

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра металлообрабатывающих станков и комплексов

И.П. НИКИТИНА, В.Н. МИХАЙЛОВ

# **ТИПОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно – издательским советом  
государственного образовательного учреждения высшего профессионального  
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2005

ББК 34.63  
Н 62  
УДК 621.919. 2 (07)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент Поляков А.Н.

Н 62                    **Никитина И.П., Михайлов В.Н.**  
**Типовые механизмы металлорежущих станков:**  
**Методическое руководство к лабораторной работе. –**  
**Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 19с.**

Методические указания рекомендуется использовать при выполнении лабораторных работ по дисциплинам: «металлорежущие станки» для специальностей 120200 и 120100; «оборудование отрасли» для специальности 030500; «механизмы металлообрабатывающего оборудования» 210200; «механизмы и оборудование отрасли» для специальности 060801 для студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения.

ББК 34.63  
© Никитина И.П., 2005  
© ГОУ ОГУ, 2005

# Лабораторная работа №1 Типовые механизмы металлорежущих станков

## 1 Цель лабораторной работы

- 1.1 Приобретение навыков чтения кинематических схем металлорежущих станков;
- 1.2 Изучение назначения, конструкции и принципа действия основных типов механизмов, используемых в металлорежущих станках.

## 2 Общие положения

Совокупность устройств, приводящих в действие исполнительные (рабочие) органы металлорежущих станков, называют ПРИВОДОМ. В общем случае он состоит из двигателя и механизмов, передающих движение рабочим органам.

Привод станка должен обеспечить заданный диапазон регулирования скоростей формообразующих движений, их количество и величину. От него требуется плавная, безвибрационная передача мощности и крутящего момента, обеспечение заданной точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.

## 3 Порядок выполнения работы

3.1. Изучить условные графические изображения, применяемые в кинематических схемах металлорежущих станков. Для изучения условных обозначений использовать плакат и стенды, имеющиеся в лаборатории.

3.2. Изучить принцип действия и конструкции типовых механизмов, описание которых приведено в разделах 4-9 в данных методических указаниях, и на стендах, имеющихся в лаборатории.

3.2.1. Механизмы с передвигными блоками зубчатых колёс (раздел 4) – коробка скоростей фрезерного станка, токарно-винторезный станок, плакаты.

3.2.2. Механизмы в форме сменных зубчатых колёс (раздел 5) – токарно-винторезный станок, плакаты.

3.2.3. Механизмы со встречными конусами зубчатых колёс и вытяжной шпонкой (раздел 6) – плакаты.

3.2.4. Реверсирующие механизмы ([раздел 7](#)) – токарно-винторезный станок, поперечно-строгальный станок, плакаты.

3.2.5. Механизмы поступательного движения ([раздел 8](#)) – токарно-винторезный станок, плакаты.

3.2.6. Механические механизмы ручного управления ([раздел 9](#)) – токарно-винторезный станок, коробка скоростей фрезерного станка, плакаты.

3.3. Изучить принцип действия и конструкцию кулисного механизма – поперечно-строгальный станок, плакат.

3.4. Изучить дополнительно 1-2 механизма из представленных на плакатах (по заданию преподавателя).

3.5. Определить общее передаточное отношение варианта зацепления зубчатых колёс (по заданию преподавателя) на коробке скоростей фрезерного станка. Выразить передаточное отношение через числа зубьев колёс, находящихся в зацеплении. В отчёте представить кинематическую схему заданного варианта зацепления.

## 4 Механизмы с подвижными блоками зубчатых колёс

Механизмы с подвижными блоками зубчатых колёс применяются в коробках скоростей и подач металлорежущих станков с ручным управлением и с числовым программным управлением (ЧПУ). Но следует отметить, что в станках с ЧПУ эти механизмы вытесняются более перспективными приводами, в которых управляемые по программе двигатели, позволяют регулировать скорость, направление и даже путь создаваемого им движения.

