещё универсальными планшайбами. Каждый из кулачков 1, 2, 3, 4 перемещается независимо от других индивидуальными винтовыми парами, приводимыми с помощью специального ключа. Кулачки патрона могут быть повернуты на 180° для закрепления заготовок по наружной или внутренней поверхности.

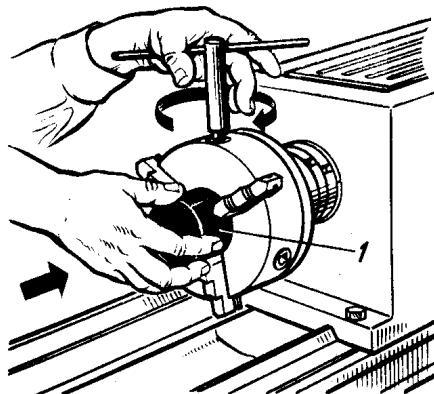
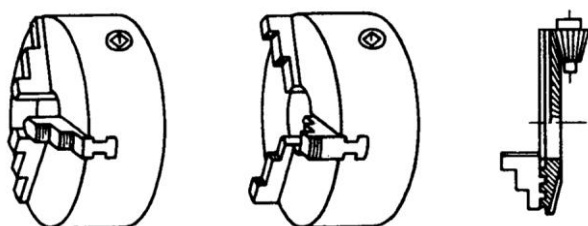
Заготовки сложной формы типа, например, рычаги, корпусные детали, закрепляются на планшайбах без кулачков с помощью различной формы угольников (рис. 2,в), прихватов, подкладок и болтов. Для устранения дисбаланса и уменьшения возможности возникновения вибраций в таких случаях на планшайбе закрепляют противовес.

Поскольку для крепления коротких деталей задняя бабка не используется, в её пиноли (выдвижной втулке) может быть установлен какой-либо инструмент (сверло, зенкер, развёртка, метчик, плашка). Подача этого инструмента происходит при движении пиноли либо всей бабки. Перемещение пиноли осуществляется при вращении вручную маховичка бабки. Задняя бабка в ряде моделей станков, в числе которых и станок модели 1К62, при помощи

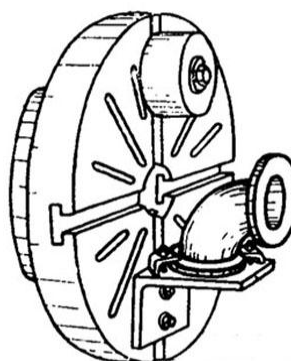
специального сцепного устройства может соединяться с суппортом и вместе с ним получать движение от коробки подач.

Заготовки длинных деталей 1 устанавливаются в центрах, один из которых 2 размещается в передней конической части отверстия шпинделя или вставленной в него втулки, а второй 3 – в отверстии пиноли задней бабки (рис. 2,г). Вращение таким заготовкам передаётся с помощью поводковых устройств, простейшим из которых является токарный хомутик 4, закрепляемый на заготовке. Отогнутая часть хомутика вводится в радиальную прорезь планшайбы 5, закрепляемой на шпинделе.

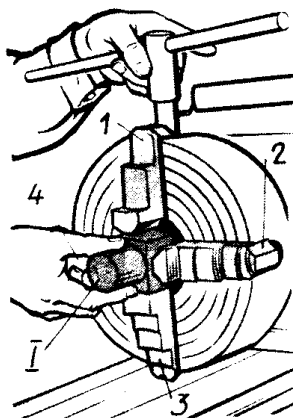
а)



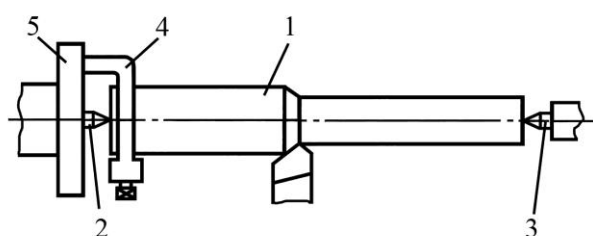
в)



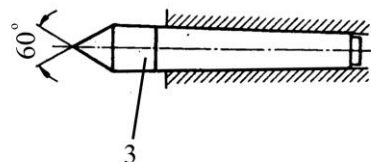
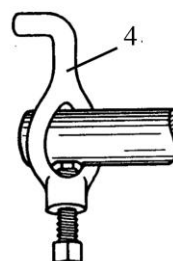
б)



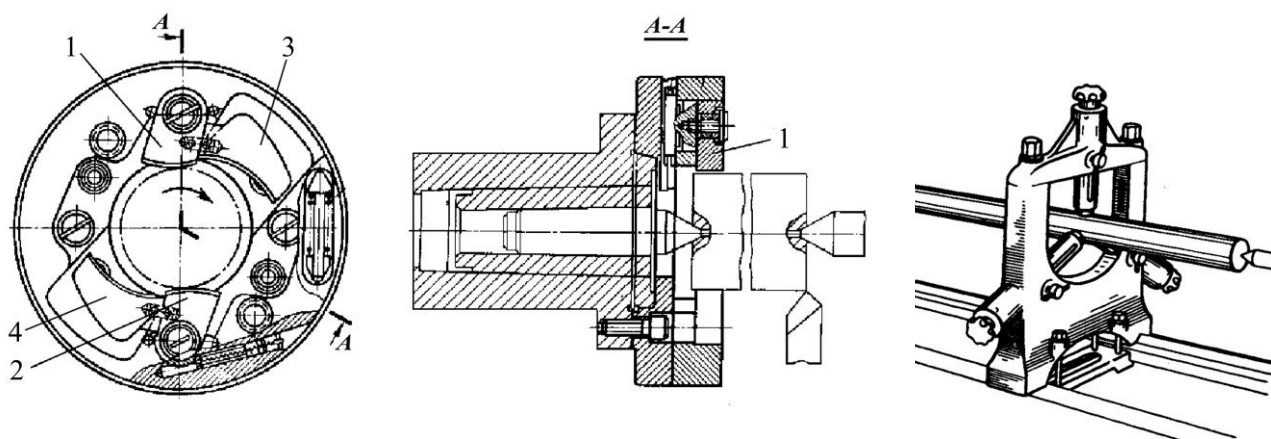
г)



д)



е)



**Рис. 2. Приспособления для закрепления детали на станке**

Заготовкам, установленным в центрах, вращение может передаваться самозажимными поводковыми патронами (рис. 2,д). В таких патронах имеются два кулачка 1 и 2, закреплённые на поворотных осях. Кроме кулачков на осях закреплены рычаги с грузами 3 и 4. При включении вращения шпинделя грузы под действием центробежной силы двигаются от оси патрона и поворачивают кулачки, которые своими рабочими поверхностями с рифлениями захватывают заготовку. В результате заготовка вращается вместе с патроном.

Нежёсткие заготовки для уменьшения деформаций поддерживаются с помощью люнетов, которые могут закрепляться на направляющих станины и быть неподвижными (рис. 2,е) или закрепляться на каретке суппорта и перемещаться вместе с ним при обработке. Неподвижные люнеты имеют три регулируемые по радиусу опоры скольжения (см. рис. 2,е) или качения (ролики). Для установки и съёма детали верхняя часть люнета отделяется от корпуса или, в других конструкциях, откидывается. В подвижных люнетах имеются две опоры, располагающиеся в одной вертикальной плоскости с резцом, выполняющим роль третьей опоры.

Если детали изготавливаются из прутка, то он пропускается через отверстие в шпинделе и закрепляется с помощью патрона или цангового механизма, размещаемого в передней части шпинделя.

## **2.5. Понятия о настройке и наладке станка**

С целью подготовки станка для выполнения требуемой работы производят настройку и наладку его.

**Настройка** (или кинематическая настройка) станка состоит в его кинематической подготовке для выполнения обработки заготовки в соответствии с выбранными или заданными режимами резания. Для этого настраивают кинематические цепи вращения шпинделя и подачи, изменяя передаточные отношения их настроечных органов.

**Наладка** станка состоит в правильной установке и закреплении режущего инструмента, в установке и закреплении обрабатываемой заготовки, в смазке станка перед его пуском, в подводе смазочно-охлаждающей жидкости и в выполнении других подготовительных операций.



## 2.6. Наладка станка на некоторые виды работ и их выполнение

В лабораторной работе в качестве примера рассматриваются наладки станка на обработку конических поверхностей.

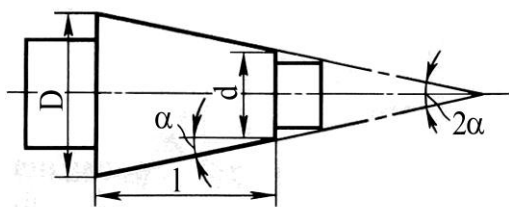


Рис. 3. Элементы конуса

Конуса характеризуются конусностью  $K$ , уклоном  $Y$ , углом уклона  $\alpha$  и углом конуса  $2\alpha$  (рис. 3):

$$K = \frac{D-d}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha, \quad Y = \frac{D-d}{2 \cdot l} = \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где  $D, d, l$  – большой и меньший диаметры конуса и его длина.

Способы обработки конусов различны. На выбор способа влияет величина конусности и габариты детали. Рассмотрим некоторые способы обработки конусов и наладки для них.

### 2.6.1. Обтачивание конических поверхностей при смещении задней бабки

Таким способом обрабатывают длинные наружные конические поверхности с небольшим углом уклона.

**1. Наладка на обработку** включает смещение корпуса задней бабки в поперечном направлении относительно неподвижного основания на величину  $H$  (рис. 4). Если заготовка для обработки устанавливается так, что большой диаметр конуса будет находиться со стороны передней бабки, то задняя бабка должна быть смещена вперёд (в сторону рабочего – см. рис. 4,а). Если заготовка устанавливается к передней бабке меньшим диаметром, задняя бабка смещается назад (от рабочего – см. рис. 4,б).

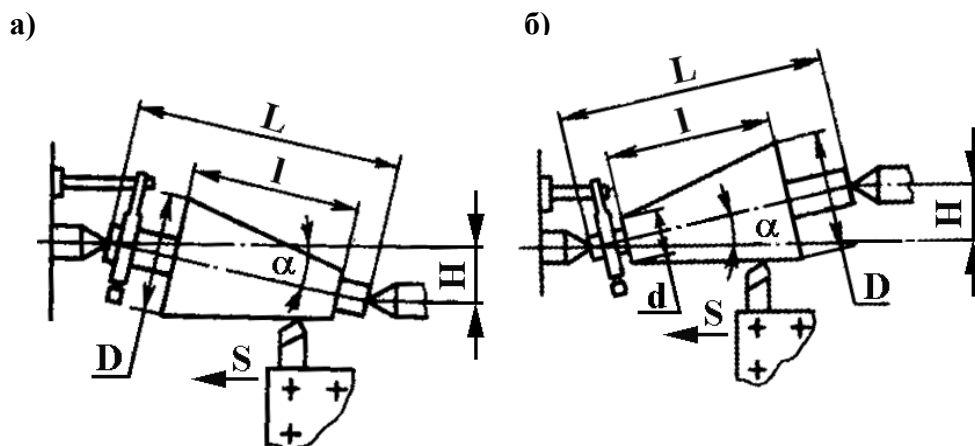


Рис. 4. Схемы обработки конусов при смещении задней бабки

Величина смещения  $H$  корпуса задней бабки  $H = L \cdot \sin \alpha$ , где  $L$  – длина заготовки. С учётом выражений (1) будем иметь следующую формулу (линейные размеры в мм):

$$H = \frac{L \cdot (D-d)}{2 \cdot l} \cdot \cos \alpha \quad \text{или} \quad H = L \cdot Y \cdot \cos \alpha. \quad (2)$$

Если угол уклона конуса  $\alpha \leq 10^\circ$ , то  $\cos \alpha \geq 0,9848 \approx 1$ . Приняв  $\cos \alpha$  равным единице, получим упрощенную формулу для определения Н при  $\alpha \leq 10^\circ$ :

$$H = \frac{L \cdot (D - d)}{2 \cdot 1} \text{ или } H = L \cdot Y. \quad (3)$$

**2. Расчёт величины смещения** корпуса задней бабки можно выполнить следующим образом:

- определить уклон конуса  $Y = \operatorname{tg} \alpha$  по выражению (1);
- оценить угол  $\alpha$  по его тангенсу: если  $\operatorname{tg} \alpha$  не превосходит 0,1763, значит  $\alpha \leq 10^\circ$  и величину смещения корпуса задней бабки можно определять по формуле (3), если превосходит – следует использовать формулу (2). В последнем случае надо по тангенсу установить значение угла уклона конуса;
- определить величину смещения Н корпуса задней бабки по формуле (3) или (2). Принять к сведению, что смещение задней бабки допускается не более чем на  $\pm 15$  мм;
- в зависимости от расположения обрабатываемого конуса (см. рис. 4), установить направление смещения бабки: вперёд (условно – плюс) или назад (условно – минус).

**3. Контроль величины смещения** корпуса задней бабки можно произвести одним из следующих способов:

а) измерение величины смещения корпуса задней бабки 1 (рис. 5,а) по делениям на торце опорной плиты 2;

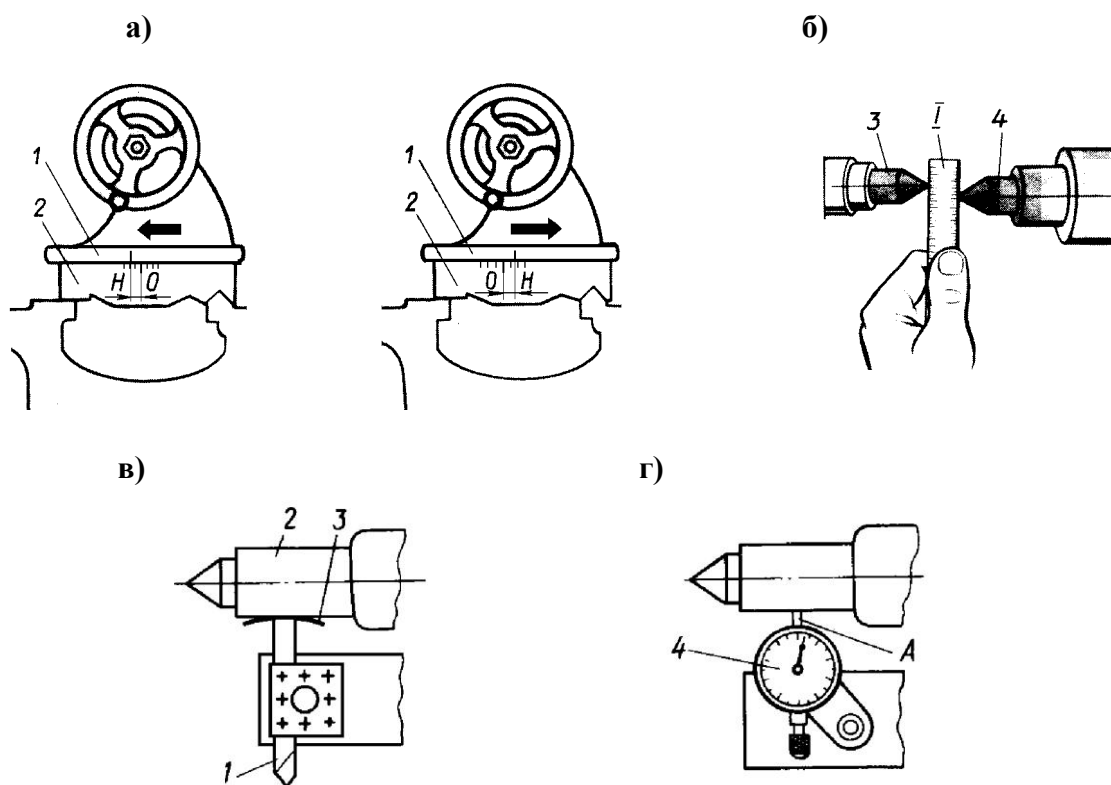
б) измерение величины смещения корпуса задней бабки линейкой I (рис. 5,б), помещённой между вершинами конусов переднего 3 и заднего 4 центров;

в) контроль величины смещения корпуса задней бабки по лимбу винта поперечной подачи. Для подготовки и выполнения смещения корпуса на требуемую величину с использованием механизма поперечной подачи следует (рис. 5,в):

- перевернуть резец 1 и закрепить его в резцедержателе обратной стороной;
- выдвинуть пиноль 2 задней бабки;
- приложить к пиноли тонкую полоску бумаги 3 (или щуп) и подвести к ней резец так, чтобы можно было свободно вынуть бумагу (щуп);
- по лимбу поперечной подачи отвести резец от пиноли на величину Н смещения корпуса задней бабки;
- сместить корпус бабки так, чтобы полоска бумаги 3 (или щуп) была зажата как прежде;

г) контроль величины смещения корпуса задней бабки по индикатору. Для этого:

- индикатор 4 (рис. 5,г) закрепить в резцедержателе;
- переместить индикатор до плотного упора его стержня А в пиноль;
- установить круговые шкалы индикатора на  $\langle 0 \rangle$ ;
- сместить корпус задней бабки на требуемую величину по показаниям шкал индикатора.



**Рис. 5. Способы контроля величины смещения задней бабки**

4. Способ обработки длинных конусов при смещении задней бабки находит широкое применение, т.к. не требует дополнительных приспособлений и может быть осуществлен на любом токарном станке. Основной недостаток способа состоит в том, что центры станка при смещении задней бабки располагаются в центровых отверстиях детали с перекосом, вследствие чего имеет место усиленный и неравномерный износ поверхностей отверстия и центра.

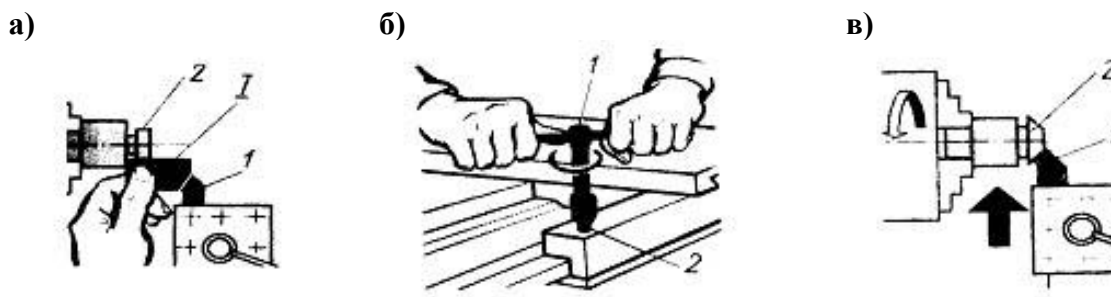
В результате, если деталь после обтачивания конуса при смещенной задней бабке поставить на нормально установленные центры и произвести обработку её цилиндрической части, оси этой части и ранее обработанной конической не совпадут. В этой связи следует сначала производить черновое обтачивание конической части детали, затем – черновое и чистовое цилиндрической и после – чистовое конической.

### **2.6.2. Обтачивание конических поверхностей небольшой длины резцом с широкой режущей кромкой (широким резцом)**

Этим способом обрабатывают короткие конические поверхности (длиной до 25 мм). Ширина режущей кромки резца должна быть больше образующей конуса на 3-4 мм.

Порядок выполнения работы следующий:

- 1) установить заготовку в трёхкулачковый патрон и закрепить её;
- 2) обточить заготовку до диаметра большего основания конуса;
- 3) установить широкий резец на требуемый угол уклона конуса по шаблону. Для этого шаблон I (рис. 6,а) приставляется к обточенной поверхности 2; резец 1, предварительно установленный в резцедержателе режущей кромкой на высоте оси шпинделя, подводится к шаблону, устанавливается и закрепляется так, чтобы режущая кромка вплотную прилегала к скошенной стороне шаблона;
- 4) закрепить суппорт зажимным болтом 2 (рис. 6,б) с помощью торцового ключа 1 для предотвращения его смещения при обработке;
- 5) обточить коническую поверхность 2 (рис. 6,в). Для этого резец 1 подавать, вращая рукоятку винта поперечных салазок суппорта обеими руками;
- 6) проверить размеры и угол уклона обточенной конической поверхности.



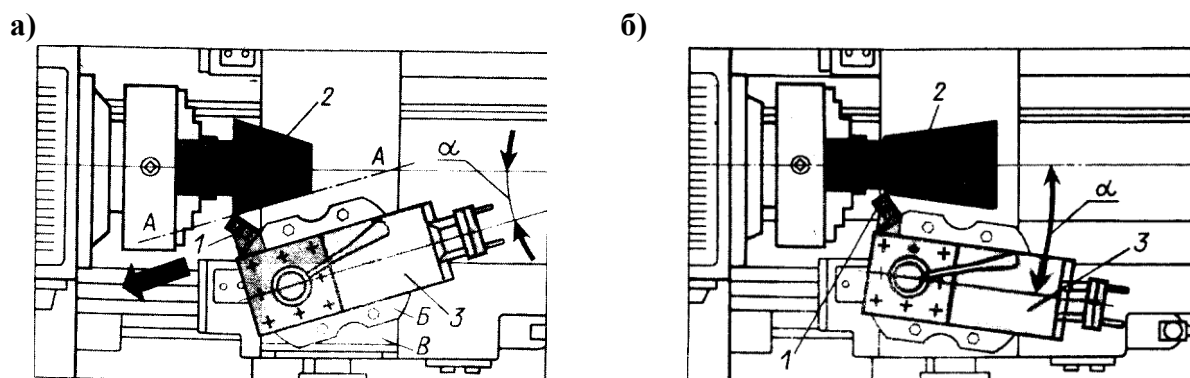
**Рис. 6. Наладка на обтачивание конических поверхностей небольшой длины**

### **2.6.3. Обтачивание конических поверхностей при повернутых верхних салазках суппорта**

Этим способом обрабатывают короткие (до 180 мм) детали с большим углом уклона конуса. Порядок выполнения работы следующий (рис. 7):

- 1) установить заготовку 2 в трёхкулачковый патрон и закрепить её;
- 2) установить резец 1 вершиной головки строго по оси шпинделя;
- 3) определить угол уклона конуса  $\alpha$  по формуле (1);
- 4) повернуть поворотную плиту Б с верхними салазками 3 на угол уклона конуса  $\alpha$ , отсчитывая угол поворота по шкале на поперечных салазках В. Когда вершина конуса детали 2 обращена к задней бабке поворотную плиту Б поворачивают против часовой стрелки, (см. рис. 7,а). Если конус вершиной обращён в сторону шпинделя, то поворот верхних салазок суппорта производят по часовой стрелке (см. рис. 7,б);

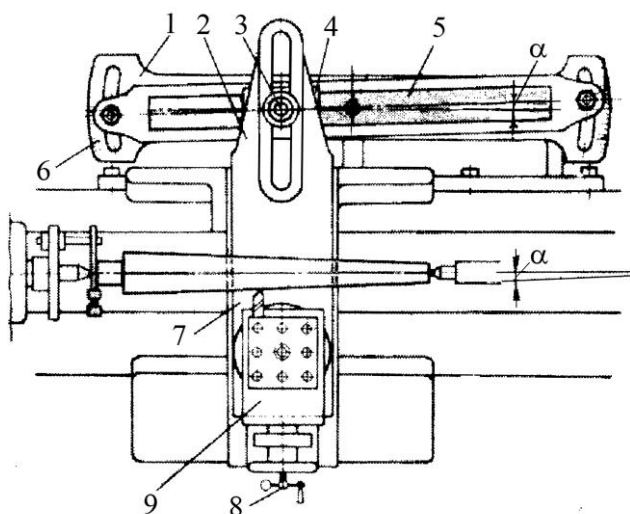
5) обточить коническую поверхность (предварительно и окончательно), вращая винт верхних салазок обеими руками; 6) проверить угол конуса универсальным угломером или иным контрольным устройством.



**Рис. 7. Наладка на обтачивание конусов при повернутых верхних салазках суппорта**

#### **2.6.4. Обработка конусов с применением конусной линейки**

При изготовлении больших партий деталей конические поверхности целесообразно обрабатывать при помощи конусной или копирной линейки (рис. 8).



**Рис. 8. Обтачивание конических поверхностей с помощью конусной линейки**

Конусная линейка 5 располагается на плите 1, закреплённой на кронштейне сзади станка. Линейку поворачивают на угол уклона конуса  $\alpha$ , который отсчитывают по угловой шкале 6, и закрепляют в таком положении. Поперечные салазки 7 отсоединяют от своего винта и специальной тягой 2, винтом 3 и ползуном 4 присоединяют к конусной линейке.

При продольной подаче поперечные салазки суппорта под действием линейки смещаются в поперечном направлении. Резец движется под углом к оси заготовки, совершая одновременно продольное и поперечное движения, и обрабатывает коническую поверхность. Резец подаётся на требуемую глубину резания вращением рукоятки 8 винта верхних салазок 9, разворачиваемых на  $90^\circ$  от обычного положения.