Количество колёс в блоке принимается обычно два, три, реже четыре. На [рисунке 1 а](#) и [рисунке 1 б](#) изображены двухваловые механизмы с подвижными блоками. Но число валов может быть три ([рисунке 1 в](#)) и более, однако при этом осевые габариты значительно увеличиваются. При переключении скоростей блоки перемещаются на шлицах вдоль оси вала и поочередно входят в зацепление с сопряженными колёсами, изменяя тем самым передаточное отношение механизма.

Следует отметить внимание на рекомендуемые на рисунке 1 осевые размеры. При проектировании таких коробок передач необходимо обеспечивать такие расстояния между неподвижными зубчатыми колёсами, чтобы при переключении (перемещений подвижных блоков) блок успел выйти из зацепления до того, как начнёт входить в зацепление со следующим колесом, в противном случае или просто невозможно переключение или возникает "кинематический замок", т.е. ситуация, когда в зацеплении будут находиться два зубчатых венца одного блока и с одного вала на другой будет передаваться вращение с разными передаточными отношениями одновременно, что приводит к заклиниванию или разрушению элементов передачи.

На стендах, которые имеются в лаборатории, можно ознакомиться с примерами использования подвижных блоков зубчатых колёс в коробках скоростей и подач (токарно-винторезный станок и фрагмент коробки скоростей вертикально-фрезерного станка с ЧПУ). Конкретное передаточное отношение механизма формируется из отношения пар зубчатых колёс и может быть определён для случая на [рисунке 1.в](#):

$$i = i_1 \cdot i_2 = z_1 / z_2 \cdot z_7 / z_8,$$

где  $i$  - общее передаточное отношение механизма;  
 $i_1, i_2$  – передаточное отношение пар колёс;  
 $z_1, z_2, z_7, z_8$  – число зубьев.

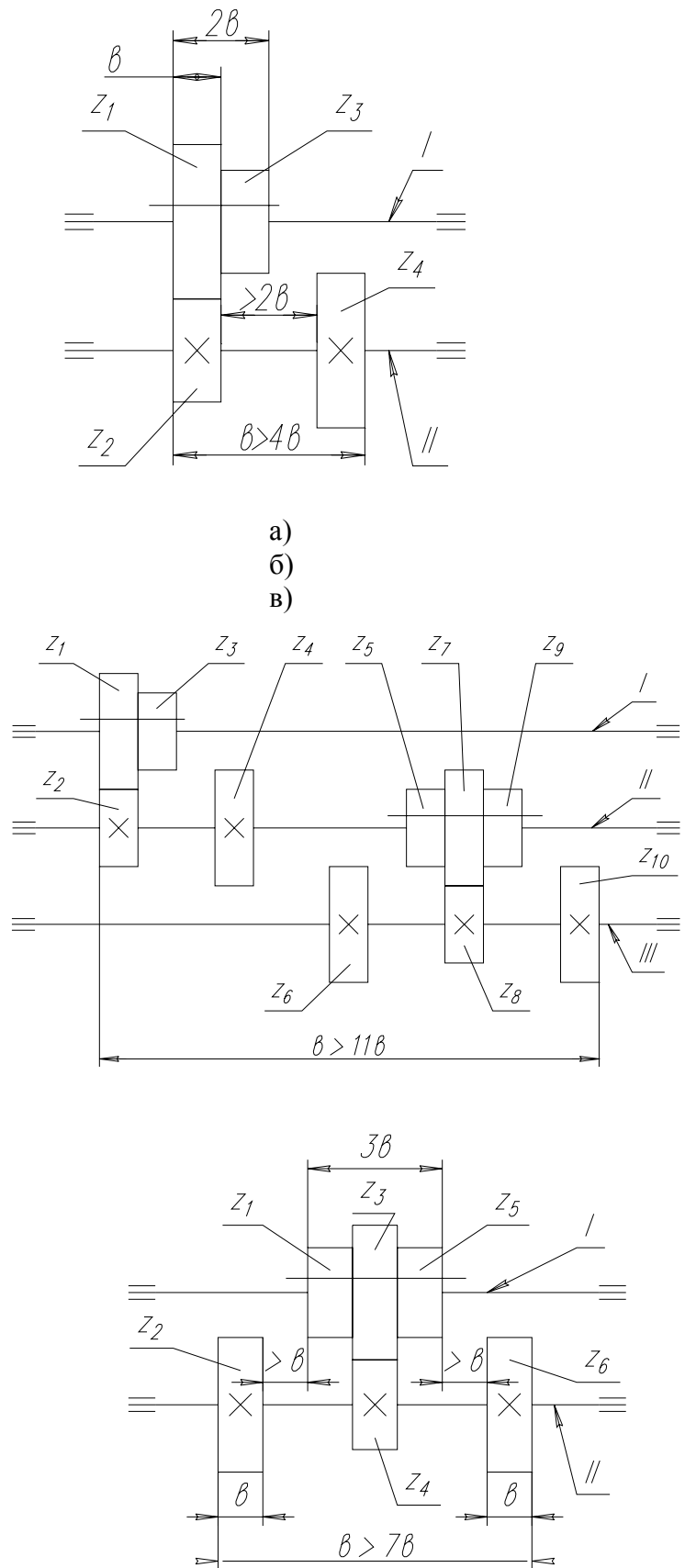


Рисунок 1 - Механизмы с передвижными блоками зубчатых колёс  
 Достоинства механизмов с подвижными блоками являются следующие:

- 1) простота конструкции;
- 2) возможность регулирования числа оборотов выходного вала в широком диапазоне;
- 3) возможность передачи большой мощности;

- 4) постоянство передаточного отношения;
- 5) удобство в управлении и надежность в работе .

К недостаткам этих механизмов следует отнести:

- 1) сравнительно большие осевые габариты;
- 2) невозможность переключения косозубых колес;
- 3) невозможность применения косозубых колёс;
- 4) сложность конструкции механизмов управления для перемещения блоков.

## 5 Механизмы передач в форме сменных зубчатых колёс

Эти механизмы нашли применение в целях скоростей и подач специализированных и специальных станков, в целях формообразования винтовых поверхностей токарно-винторезных, резбонарезных, резбофрезерных и других станков.

Изменять скорость вращения помощью гитар сменных колёс целесообразно при длительной работе станка без перенастройки или точной настройки цепей.

В однопарных гитарах ([рисунок 2 а](#)) межосевое расстояние постоянно, поэтому условие сцепляемости сменных колёс при одинаковом модуле:

$$A + B = \text{Const},$$

где  $A, B$  – числа зубьев сменных колёс.

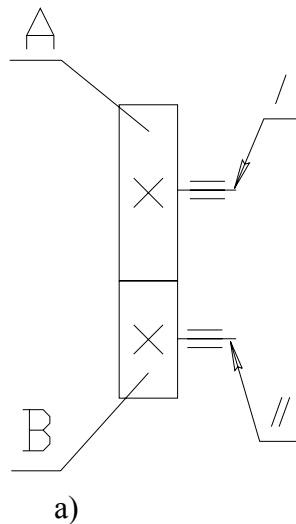
В двухпарных гитарах ([рисунок 2б](#)) в зацеплении находиться две пары сменных колёс ( $A-B$  и  $C-D$ ). колёса  $B$  и  $C$  вместе со втулкой установлены на оси II. Расстояние между осью и валами I и III может изменяться перемещением ее вдоль паза приклон "П" и поворотом последнего округ оси вала III. После введения колёс в зацепление, последовательно закрепляют ось, а затем приклон. Условие сцепляемости двухпарной гитары проверяют по формулам:

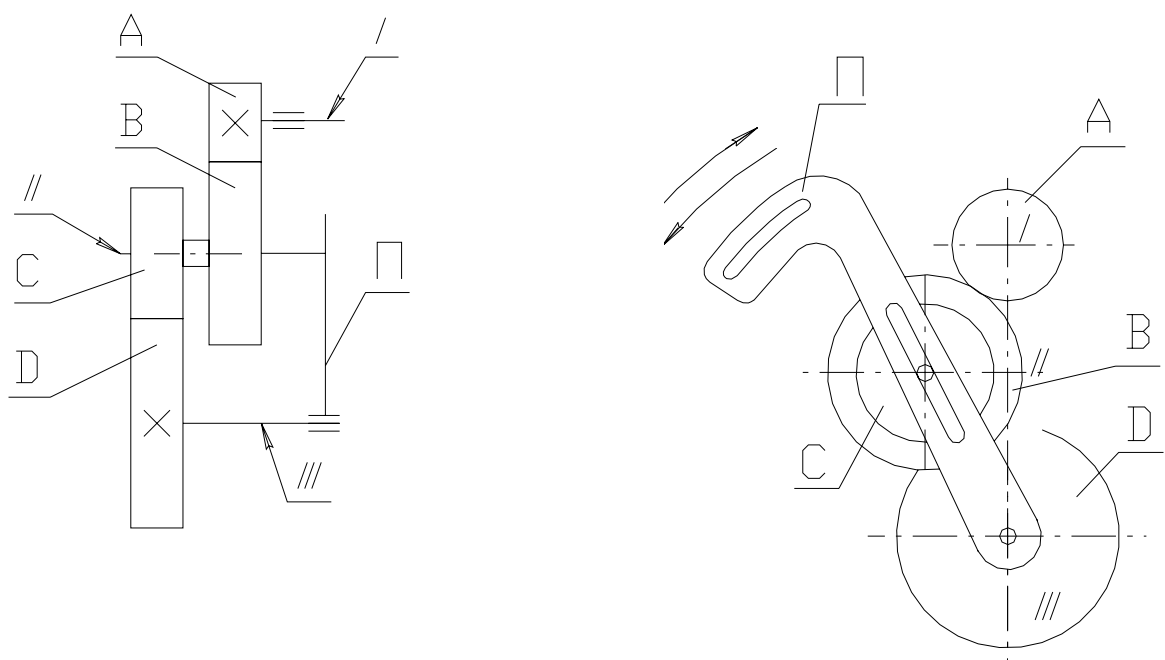
$$A + B > C + 15$$

$$C + D > B + 15$$

Передаточное отношение двухпарной гитары определяется отношением:

$$I = A/B \cdot C/D$$





б)