### 3. КИНЕМАТИКА СТАНКА МОДЕЛИ 1К62

В станке обеспечиваются движения:

- формообразующие:

- главное движение резания (движение резания) – вращение шпинделя с обрабатываемой заготовкой;

- подача –

перемещение суппорта с инструментом в продольном или поперечном направлении\* с настраиваемой посредством коробки подач скоростью,

при работе осевым инструментом, устанавливаемым в пиноли задней бабки, продольное перемещение бабки от коробки подач в случае сцепления её с суппортом или перемещение пиноли вручную,

продольное или под углом к оси шпинделя ручное перемещение верхних салазок с инструментом;

- установочные и вспомогательные:

- быстрые перемещения суппорта в продольном и поперечном направлениях от отдельного привода,

- быстрые продольные перемещения задней бабки при сцеплении её с суппортом,

- ручные перемещения суппорта в продольном и поперечном направлениях,

- перемещение вручную верхних салазок суппорта параллельно оси вращения шпинделя и под любым углом к ней,

- ручные перемещения задней бабки и её пиноли.

Рассмотрим кинематику приводов станка по его кинематической схеме (рис. 9).

#### 3.1. Привод главного движения

Конечными звеньями цепей главного движения являются электродвигатель, вал которого имеет частоту вращения  $n_{дв} = 1450$  об/мин ( $\text{мин}^{-1}$ ), и шпиндель с заготовкой, который должен вращаться с такой частотой  $n$ , об/мин, которая обеспечит требуемую скорость резания.

Запись расчётных перемещений конечных звеньев цепи будет иметь вид:

$$n_{дв} \rightarrow n.$$

Вал электродвигателя связан с входным валом коробки скоростей клиноременной передачей. Далее движение может передаваться с помощью группы передач на две скорости (51:39; 56:34; ниже эта группа будет обозначена  $p_a$ , а число обеспечиваемых ею вариантов скоростей  $p_a=2$ ), при этом шпинделю будет сообщаться правое ("прямое") вращение, или двух последовательных передач (50:24 и 36:38), и тогда шпиндель будет иметь левое ("обратное") вращение. Включение прямого или обратного вращения и отключение вращения шпинделя производится двухсторонней фрикционной многодисковой муфтой М1.

Следующему валу движение сообщается группой передач на три скорости ( $p_6=3$ ), а с него движение может быть передано шпинделю либо сразу через передачу 65:43, либо через две группы передач ( $p_b=2$ ,  $p_r=2$ ) и шпиндельную передачу 27:54. Для этого двухвенцовый

---

\* Принято говорить о продольном и поперечном перемещении *суппорта*, хотя в поперечном направлении перемещаются *поперечные салазки* суппорта со смонтированными на них частями.

зубчатый блок (блок-двойка) 43-54, передающий через шлицевое соединение вращение шпинделю, устанавливается в соответствующее положение.

Таким образом, движение выходному валу – шпинделю – от двигателя передаётся по двум кинематическим цепям, имеющим общую начальную часть (ременная передача и группы  $p_a$  с реверсивным механизмом и  $p_6$ ): *длинной* (через группы  $p_b$ ,  $p_r$  и пару 27:54), при этом обеспечивается передача низших скоростей, и *короткой* (через пару 65:43, минуя группы  $p_b$ ,  $p_r$ ), при этом обеспечивается передача высших скоростей.

Такую кинематическую структуру называют сложенной.

Уравнение кинематического баланса этого привода со сложенной структурой имеет вид:

$$n = 1450 \cdot \frac{142}{254} \cdot 0,98 \cdot \left( \underbrace{\frac{51}{39} \cdot \frac{56}{34}}_{p_a} \cdot \underbrace{\frac{50}{24} \cdot \frac{36}{38}}_{\text{реверс}} \right) \cdot \underbrace{\left( \frac{21}{55} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{38}{38} \right)}_{p_6} \cdot \left[ \underbrace{\left( \frac{22}{88} \cdot \frac{45}{45} \right)}_{p_b} \cdot \underbrace{\left( \frac{22}{88} \cdot \frac{45}{45} \right)}_{p_r} \cdot \frac{27}{54} \cdot \frac{65}{43} \right].$$

Записанное в уравнении число 0,98 – коэффициент, учитывающий проскальзывание в ременной передаче.

*Примечание. Далее будет рассматриваться кинематическая цепь, обеспечивающая только правое вращение, т.е. без реверсирующих передач.*

В кинематической цепи для низших скоростей ( $p_a \cdot p_6 \cdot p_b \cdot p_r$ ) группы  $p_b$  и  $p_r$  совместно обеспечивают не четыре, а три различных передаточных отношения ( $i = 1/16; 1/4; 1$ ), и шпинделю передаётся не 24 ( $2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2$ ), а 18 ( $2 \cdot 3 \cdot 3$ ) *разных* частот вращения, а шесть повторяется.

Кинематическую структуру, в которой часть скоростей совпадает по величине с другими ("перекрывается"), называют структурой с перекрытием. Будем, при необходимости, обозначать частоты вращения шпинделя с  $n_1$  по  $n_{18}$ .

Значения этих частот в об/мин покажем тремя поддиапазонами:

**12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40;    50; 63; 80; 100; 125; 160;    200; 250; 315; 400; 500; 630.**

*Для переключения частот вращения шпинделя в порядке их возрастания необходимо переключать передачи сначала в группе  $p_a$  (т.н. основной), затем в группе  $p_6$  (т.н. I множительной) и снова  $p_a$ , затем в группах  $p_b$  и  $p_r$  (II и III множительных) совместно (по возрастанию передаточных отношений:  $1/16; 1/4; 1$ ) и снова в группах  $p_a$  и  $p_6$ . Так, во всех показанных выше поддиапазонах из шести частот каждый для обеспечения той или иной частоты переключают группы  $p_a$  и  $p_6$ , но частоты первого слева поддиапазона получаются, когда в группах  $p_b$  и  $p_r$  включены передачи 22:88, второго – 45:45 и 22:88, третьего – 45:45.*

В этом приводе порядок переключения групп передач совпадает с порядком их расположения.

Кинематическая цепь для высших скоростей (через группы  $p_a \cdot p_6$  и пару 65:43 на шпиндель) обеспечивает передачу шпинделю 6 частот вращения ( $n_{19} - n_{24}$ , об/мин):

**630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000.**

*Примечание. Приведённые выше значения частот являются стандартными. Фактические значения следует рассчитывать по уравнению кинематического баланса.*

Как видно, наибольшая частота из 18 низших и наименьшая из 6 высших практически одинаковы (630), и диапазон скоростей шпинделя включает 23 разных значения частот вращения. Эти значения составляют геометрическую прогрессию (геометрический ряд) со знаменателем 1,25 (1,26).

### 3.2. Приводы подач, осуществляемых при включении ходового вала

**1. Конечными звеньями** кинематических цепей подач являются шпиндель с заготовкой и суппорт (точнее – резцедержатель суппорта) с инструментом.

Перемещение инструмента в продольном (S) или поперечном (S<sub>п</sub>) направлениях увязывается с одним оборотом шпинделя с заготовкой, и подача, таким образом, измеряется в мм/об – миллиметрах перемещения инструмента за 1 оборот шпинделя с заготовкой.

Расчётные перемещения конечных звеньев цепей:

1 об.шп → S – для продольной подачи и 1 об.шп → S<sub>п</sub> – для поперечной.

Уравнения кинематического баланса приводов:

- продольной подачи:

$$S = 1 \text{ об.шп} \cdot \left[ \underbrace{\frac{60}{60}}_{i_0} \cdot \underbrace{\frac{54}{27} \cdot \left(\frac{45}{45}; \frac{88}{22}\right) \cdot \left(\frac{45}{45}; \frac{88}{22}\right) \cdot \frac{45}{45}}_{i_{\text{зуш}}} \cdot \underbrace{\left(\frac{28}{56}; \frac{42}{42}\right)}_{i_1} \cdot \underbrace{\frac{42}{95} \cdot \frac{95}{50} \cdot \frac{26; 28; 32; 36; 40; 44; 48}{36}}_{i_{\text{см1}}} \cdot \underbrace{\frac{25}{28}}_{i_{\text{н1}}} \times \right. \\ \left. \times \underbrace{\left(\frac{18}{45}; \frac{28}{35}\right) \cdot \left(\frac{15}{48}; \frac{35}{28}\right) \cdot \frac{28}{56} \cdot \frac{27}{20} \cdot \frac{20}{28} \cdot \frac{4}{20}}_{i_{\text{мн}}} \cdot \underbrace{\frac{40}{37} \cdot \frac{40}{45} \cdot \frac{45}{37}}_{\text{реверс}} \cdot \frac{14}{66} \cdot 10 \cdot \pi \cdot 3; \right. \\ \left. \underbrace{\phantom{\frac{40}{37} \cdot \frac{40}{45} \cdot \frac{45}{37}}}_{i_{\text{прод}}}\right.$$

- поперечной подачи:

$$S_{\text{п}} = 1 \text{ об.шп} \cdot \underbrace{\left( \frac{60}{60}; \frac{54}{27} \cdot \left(\frac{45}{45}; \frac{88}{22}\right) \cdot \left(\frac{45}{45}; \frac{88}{22}\right) \cdot \frac{45}{45} \right)}_{i_0; i_{\text{зуш}}} \cdot \underbrace{\left( \left(\frac{28}{56}; \frac{42}{42}\right) \cdot \frac{42}{95} \cdot \frac{95}{50} \cdot \frac{26; 28; 32; 36; 40; 44; 48}{36} \cdot \frac{25}{28} \right)}_{i_1; i_{\text{см1}}; i_{\text{н1}}} \cdot \underbrace{\left( \left(\frac{18}{45}; \frac{28}{35}\right) \cdot \left(\frac{15}{48}; \frac{35}{28}\right) \cdot \frac{28}{56} \cdot \frac{27}{20} \cdot \frac{20}{28} \cdot \frac{4}{20} \right)}_{i_{\text{мн}}} \cdot \underbrace{\left( \frac{40}{37} \cdot \frac{40}{45} \cdot \frac{45}{37} \right)}_{\text{реверс}} \cdot \underbrace{\left( \frac{14}{66} \cdot 10 \cdot \pi \cdot 3 \right)}_{i_{\text{ф}}} \cdot \underbrace{\left( \frac{40}{37} \cdot \frac{40}{45} \cdot \frac{45}{37} \right)}_{\text{реверс}} \cdot \underbrace{\frac{40}{61} \cdot \frac{61}{20}}_{i_{\text{поп}}} \cdot 5.$$

Как видно по кинематической схеме и уравнениям кинематического баланса, в приводе подач входит ряд передач и механизмов, расположенных между шпинделем и коробкой подач, в коробке подач и в фартуке суппорта.

Вращение от шпинделя передаётся через шестерни 60:60 (передаточное отношение равно  $i_0=1$ ), если блок 60-45 находится в крайнем левом положении. Если блок 60-45 находится в крайнем правом положении, то вращение передается через звено увеличения шага и подач (ЗУШ), которое составляют: передача 54:27, две последние группы передач (р<sub>г</sub> и р<sub>в</sub>) коробки скоростей и передача 45:45 (передаточные отношения ЗУШ равны  $i_{\text{зуш}}=2; 8; 32$ ).



Далее движение через группу с передачами 28:56 и 42:42 ( $i_1=1/2$ ; 1) и гитару сменных шестерён с колёсами 42, 95, 50 передается на приёмный вал коробки подач.

*Примечание. Эта группа содержит ещё три шестерни (35, 28, 35), которые в цепях продольных и поперечных подач не используются. Они служат для реверса движения в цепях винторезных подач.*

В коробке подач включаются муфты М2 и М3, при этом передвижные колёса 35 выводятся из зацепления с колёсами 37 и 28. Вращение от вала муфты М2 на вал муфты М3 передаётся посредством механизма Нортонa, обеспечивающего семь передаточных отношений.



Далее через две группы передач (назовём их множительными), совместно обеспечивающими 4 передаточных отношения ( $i_{\text{мн}}=1/8; 1/4; 1/2; 1$ ), передачу 28:56 и муфту обгона МО передаётся вращение ходовому валу.

От ходового вала вращение через шестерни 27-20-28, предохранительную муфту МП, червячную передачу 4:20 сообщается валу реверсивных механизмов, который посредством одной шестерни 40 связан с зубчатыми венцами 37 кулачковых муфт М6 и М8, а другой шестерни 40 через паразитное колесо 45 – с зубчатыми венцами 37 кулачковых муфт М7 и М9.

*Продольная подача суппорта в том или ином направлении* включается муфтами М6 или М7, при этом вращение от вала муфт через передачу 14:66 сообщается валу с шестерней, имеющей 10 зубьев модуля 3 мм и находящейся в зацеплении с зубчатой рейкой. Вал с шестерней находится в фартуке суппорта, а рейка закреплена на станине под направляющими. Поэтому шестерня, вращаясь, катится по рейке, и вместе с ней перемещается суппорт.

*Подача поперечных салазок суппорта в ту или иную сторону* включается муфтами М8 или М9. При этом вращение через шестерни 40-61-20 передается ходовому винту поперечной подачи шага 5 мм, перемещающему вдоль своей оси гайку вместе с салазками, в которых она закреплена.

**2. Для переключения подач в порядке их последовательного возрастания (или уменьшения) сначала в коробке подач переключают механизм Нортонa, а уже затем – передачи множительных групп и снова механизм Нортонa.** Это обеспечивает получение основного ряда подач (28 значений). Удлинение ряда в сторону меньших значений обеспечивается при изменении  $i_1$  с 1 на  $1/2$ , а в сторону бóльших – при включении ЗУШ с разными  $i_{\text{зуш}}$  (по их возрастанию) и изменениях  $i_1$ . Поясним на примерах.

Если движение привоу сообщается от шпинделя через пару 60:60 ( $i_0=1$ ), а в группе на две скорости включена передача 42:42 ( $i_1=1$ ), то при переключении механизма Нортонa и передач в множительных группах обеспечиваются следующие *продольные* подачи (мм/об):

Включённые передачи			Шестерня конуса механизма Нортонa						
			26	28	32	36	40	44	48
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{\text{мн}}=1/8$	0,14	0,15	0,17	0,195	0,22	0,24	0,26
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{\text{мн}}=1/4$	0,28	0,3	0,35	0,39	0,43	0,48	0,52
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{\text{мн}}=1/2$	0,56	0,61	0,69	0,78	0,87	0,955	1,04
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{\text{мн}}=1$	1,13	1,22	1,39	1,56	1,74	1,91	2,08

При  $i_{\text{мн}}=1/8$  и включении в группе на две скорости передачи 28:56 ( $i_1=1/2$ ) добавляются ещё 7 значений подач в начало ряда:

$i_0=1$	$i_1=1/2$	$i_{\text{мн}}=1/8$	0,07	0,075	0,085	0,1	0,11	0,12	0,13
---------	-----------	---------------------	------	-------	-------	-----	------	------	------

При  $i_1=1/2$  и трёх других значениях  $i_{\text{мн}}$  обеспечиваются подачи от 0,14 до 1,04 мм/об, т.е. такие же, как в трёх вариантах с  $i_1=1$ .

В случаях вращения шпинделя на низших частотах, что получается при работе групп передач  $p_v, p_r$ , возможно обеспечение более крупных подач. Для этого движение приво­ду подач сообщается от шпинделя через ЗУШ и пару 45:45.

Так, при  $i_{зуш}=2$  (т.е. когда в группах  $p_v, p_r$  включены передачи 45:45 и шпинделю может сообщаться одна из шести частот в пределах 200 - 630 об/мин) обеспечиваются продольные подачи в диапазоне 0,28-4,16 мм/об, в числе которых 7 новых (остальные совпадают с подачами основного ряда):

$i_{зуш}=2$	$i_1=1$	$i_{мн}=1$	2,26	2,44	2,78	3,12	3,48	3,82	4,16
-------------	---------	------------	------	------	------	------	------	------	------

Если же при  $i_{зуш}=2$  включить  $i_1=1/2$ , будет обеспечиваться основной ряд подач 0,14-2,08 мм/об. Но такой вариант хуже, нежели когда  $i_0=1$  (т.е. ЗУШ отключено) и  $i_1=1$ , т.к. подачи основного ряда обеспечиваются не при любых частотах вращения шпинделя, а лишь при 200 - 630 об/мин. Это – первое, а второе – кинематическая цепь подач становится более длинной, что обуславливает увеличение кинематических погрешностей.

При  $i_{зуш}=8$  и 32 могут быть обеспечены очень большие подачи – такие, необходимость в которых в производственной практике обычно не возникает. В технической характеристике станка (см. п. 2.2) они не даются и далее не комментируются. Большие подачи включаются при нарезании резьб с соответствующими большими шагами.

**3. Поперечные подачи** при одной и той же настройке привода подач имеют вдвое меньшую величину, чем продольные:

$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{мн}=1/8$	0,07	0,075	0,085	0,1	0,11	0,12	0,13
---------	---------	--------------	------	-------	-------	-----	------	------	------

и т.д. (можно просчитать самостоятельно при тех же значениях  $i_0, i_{зуш}, i_1, i_{мн}$ , при каких рассматривались продольные подачи в части 2 этого пункта).

### 3.3. Приводы винторезных подач

Конечными звеньями этих цепей являются шпиндель с заготовкой и суппорт с резцом, перемещающийся за один оборот шпинделя в продольном направлении на величину, равную шагу нарезаемой резьбы  $T$ . Таким образом винторезная подача  $S_{винт}$  измеряется в мм/об

и  $S_{винт} = T$ . Расчётные перемещения конечных звеньев цепей:

$$1 \text{ об. шп} \rightarrow S_{винт}.$$

В обеспечении винторезной подачи не участвуют ходовой вал, передачи и реверсивные механизмы фартука; *движение суппорту передаётся через винтовую передачу* (ходовой винт – разъёмная гайка) шага 12 мм. Для этого в коробке подач расцепляется передача 28:56 и включается муфта М5, соединяющая ведомый вал множительных групп передач с ходовым винтом, а в фартуке включается разъёмная (маточная) гайка.

Изменение направления движения суппорта для нарезания правых или левых резьб производится посредством реверсивного механизма, находящегося в приводе после шпинде-

ля перед сменными колёсами. Вращение на ведущий вал этого механизма сообщается, как и в приводах продольных и поперечных подач, от шпинделя через передачу 60:60, либо через звено увеличения шага.

Для настройки привода на получение резьб разных видов устанавливаются определённые сменные колёса, и механизм Нортон включается так, что ведущим валом в нём является либо тот, на котором закреплены шестерни зубчатого конуса 26, ..., 48, либо тот, на котором находится скользящая шестерня 28.

### 3.3.1. Настройка на нарезание метрической резьбы

Метрическая резьба задаётся шагом в мм, и именно такой (т.е. равной шагу) должна быть принята подача при её нарезании.

Кроме метрических шагом в мм задаются резьбы трапецеидальные, упорные и некоторые другие. Настройка на нарезание любых резьб, задаваемых шагом в мм, производится так, как рассматривается ниже.

Шаги резьб, на получение которых можно настроить станок, определяются технической характеристикой станка в пределах 1-192 мм. Для обработки резьб с шагами, которые допускаются стандартами, в зубчатом конусе механизма Нортон используются шесть колёс, с 28 по 48, и не используется колесо 26. Поэтому ниже оно не указывается.

Зубчатый конус в механизме Нортон коробки подач устанавливается ведущим, что обеспечивается включением муфт М2 и М3. Сменные колёса оставляются теми же, что и при подачах для продольного и поперечного точения, а именно 42, 95, 50 ( $i_{cm1}$ ).

Уравнение кинематического баланса привода (с использованием введённых ранее обозначений – см. часть 1 в п. 3.2) следующее:

$$S_{\text{винт}} = 1 \text{ об.шп.} \cdot \left( i_{\text{зуш}} \cdot \underbrace{\left( \frac{28}{56} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{35}{28} \cdot \frac{28}{35} \right)}_{i_{\text{рев}}} \cdot i_{cm1} \cdot i_{nl} \cdot i_{mn} \cdot 12 \right).$$

Если движение от шпинделя передаётся через пару 60:60 ( $i_0=1$ ) и в реверсивном механизме включены передачи с  $i_{\text{рев}}=1$  (42-42 при нарезании правой резьбы или 35-28-35 при нарезании левой), то при переключениях множительных групп (покажем для случаев  $i_{mn}=1/8, 1/4, 1/2$ ) и снятия движения с разных шестерён конуса Нортон будут обеспечиваться следующие подачи, мм/об (подачи, равные нестандартным значениям шагов, прочёркнуты):

Включённые передачи			Шестерня конуса механизма Нортон					
			28	32	36	40	44	48
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{mn}=1/8$	-	1	-	1,25	-	1,5
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{mn}=1/4$	1,75	2	-	2,5	-	3
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{mn}=1/2$	3,5	4	4,5	5	5,5	6

При дальнейших переключениях в определённом порядке в группах передач привода величины подач (а значит, и нарезаемых шагов) постоянно удваиваются:

Передаточные отношения в группах	$i_0$ или $i_{\text{зуш}}$	1	2	8	8	32
	$i_1$	1	1	1	1	1
	$i_{\text{мн}}$	1	1	1/2	1	1/2
Пределы подач, мм/об		7 - 12	14 - 24	28 - 48	56 - 96	112 - 192

Как видно, резьбы с большими шагами (от 14 мм) нарезаются при включении ЗУШ. При такой настройке привода не следует забывать следующее. Когда шпиндель приводится через группы передач  $p_v$ ,  $p_r$  (а только тогда возможна работа ЗУШ в приводе подач), обеспечиваются не все его частоты вращения. Становится вероятной ситуация, когда требуемую подачу при желаемой частоте вращения шпинделя нельзя будет установить.

Из этого следует, что частоту вращения шпинделя следует выбирать из того диапазона, который обеспечивается при конкретном варианте включения групп  $p_v$ ,  $p_r$ . Так, в поддиапазоне частот вращения шпинделя 200 - 630 об/мин  $i_{\text{зуш}}=2$ ; 50 - 160 об/мин  $i_{\text{зуш}}=8$  и 12,5 - 40 об/мин  $i_{\text{зуш}}=32$ .

### 3.3.2. Настройка на нарезание модульной резьбы

Модульные резьбы – это червяки зубчатых червячных передач. Они задаются не шагом, а модулем  $m$  в мм. Шаг резьбы является величиной расчётной  $T = \pi \cdot m$ . При настройке на обработку резьбы другого модуля подача (равная шагу) должна быть изменена прямо пропорционально изменению модуля, а значит, зубчатый конус в механизме Нортон должен быть ведущим. Чтобы обеспечить получение шага, кратного  $\pi$  (чего нет в метрических резьбах), надо произвести соответствующие изменения в кинематической цепи. Эти изменения заключаются в установке других сменных колёс: 64, 95, 97 ( $i_{\text{см2}}$ ), передаточное отношение которых отличается в  $0,785=\pi/4$  раза от передаточного отношения колёс 42, 95, 50 ( $i_{\text{см1}}$ ).

Таким образом, для настройки на нарезание модульной резьбы включаются те же муфты, что и при нарезании метрических резьб, но устанавливаются другие сменные колеса.

Уравнение кинематического баланса

$$S_{\text{винт}} = 1 \text{ об.шп} \cdot i_{\text{зуш}} \cdot i_{\text{рев}} \cdot \underbrace{\frac{64}{95} \cdot \frac{95}{97}}_{i_{\text{см2}}} \cdot i_{\text{н1}} \cdot i_{\text{мн}} \cdot 12;$$

### 3.3.3. Настройка на нарезание дюймовой резьбы

Дюймовые резьбы задаются не шагом, как метрические, а числом ниток (витков)  $k$  на один дюйм ( $1'' \approx 25,4$  мм) длины резьбы, т.е. величиной, обратной шагу  $T$ , а значит,  $T = \frac{25,4}{k}$  и подача должна изменяться обратно пропорционально  $k$ .

В таком случае, в отличие от настройки на нарезание метрических резьб, конус механизма Нортон должен быть ведомым. Для этого в коробке подач должны быть сцеплены пары 37:35 (колёсами 35, 37, 35 передаётся движение от сменных шестерён на вал скользящей шестерни 28) и 28:35 (колёсами 35, 28, 28, 35 передаётся движение от механизма Нортон на ведущий вал множительных групп передач). Муфта М5 должна быть также включена.

Уравнение кинематического баланса

$$S_{\text{винт}} = 1 \text{ об.шп} \cdot \underbrace{i_0; i_{\text{зуш}}; i_{\text{рев}} \cdot i_{\text{см1}} \cdot \frac{35}{37} \cdot \frac{37}{35} \cdot \frac{28}{25} \cdot \frac{36}{48; 44; \dots; 26} \cdot \frac{35}{28} \cdot \frac{28}{35}}_{i_{\text{н2}}} \cdot i_{\text{мн}} \cdot 12.$$

### 3.3.4. Настройка на нарезание питчевой резьбы

Питчем задаются червяки в дюймовой системе измерений. Питч  $p$  – это величина, обратная модулю, но выражаемая не в 1/мм, а в 1/дюйм. Тогда шаг резьбы в мм будет равен  $T = \frac{\pi \cdot 25,4}{p}$ . При настройке на нарезание питчевой резьбы коробка подач включается как при нарезании дюймовых резьб (т.е. конус механизма Нортон – ведомый), а сменные колёса устанавливаются такие же, как при нарезании модульных резьб (надо "учитывать"  $\pi$ ).

Уравнение кинематического баланса

$$S_{\text{винт}} = 1 \text{ об.шп} \cdot \underbrace{i_0; i_{\text{зуш}}; i_{\text{рев}} \cdot i_{\text{см2}} \cdot i_{\text{н2}} \cdot i_{\text{мн}}}_{i_{\text{н2}}} \cdot 12.$$

### 3.3.5. Настройка на нарезание точных или нестандартных резьб

При такой настройке коробку подач как настроенный орган не используют, цепь максимально укорачивают и включают ходовой винт "напрямую", соединяя его с помощью муфт М2, М4, М5 с выходным валом гитары сменных шестерён. В реверсивном механизме используются передачи с передаточным отношением 1:1. В гитаре сменных шестерён устанавливаются такие колёса  $a, b, c, d$  ( $i_{\text{см}}$ ), какие обеспечат получение требуемого шага, а не те, какие показаны на схеме.

Уравнение кинематического баланса и настроечная формула для этого случая будут:

$$S_{\text{винт}} = 1 \text{ об.шп} \cdot \frac{60}{60} \cdot \left( \frac{42}{42}; \underbrace{\frac{35}{28} \cdot \frac{28}{35}}_{\text{реверс}} \right) \cdot i_{\text{см}} \cdot 12; \quad i_{\text{см}} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{T}{12}.$$

## 3.4. Приводы быстрых перемещений

Эти приводы позволяют перемещать весь суппорт в продольном и поперечные салазки в поперечном направлении быстро со скоростями, соответственно,  $v_{\text{б.прод}}=3,4$  м/мин и  $v_{\text{б.поп}}=1,7$  м/мин. Приводы получают движение в толчковом режиме при нажатии на кнопку в рукоятке включения подач от отдельного электродвигателя ( $n_{\text{дв.б}}=1410$  об/мин). Перемещение происходит в направлении включённой подачи. Для предотвращения поломок в кинематической цепи при одновременной передаче на ходовой вал медленного вращения через коробку подач и быстрого от указанного электродвигателя установлена муфта обгона МО.

Уравнения кинематического баланса цепей (в них модуль ременной передачи и шаг ходового винта приведены в м) следующие:

$$v_{\text{б.прод}} = 1410 \cdot \frac{85}{147} \cdot 0,98 \cdot i_{\text{ф}} \cdot i_{\text{прод}} \cdot 10 \cdot \pi \cdot 0,003; \quad v_{\text{б.поп}} = 1410 \cdot \frac{85}{147} \cdot 0,98 \cdot i_{\text{ф}} \cdot i_{\text{поп}} \cdot 0,005.$$

#### 4. ЗАДАНИЯ НА РАБОТУ

Работа выполняется каждым студентом индивидуально или (по усмотрению преподавателя) бригадами из двух студентов. Каждый студент выполняет три задания, формулировки которых приведены ниже. Числовые и другие конкретные данные для заданий студент выбирает по назначенному преподавателем номеру варианта из соответствующих граф таблицы, следующей за заданиями и рисунком с эскизами обрабатываемых деталей. Эти данные должны быть встроены в тексты заданий на бланках отчётов студентов.

**Задание №1.** Составить уравнение кинематического баланса цепи главного движения, обеспечивающей расчётную частоту вращения шпинделя \_\_\_\_ об/мин.

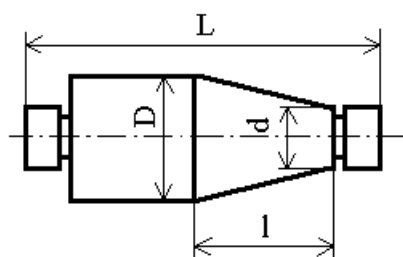
**Задание №2.** Составить уравнение кинематического баланса цепи подачи (без сокращений), обеспечивающей (поперечную  $S_{\text{п}}$ , винторезную для метрических резьб  $S_{\text{винт}}$  – см. заданный вариант) подачу величиной \_\_\_\_ мм/об.

**Задание №3.** Произвести расчёт настройки и наладки станка на обработку конуса детали по рис. 10, \_\_ при смещении задней бабки.

Размеры детали (мм):  $D$ =\_\_,  $d$ =\_\_,  $L$ =\_\_,  $l$ =\_\_.

Режимы обработки: скорость резания  $v$ =\_\_ м/мин, продольная подача  $S$ =\_\_ мм/об.

а)



б)

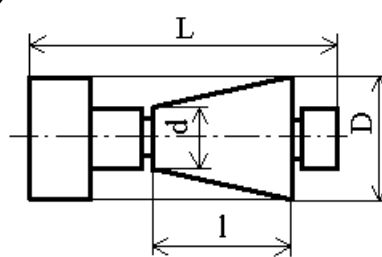


Рис. 10. Эскизы обрабатываемых деталей



### Варианты числовых данных для заданий на работу

№ вари- ри- анта	З-ние №1	Задание №2	Задание №3						
	Частота вращения шпинделя, об/мин	Подача, мм/об (поперечная, винторезная)	Деталь и её размеры					Режимы резания	
			Эскиз: рис. 10, _	D, мм	d, мм	L, мм	l, мм	v, м/мин	S, мм/об
1	16	$S_{\Pi}=0,06$	a	110	90	90	70	80	0,15
2	20	$S_{\Pi}=0,87$	a	50	35	60	40	45	0,22
3	25	$S_{\Pi}=1,13$	a	55	40	210	110	50	0,26
4	31,5	$S_{\text{винт}}=8$	б	90	70	125	95	75	0,3
5	40	$S_{\Pi}=0,61$	a	75	65	195	95	100	0,35
6	50	$S_{\Pi}=0,52$	a	105	85	175	120	95	0,43
7	63	$S_{\text{винт}}=10$	б	60	55	240	180	60	0,69
8	80	$S_{\Pi}=0,17$	б	65	50	110	80	65	0,52
9	100	$S_{\Pi}=0,075$	a	45	35	200	155	40	0,085
10	125	$S_{\text{винт}}=64$	б	85	70	155	100	85	1,39
11	160	$S_{\Pi}=0,48$	б	65	55	180	150	70	0,07
12	200	$S_{\Pi}=0,11$	б	50	45	200	140	55	0,14
13	250	$S_{\text{винт}}=40$	a	100	80	90	70	90	0,1
14	315	$S_{\Pi}=0,05$	a	45	35	60	40	50	0,12
15	400	$S_{\Pi}=0,13$	a	60	45	210	110	70	1,22
16	500	$S_{\text{винт}}=18$	б	80	60	125	95	85	0,17
17	630 - через ЗУШ	$S_{\Pi}=0,195$	б	75	65	195	125	90	0,075
18	630 - напрямую	$S_{\Pi}=0,15$	a	100	85	175	120	95	2,44
19	800	$S_{\text{винт}}=48$	a	65	55	240	180	70	0,24
20	1000	$S_{\Pi}=0,35$	б	60	40	110	80	75	0,56
21	1250	$S_{\Pi}=0,24$	a	55	35	200	155	60	0,78
22	1600	$S_{\text{винт}}=22$	б	95	80	155	100	100	2,26
23	2000	$S_{\Pi}=0,39$	б	85	60	180	150	80	1,04
24	12,5	$S_{\Pi}=0,28$	б	70	50	200	140	85	0,48
25	40	$S_{\text{винт}}=112$	a	120	105	250	200	55	0,39

*Примечание. В таблице вариантов заданий, также как в п.п. 3.1, 3.2, 3.3, величины частот вращения и подач даны в соответствии с паспортными данными станка. Фактические значения, рассчитанные по уравнениям кинематического баланса цепей, кроме винторезных подач, могут не совпадать с приведёнными величинами, но отклонения, как правило, не превосходят  $\pm 5\%$ .*

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Отчёт по лабораторной работе выполняется на специальном бланке (ПРИЛОЖЕНИЕ), который заполняется по мере выполнения работы.

### 5.1. Выполнение задания №1

**Задание №1.** Составить уравнение кинематического баланса цепи главного движения, обеспечивающей расчётную частоту вращения шпинделя \_\_\_\_ об/мин.

Задание выполняется на базе представленного в п. 3.1 материала. При этом необходимо обратить особое внимание на фразу о порядке переключения групп передач (*выделена курсивом*) и проанализировать, учитывая в ней изложенное, как обеспечить переключение частот вращения шпинделя в порядке их возрастания.

Поясним на примерах.

Если во всех четырёх группах привода включены передачи с наименьшими передаточными отношениями, то на шпинделе будет обеспечиваться частота 12,5 об/мин – самая первая по возрастанию (нечётный номер по порядку). Чтобы получить 16 об/мин – вторую частоту (чётный номер), надо в основной группе  $p_a$  вместо передачи 51:39 включить передачу 56:34. Очевидно, что при любых сочетаниях включения передач в других группах, переключение передач в группе  $p_a$  будет обеспечивать получение нечётных и чётных по порядку частот. Например, частота 80 об/мин – 9-я в порядке возрастания (т.е. нечётная) обеспечится при работе передачи 51:39, а 1250 об/мин (4-я в ряду высших скоростей, т.е. чётная) получится при включении передачи 56:34.

Группы основная  $p_a$  (на две скорости) и I множительная  $p_b$  (на три скорости) совместно обеспечивают шесть вариантов частот вращения в каждом из четырёх поддиапазонов:

- 1) 12,5; 16; 20; ...; 40 об/мин – при включении во II и III множительных группах  $p_b$  и  $p_c$  передач, дающих  $i = 1/16$ , т.е. (22:88)·(22:88);
- 2) от 50 до 160 об/мин – при включении в группах  $p_b$  и  $p_c$  передач, дающих  $i = 1/4$ ;
- 3) от 200 до 630 об/мин – при включении в группах  $p_b$  и  $p_c$  передач, дающих  $i = 1$ ;
- 4) от 630 до 2000 об/мин – при отключённых группах  $p_b$ ,  $p_c$  и передаче вращения шпинделю по короткой кинематической цепи.

При этом передачи в группе  $p_b$  должны переключаться только после того, как "поработали" по разу передачи в группе  $p_a$ . Таким образом, при работе каждой из трёх передач группы  $p_b$  обеспечиваются по две соседних частоты вращения из каждого поддиапазона.

Так, например, для обеспечения частот вращения шпинделя:

- 50 или 63 об/мин (1-я и 2-я частоты во втором поддиапазоне) должна быть в группе  $p_6$  включена передача 21:55,
- 315 или 400 об/мин (3-я и 4-я частоты в третьем поддиапазоне) – 29:47,
- 1600 и 2000 об/мин (5-я и 6-я частоты в четвёртом поддиапазоне) – 38:38.

#### *Последовательность выполнения задания №1*

1. Подсчитать, какой по порядку из 24 вариантов частот вращения шпинделя (18 низших –  $n_1$  -  $n_{18}$  и 6 высших  $n_{19}$  -  $n_{24}$ ) является заданная частота.
2. Проанализировать, как было показано выше, и установить, какие передачи в группах привода должны быть включены для получения заданной частоты вращения шпинделя. Составить уравнение кинематического баланса цепи, обеспечивающей получение заданной частоты.
3. По составленному уравнению определить фактическое значение частоты вращения шпинделя (с точностью до десятых для двухзначных чисел и до единиц для остальных). Вычислить отклонение фактического значения частоты от заданного  $\Delta n$ . Если отклонение будет превосходить  $\pm 5(-10) \%$ , выполнить указанное в предшествующем пункте снова.

### **5.2. Выполнение задания №2**

**Задание №2.** Составить уравнение кинематического баланса цепи подачи (без сокращений), обеспечивающей (поперечную  $S_p$ , винторезную для метрических резьб  $S_{\text{винт}} = \text{см. заданный вариант}$ ) подачу величиной \_\_\_\_\_ мм/об.

Задание выполняется на базе материала, представленного в п. 3.2 – для поперечной подачи и в подпункте 3.3.1, а также в п. 3.2 – для винторезной.

Следует обратить внимание на фразу о порядке переключения групп передач в коробке подач (*выделена курсивом* – см. часть 2 в п. 3.2) и проанализировать приведённые таблицы подач. Итак, для включения в порядке возрастания подач, обеспечиваемых коробкой, в первую очередь переключают механизм Нортон – группу на 7 вариантов. Эта группа является основной. Во вторую и третью очереди переключают соответственно группы I множительную  $\left(\frac{18}{45}; \frac{28}{35}\right)$  и II множительную  $\left(\frac{15}{48}; \frac{35}{28}\right)$ , которые совместно обеспечивают передаточные отношения  $i_{\text{мн}} = 1/8; 1/4; 1/2; 1$ .

*Как нетрудно заключить, анализируя первую приведённую таблицу, семь меньших по величине подач из 28, обеспечиваемых непосредственно коробкой, будут получаться при переключении основной группы в случае, когда  $i_{\text{мн}} = 1/8$ .*

*Подачи, получаемые при  $i_{\text{мн}} = 1/4$ , равны удвоенным значениям первых семи и т.д.*

Конкретные величины подач – продольных, поперечных, винторезных, получающихся при переключении групп коробки, зависят от того, какие передаточные отношения обеспечиваются в механизмах, предшествующих коробке подач ( $i_0$ ,  $i_{\text{зущ}}$  и  $i_1$ ). Это также показано таблицами или изложено в п.п. 3.2 и 3.3.

#### *Последовательность выполнения задания №2*

1. Составить таблицу подач (поперечных  $S_{\text{п}}$  или винторезных  $S_{\text{винт}}$  – в соответствии с индивидуальным заданием), обеспечиваемых коробкой подач, когда ЗУШ при отключено (т.е.  $i_0=1$ ) и  $i_1=1$ .

Шестерня конуса Нортонa			26	28	32	36	40	44	48
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{\text{мн}}=1/8$							
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{\text{мн}}=1/4$							
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{\text{мн}}=1/2$							
$i_0=1$	$i_1=1$	$i_{\text{мн}}=1$							

*Примечания. Для поперечных подач в таблицу следует "позаимствовать" одну строчку из части 3 п. 3.2, для винторезных – три строчки из подп. 3.3.1. Значения в оставшиеся строчки надо вычислять в соответствии с изложенным в п. 3.2 и подп. 3.3.1. В таблице для винторезных подач строки столбца под числом 26 прочеркнуть.*

2. Определить, в какой ячейке составленной таблицы находится значение заданной подачи, и составить без сокращений и аббревиатур уравнение кинематического баланса цепи, обеспечивающей получение этой подачи.

В случае, когда значение заданной подачи (поперечной, винторезной) *меньше* самого меньшего из приведённых в составленной таблице и, естественно, в ней отсутствует, то надо посмотреть, есть ли в верхней строке таблицы число, равное удвоенному значению заданной подачи. Если – нет, то такую подачу обеспечить нельзя, а если – есть, то можно, установив  $i_1=1/2$ . К примеру, удвоенное значение подачи находится в третьем столбике первой строки. Это значит, что необходимо так включить механизмы, чтобы было:  $i_0=1$ ,  $i_1=1/2$ ,  $i_{\text{мн}}=1/8$ , а в механизме Нортонa была бы задействована шестерня 32.

В случае, когда значение заданной подачи *больше* самого большего из приведённых в нижней строке таблицы, то надо найти в этой строке таблицы число, равное уменьшенному значению заданной подачи в 2 раза. Например, уменьшенное в 2 раза значение подачи находится в пятом столбике четвёртой строки. Это значит, что необходимо так включить механизмы, чтобы было:  $i_{\text{зуш}}=2$ ,  $i_1=1$ ,  $i_{\text{мн}}=1$ , а в механизме Нортонa была бы задействована шестерня 40.

Если в случае винторезных подач заданная подача окажется в 4 раза больше какого-либо числа в нижней строке составленной таблицы, то следует включить  $i_{\text{зуш}}=8$ ,  $i_{\text{мн}}=1/2$ ; если в 8 раз, то –  $i_{\text{зуш}}=8$ ,  $i_{\text{мн}}=1$  и т.д. (см. последнюю приведённую в подп. 3.3.1 таблицу).

И в том и в другом случае таблицу в бланке следует дополнить соответствующей строчкой значений подач.

3. По составленному уравнению определить фактическое значение подачи. Вычислить отклонение  $\Delta S$  фактического значения подачи от заданного.

В случае винторезной подачи заданное и фактическое значения должны быть абсолютно одинаковыми, т.е.  $\Delta S=0\%$ , а в случае продольной отклонение фактического значения

подачи от заданного может быть, но оно не должно превышать  $\pm 5\%$ . Если то или иное не выдерживается, следует указанное в предыдущем пункте выполнить снова.

### 5.3. Выполнение задания №3

**Задание №3.** Произвести расчёт настройки и наладки станка на обработку конуса детали по рис. 10,\_\_\_ при смещении задней бабки.

Размеры детали (мм):  $D=$ \_\_\_,  $d=$ \_\_\_,  $L=$ \_\_\_,  $l=$ \_\_\_.

Режимы обработки: скорость резания  $v=$ \_\_\_ м/мин, продольная подача  $S=$ \_\_\_ мм/об.

Для наладки станка необходимо сместить на нужную величину в нужном направлении и закрепить заднюю бабку; установить требуемые режущие инструменты и оснастку для крепления заготовки; закрепить заготовку; подвести инструмент к заготовке.

Настройка станка состоит в подготовке его приводов для обработки с заданными режимами резания.

Задание выполняется на базе материала, представленного в подп. 2.6.1, п.п. 3.1 и 3.2.

#### *Последовательность выполнения задания №3*

1. Определить величину и направление смещения задней бабки (см. части 1 и 2 в подпункте 2.6.1).

2. Ориентируясь на рис. 4,а и 10,а либо 4,б и 10,б (в зависимости от того, какая деталь определена в задании), выполнить эскиз со схемой установки и обработки заданной детали. На эскизе размеры проставить в числовом виде в соответствии с заданием.

3. Выбрать, каким способом будет контролироваться смещение корпуса задней бабки (см. часть 3 в подпункте 2.6.1 и рис. 5), и выполнить упрощенно соответствующий эскиз.

4. Принять, что диаметр заготовки равен большему диаметру конуса  $D$ , и определить расчётную частоту вращения заготовки  $n_p = 1000 \cdot v / (\pi \cdot D)$ , при которой будет обеспечена заданная скорость резания  $v$ .

5. Выбрать ближайшее к  $n_p$  стандартное значение частоты вращения шпинделя  $n_j$  из обеспечиваемых в станке (см. п. 3.1;  $j=1-24$  – номер варианта частоты вращения). Как правило, выбирают  $n_j \leq n_p$ , но можно принять и  $n_j > n_p$ , если это превышение не превосходит 5(-10) %.

6. Аналогичным образом выбрать ближайшее к заданной продольной подаче  $S$  табличное значение подачи  $S_j$  (здесь  $j=1-28$ ) из числа обеспечиваемых коробкой подач (см. часть 2 в п. 3.2).

7. Проанализировать, пользуясь изложенным там же (см. часть 2 в п. 3.2), осуществима ли подача  $S_j$  при выбранной частоте вращения  $n_j$  шпинделя.

Если окажется, что не осуществима, перейти к другой подаче или к другой частоте вращения. Выбирая решение, следует принимать к сведению, что при уменьшении частоты вращения и подачи возрастает время обработки; при увеличении частоты возрастает скорость резания, что приводит к уменьшению стойкости инструмента; при увеличении подачи возрастает шероховатость обработанной поверхности, т.е. ухудшается её качество.

8. Записать уравнения кинематического баланса (без сокращений и аббревиатур) цепей, обеспечивающих выбранные значения частоты вращения шпинделя и подачи. Определить по уравнениям фактические значения частоты вращения  $n'$  и подачи  $S'$ , а затем фактическую скорость резания  $v' = \pi \cdot D \cdot n' / 1000$  и отклонение её от заданной  $\Delta v$ .

## 6. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С НАСТРОЙКОЙ, НАЛАДКОЙ И РАБОТОЙ СТАНКА

### 1. Непосредственно на станке студенты рассматривают:

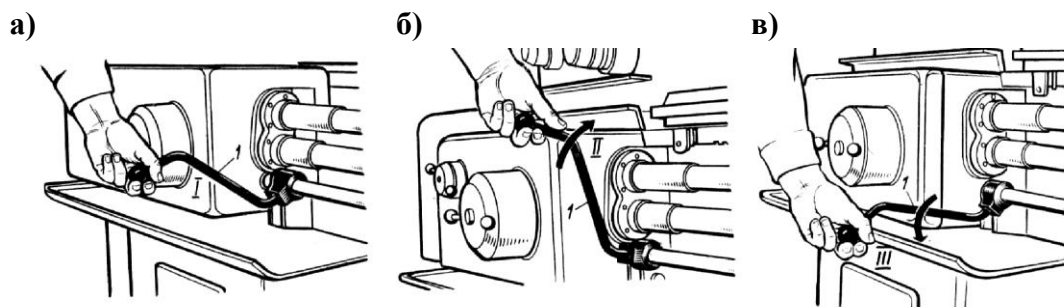
- основные узлы станка;
- как закрепляется заготовка;
- как устанавливаются и закрепляются режущие инструменты;
- как переключаются частоты вращения шпинделя и выполняют переключения;
- как переключаются подачи и выполняют переключения;
- как включается вращение шпинделя в прямом и обратном направлении;
- как производится поворот верхних салазок;
- как вручную перемещается суппорт и его части и выполняют перемещения;
- как включаются продольная и поперечная подачи;
- как включается винторезная подача;
- как включается быстрое перемещение суппорта и поперечных салазок;
- как производится смещение задней бабки для наладки станка на обработку конусов;
- как производится перемещение задней бабки и её пиноли вручную и выполняют перемещения.

### 2. Под контролем преподавателя (лаборанта) станок подключается к электросети и производится:

- включение вращения шпинделя в разных направлениях и на разных частотах;
- включение продольной и поперечной подачи инструмента;
- включение быстрого перемещения суппорта и поперечных салазок в разных направлениях;
- соединение задней бабки и суппорта замком и включение механического перемещения задней бабки.\*

**Внимание!** Для квалифицированного выполнения переключений необходимо внимательно ознакомиться со следующим материалом.

**Включение вращения шпинделя** осуществляется любой из двух рукояток, смонтированных на длинном горизонтальном валике, который установлен на станине ниже ходового вала. Одна рукоятка находится справа от коробки подач (рис. 11), другая – справа на суппорте. Для включения правого (прямого) вращения шпинделя любая из двух рукояток, например, 1 (рис. 11,а) из среднего положения I поворачивается вверх до отказа в положение II (рис. 11,б). При этом шпиндель получит вращение против часовой стрелки, если смотреть на него со стороны задней бабки.

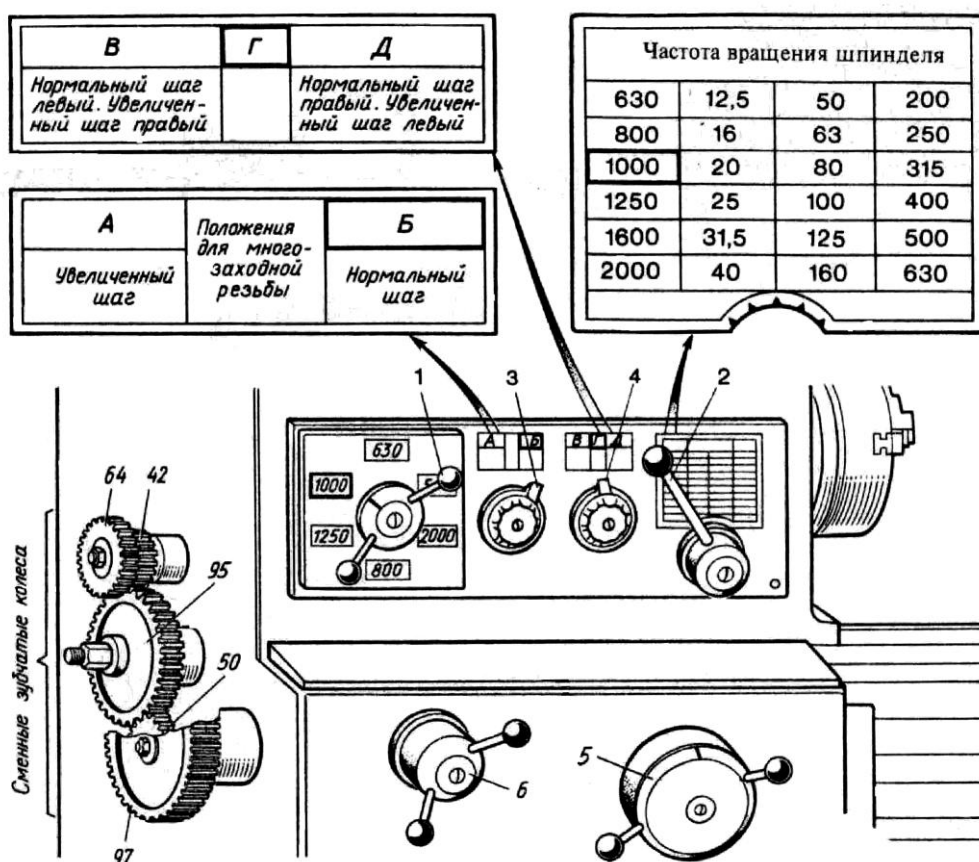


**Рис. 11. Выключение, включение и реверсирование шпинделя**

Поворот рукоятки из среднего положения I вниз до отказа в положение III (рис. 11,в) включает шпиндель на левое (обратное) вращение (по часовой стрелке).

Для настройки станка **на требуемую частоту вращения шпинделя** необходимо рукоятку 2 (рис. 12) повернуть до совмещения её указателя с тем столбиком из четырёх на таблице частот вращения, в котором указана устанавливаемая частота вращения, а рукоятку 1 повернуть так, чтобы риска на диске рукоятки указывала на окошечко с этой частотой.

Чтобы настроить станок, например, на частоту вращения шпинделя 1000 об/мин необходимо рукоятку 2 (см. рис. 12) вначале отклонить от себя, затем повернуть влево до совмещения её указателя со столбиком частот вращения 630-2000 на таблице, а рукоятку 1 установить так, чтобы риска на диске рукоятки указывала на окошко с цифрой 1000. Рукоятка 2 отклоняется от себя только при повороте её на ряд чисел 630-2000, в остальных случаях этого делать не требуется.



**Рис. 12. Рукоятки установки частоты вращения шпинделя и подачи суппорта**

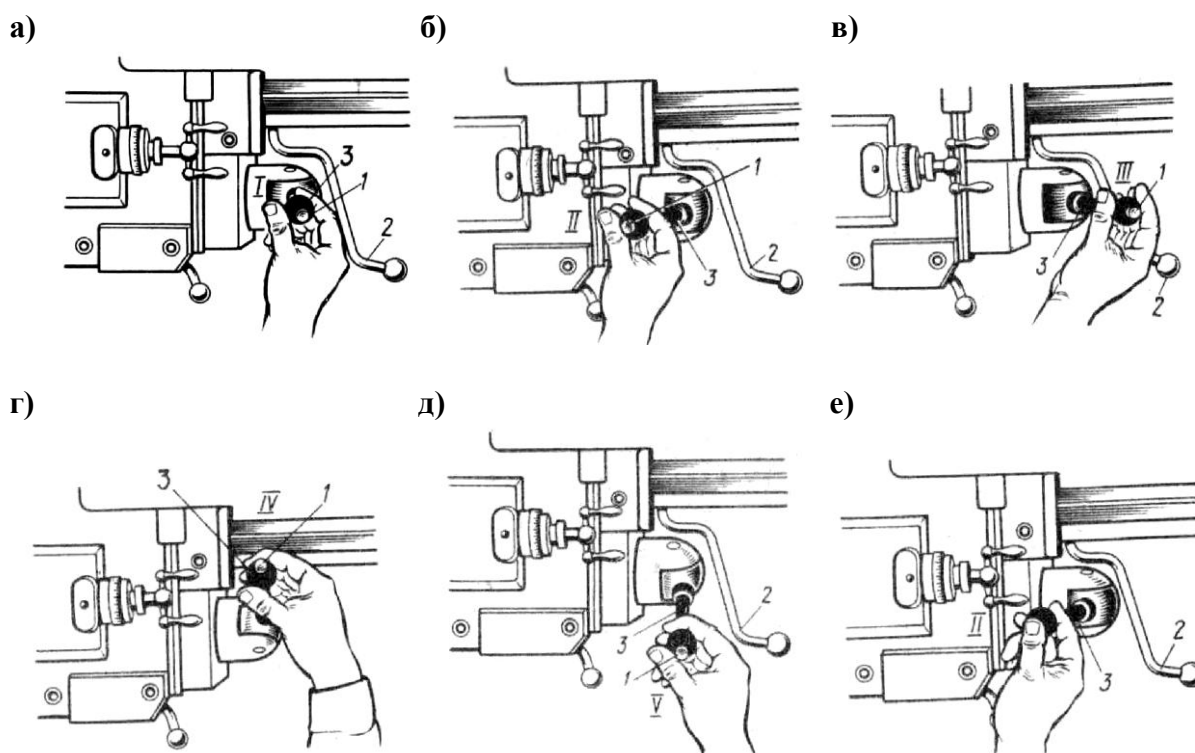
*Примечание. У некоторых модификаций станков данной модели рукоятка 1 имеет лимб с шестью участками, на которых указаны частоты вращения. При настройке станка рукоятку 1 поворачивают до совмещения участка лимба, соответствующего устанавливаемой частоте вращения, со стрелкой на указательной табличке.*

Работа по переключению частоты вращения шпинделя должна выполняться при отключённой коробке скоростей. Для этого рукоятку 1 (см. рис. 11) устанавливают в среднее положение I. При этом муфта М1 (см. рис. 9) устанавливается в нейтральное положение, движение в коробку не передаётся и тормозом, заблокированным с этой муфтой, её передачи останавливаются.

**Включение продольной или поперечной подачи** производится одной рукояткой 3 (рис. 13), являющейся мнемонической, т.е. перемещение суппорта будет происходить в том направлении, в каком повернута рукоятка. При повороте этой рукоятки включается одна из четырёх муфт М6 - М9 (см. рис. 9).

При включенном прямом вращении шпинделя поворот рукоятки 3 из среднего (нейтрального) положения I (рис. 13,а) влево до отказа в положение II (рис. 13,б) приведёт к включению прямой продольной подачи и перемещению суппорта справа налево, т.е. от задней бабки к передней. Выключение продольной подачи осуществляется возвратом рукоятки 3 в среднее (нейтральное) положение I. Включение обратной продольной подачи суппорта (слева направо) осуществляется перемещением рукоятки 3 из среднего положения I вправо до отказа в положение III (рис. 13,в).

Включение поперечной подачи суппорта осуществляется поворотом рукоятки 3 из среднего положения I в положение IV (рис. 13,г) или V (рис. 13,д) соответственно для прямой (на деталь) или обратной подачи. Для выключения поперечной подачи рукоятка 3 возвращается в среднее (нейтральное) положение.



**Рис. 13. Включение подач и быстрых перемещений суппорта**

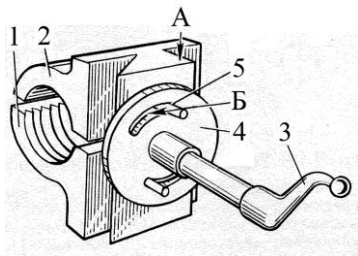
Для быстрого перемещения суппорта или поперечных салазок необходимо повернуть рукоятку 3 в соответствии с выбранным направлением движения и большим пальцем правой руки нажать на кнопку 1 в ручке рукоятки 3 (рис. 13,е). При этом включается соот-



ветствующая муфта в фартуке и двигатель привода быстрых перемещений (см. рис. 9). После прекращения нажима на кнопку движение суппорта или салазок продолжается со скоростью подачи.

В обеспечении **винторезной подачи**, как отмечалось в главе 3, участвует ходовой винт и не участвует ходовой вал, а также передачи и реверсивные механизмы фартука. Для

этого должны быть выполнены переключения в коробке подач и включена разъёмная (иначе – маточная) гайка.



Разъёмная гайка (рис. 14) состоит из двух частей (полугаек) 1 и 2, которые перемещаются по направляющим А при повороте рукоятки 3, расположенной на фартуке суппорта справа от маховичка ручного продольного перемещения. При этом диск 4 посредством прорезей Б, выполненных по спирали, перемещает пальцы 5 полугаек, и они сдвигаются или раздвигаются. Винторезная подача будет происходить, когда полугайки

**Рис. 14. Разъёмная гайка**

охватывают ходовой винт, и не будет происходить, когда они раздвинуты.

Кроме того, перед включением винторезной подачи необходимо вытянуть на себя кнопку-ручку включения реечной шестерни – она находится на фартуке выше маховичка ручного продольного перемещения. Для обеспечения продольной подачи эта кнопка-ручка вдвигается, и шестерня вводится в зацепление с рейкой.

В фартуке смонтирован также блокировочный механизм, который не позволяет включить разъёмную гайку, если повернута мнемоническая рукоятка (т.е. включено перемещение от ходового вала), наоборот.

**Для настройки станка** на обработку с требуемой продольной или поперечной подачей либо на точение резьбы используют рукоятки 3, 4, 5, 6 (см. рис. 12).

а)

Резьбы							Положение рукояток			Резьбы							Частота вращения шпинделя
							питч.										12,5-40
								А	увелич. шаг	3	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>		50-160
12	11	10	9	8	7			Б	норм. шаг	24	22	20	18	16	14		12,5-2000
3				2			нитек на 1"	Б	норм. шаг	6		5	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	12,5-2000
							модульн.	А	увелич. шаг	48	44	40	36	32	28	26	12,5-40
										12	11	10	9	8	7	6,5	50-160
3	2,75	2,5	2,25	2	1,75					1,5		1,25		1			12,5-2000
							метрич.	Б	норм. шаг	192	176	160	144	128	112		12,5-40
								А	увелич. шаг	48	44	40	36	32	28		50-160
12	11	10	9	8	7			Б	норм. шаг	6	5,5	5	4,5	4	3,5		12,5-2000
подача поперечная = 0,5 продольной										подача поперечная = 0,5 продольной							
4,16	3,82	3,48	3,12	2,78	2,44	2,26	подача	А	В								50-160
2,08	1,91	1,74	1,56	1,39	1,22	1,13		Б	Д								12,5-2000
1,04	0,95	0,87	0,78	0,69	0,61	0,56		Б	Г	0,52	0,48	0,43	0,39	0,35	0,3	0,28	12,5-2000

б)

Резьбы							Положение рукояток			Резьбы							Частота вращения шпинделя
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		1			питч.	А	увелич. шаг	3	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>		12,5-40
6		5		4	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>												50-160
48	44	40	36	32	28			Б	норм. шаг	96	88	80	72	64	56		12,5-2000
12	11	10	9	8	7		нитек на 1"		норм. шаг	24	22	20	18	16	14		12,5-2000
24	22	20	18	16	14	13	модульн.	А	увелич. шаг	12	11	10	9	8	7	6,5	12,5-40
6	5,5	5	4,5	4	3,5	3,22											50-160
				0,5				Б	норм. шаг								12,5-2000
96	88	80	72	64	56		метрич.	А	увелич. шаг	48	44	40	36	32	28		12,5-40
24	22	20	18	16	14												50-160
3		2,5		2	1,75			Б	норм. шаг	1,5		1,25		1			12,5-2000
подача поперечная = 0,5 продольной										подача поперечная = 0,5 продольной							
4,16	3,82	3,48	3,12	2,78	2,44	2,26		А	В								200-630
0,26	0,24	0,22	0,19 5	0,17	0,15	0,14		Б	Г	0,13	0,12	0,11	0,1	0,08 5	0,07 5	0,07	12,5-2000

**Рис. 15. Развёртка таблиц на одной (а) и второй (б) половинах обода барабана подачи**

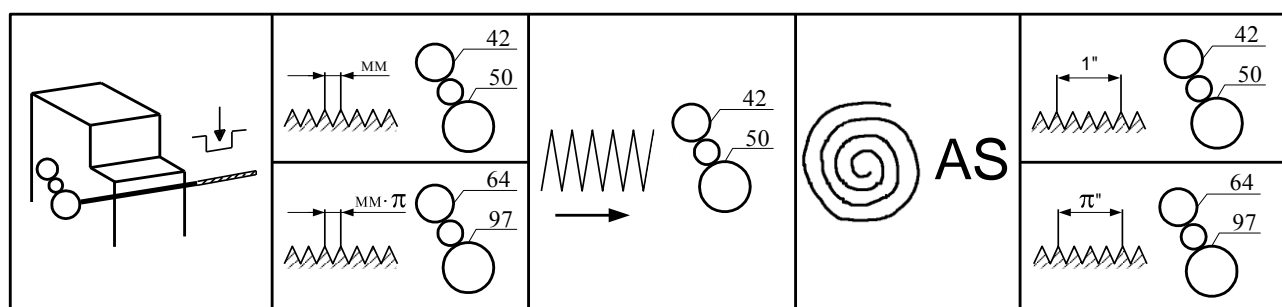
Рукоятка 3 обеспечивает перемещение блока-двойки 60-45 в передней бабке (см. рис. 9), а значит, передачу движения от шпинделя через пару 60:60 или через ЗУШ.

Рукоятка 4 перемещает блок-тройку 42-56-35 реверсивного механизма винторезных подач и группы на две скорости с передаточными отношениями  $i_1$  (см. п. 3.2 и подп. 3.3.1).

Рукоятка (или барабан подачи) 5 – это рукоятка установки величины подачи и шага резьбы, а рукоятка 6 – рукоятка вида работ (выбора подачи или типа нарезаемой резьбы).

Записи, выполненные на барабанах рукояток 5 и 6, показаны на рис. 15 и 16 соответственно.

а)



б)

Прямое включение на ходовой винт. Сменные специальные зубчатые колеса	Резьбы метрические. Сменные зубчатые колеса 42/50	Подача. Сменные зубчатые колеса 42/50	Архимедова спираль. Сменные специальные зубчатые колеса	Резьбы дюймовые. Сменные зубчатые колеса 42/50
	Модульная резьба. Сменные зубчатые колеса 64/97			Питчевая резьба. Сменные зубчатые колеса 64/97

**Рис. 16. Развёртка таблицы на ободке барабана рукоятки вида работ (а) и расшифровка обозначений таблицы (б)**

Для настройки станка на требуемую подачу, например продольную  $S = 0,12$  мм/об, необходимо выполнить следующие действия. Диск 5 барабана подач (см. рис. 12) вытянуть за рукоятки на себя и повернуть его так, чтобы установить риску на диске против столбца чисел на барабане, включающего значение 0,12, после чего диск подать вперёд в прежнее положение; рукоятку 6 повернуть и поставить в положение "Подача. Сменные зубчатые колеса 42/50"; рукоятку 3 коробки скоростей – на букву Б, рукоятку 4 – на букву Г.

Для настройки станка на нарезание требуемой резьбы, например метрической с шагом  $T = 1$  мм, необходимо выполнить следующие действия. Диск 5 барабана подач (см. рис. 12) вытянуть за рукоятки на себя и повернуть до ряда на таблице барабана так, чтобы установить риску на диске против столбца чисел на барабане, содержащего значение метрической резьбы с шагом 1 мм, после чего диск подать вперёд в прежнее положение. Затем повернуть рукоятку 6 до совмещения с колонкой таблицы "Резьбы метрические. Сменные колеса 42/50".

В соответствии с записями в строке таблицы барабана подач, в которой указан шаг резьбы 1 мм, рукоятку 3 поставить в положение Б – нормальный шаг; рукоятку 2 поставить на ряд согласно требуемой частоте вращения шпинделя; рукоятку 4 – в положение Д – нормальный шаг правый; рукоятку 1 рисккой установить на выбранную частоту вращения шпинделя.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие работы выполняются на токарно-винторезном станке?
2. Каково устройство станка модели 1К62?
3. Из каких частей состоит суппорт?
4. Какие данные принимаются в качестве основных параметров токарно-винторезных станков?
5. Какие механизированные движения могут осуществляться в станке?
6. Какие движения могут осуществляться в станке вручную?
7. Какие режущие инструменты применяется на станке и где они устанавливаются?

8. В каких приспособлениях могут устанавливаться на станке обрабатываемые детали?
9. Какими рукоятками включается вращение шпинделя, какая муфта при этом срабатывает?
10. Для чего предназначена муфта обгона?
11. Для чего предназначена предохранительная муфта, находящаяся в фартуке суппорта?
12. Записать расчётные перемещения конечных звеньев и уравнение кинематического баланса без сокращений цепи быстрого продольного перемещения суппорта.
13. Записать расчётные перемещения конечных звеньев и уравнение кинематического баланса без сокращений цепи быстрого перемещения поперечных салазок суппорта.
14. Записать уравнение кинематического баланса без сокращений цепи винторезной подачи для нарезания метрической резьбы наибольшего возможного шага.
15. Записать уравнение кинематического баланса без сокращений цепи винторезной подачи для нарезания дюймовой резьбы с наименьшим числом ниток на дюйм.
16. Записать уравнение кинематического баланса без сокращений цепи винторезной подачи для нарезания модульной резьбы наименьшего возможного модуля.
17. Какие способы обработки конических поверхностей на токарных станках существуют, в чём заключаются их отличия?
18. Включение подач производится «мнемонической» рукояткой. Как это понять?
19. В чём заключается настройка станка?
20. В чём заключается наладка станка?
21. Возможно ли на станке одновременное включение подач продольной от ходового вала и винторезной?
22. Возможно ли на станке одновременное включение подач поперечной от ходового вала и винторезной?
23. Как обеспечивается в станке механическое перемещение задней бабки?
24. В каких единицах задаётся скорость резания при точении?
25. В каких единицах задаётся подача при точении на станке мод. 1К62?

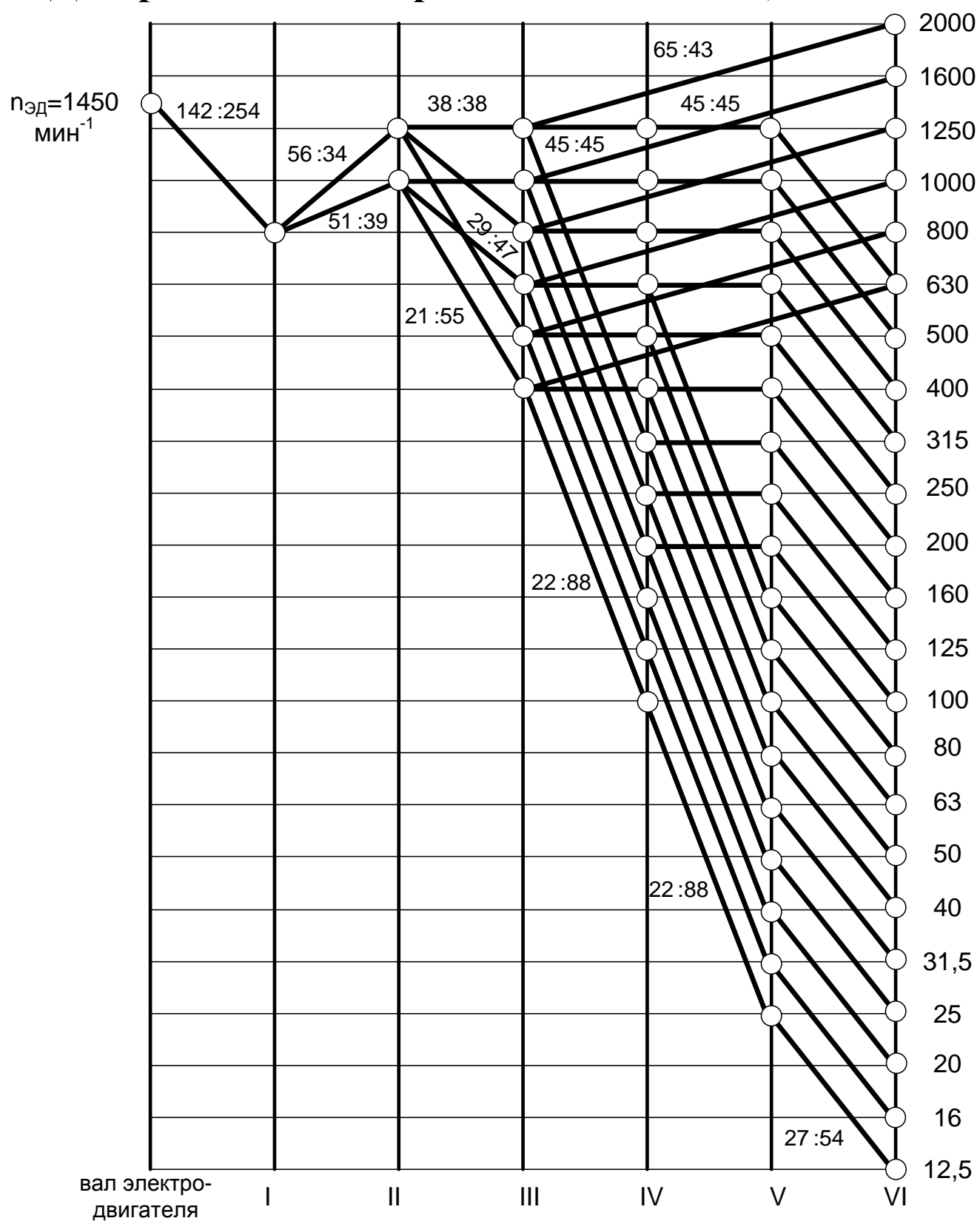
**Ответы на предложенные преподавателем вопросы  
записываются в бланке отчёта**

<p><b>РАБОТА СЧИТАЕТСЯ ВЫПОЛНЕННОЙ И ПРИНИМАЕТСЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ после просмотра им полностью оформленного бланка и получения правильных ответов на контрольные вопросы и вопросы о порядке выполнения работы</b></p>
--

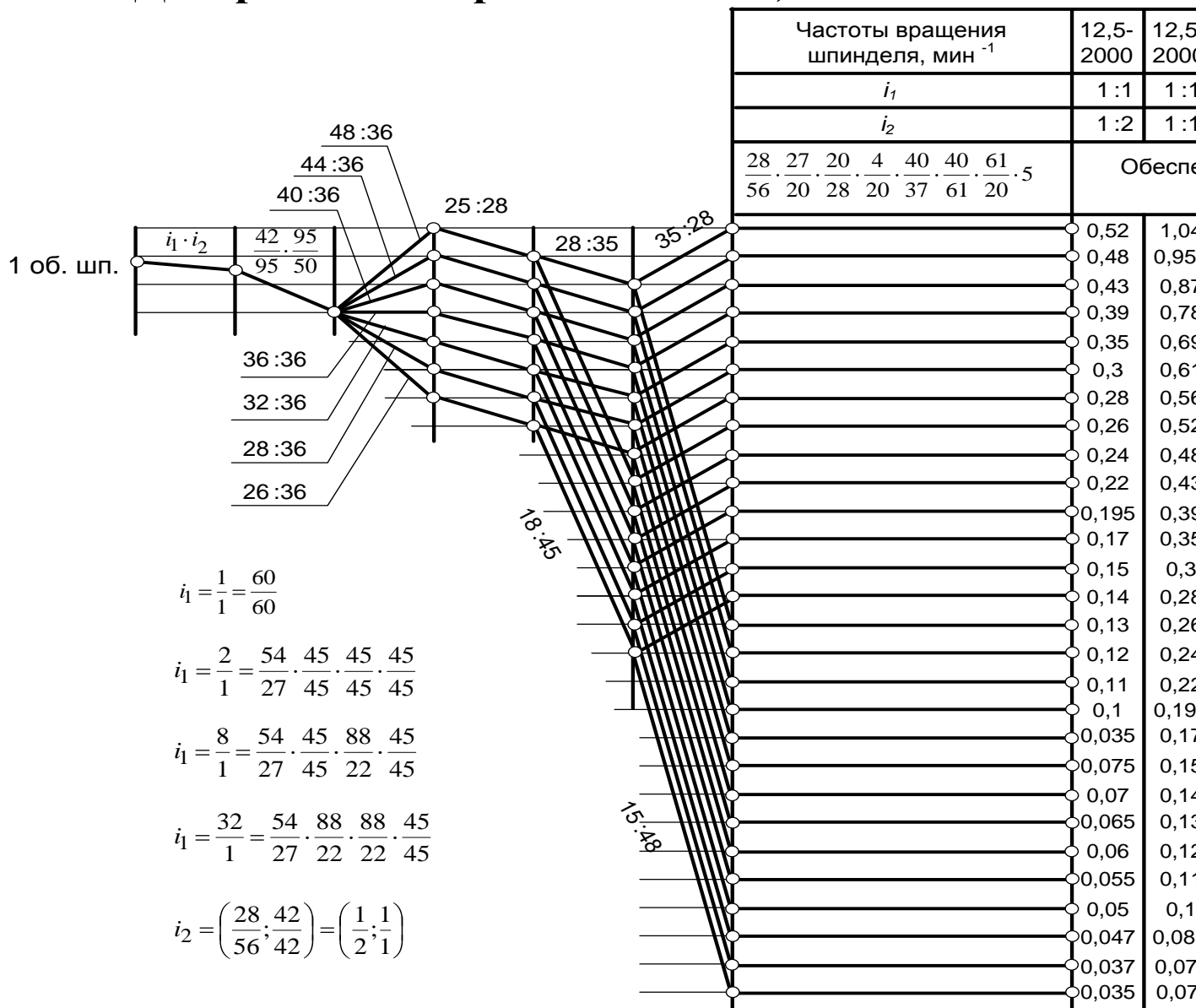
#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Токарно-винторезный станок модели 1К62. Руководство к станку.
2. Сундуков Г.В., Иноземцев А.Н. Металлорежущие станки: учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. 487 с.

# Диаграмма частот вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup>



## Диаграмма поперечной подачи, мм/об



## Диаграмма продольной подачи, мм/об