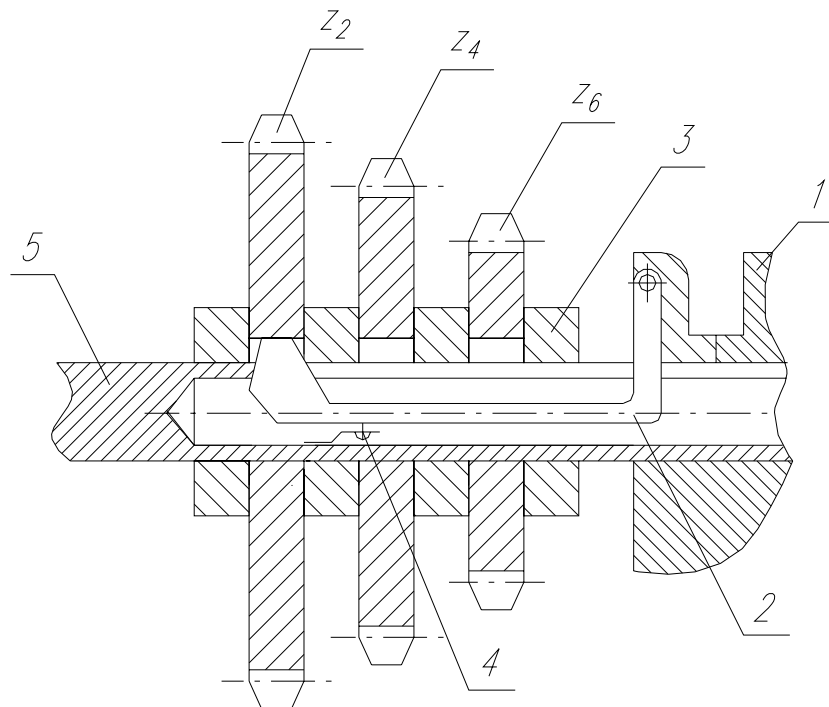
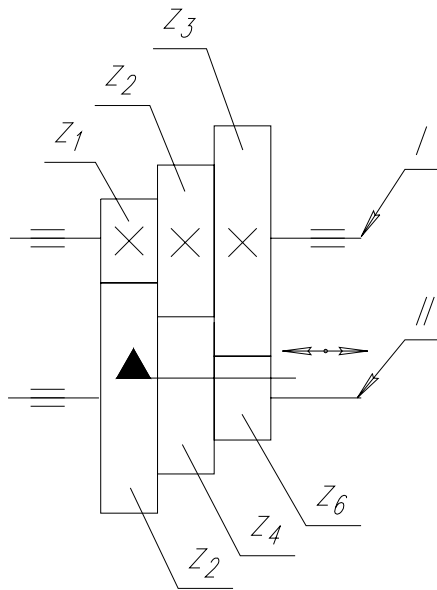
Рисунок 2 – Гитары сменных зубчатых колес

К достоинствам гитар сменных колёс следует отнести простоту их конструкции, а к недостаткам – длительность настройки и наладки.



## 6 Механизмы с встречными конусами зубчатых колёс и вытяжной шпонкой (рисунок 3)

а)



б)

Рисунок 3 - Механизм с вытяжной шпонкой

Эти механизмы нашли применение в коробках подач сверлильных и револьверных станков.

В механизмах с вытяжной шпонкой (рисунок 3 а) зубчатые колёса находятся в постоянном зацеплении. На ведущий вал I зубчатые колёса устанавливаются жестко, а на ведомый вал II свободно. Вытяжная шпонка 2 (рисунок 3 б) смонтирована внутри полого

вала 5. Выступая из продольного паза вала, она заходит в шпоночный паз одного из колёс  $Z_2$ ,  $Z_4$ ,  $Z_6$ , связывая его с валом. При перемещении шпонки вправо, встречаясь своим скосом с дистанционным кольцом, она отжимается, освобождая колесо  $Z_2$ . При дальнейшем движении шпонка займет положение под вращающимся колесом  $Z_4$ . Когда шпоночный паз зубчатого колеса окажется против паза вала, пружина 4 введёт шпонку в паз колеса  $Z_4$  и т.д. Обычно шпонка перемещается с помощью муфты или реечной передачи.

К достоинствам рассмотренного механизма можно отнести компактность конструкции, однорукоятное управление, возможность расположения до 10 передач и применения косозубых колёс для получения ряда точности передаточных отношений.

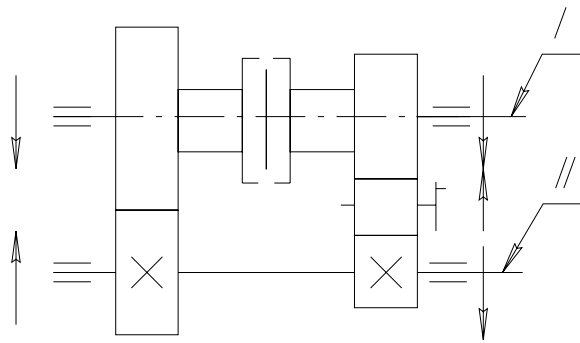
Недостатками этого механизма является низкая жесткость вала со шпоночным пазом, что приводит к перекосам, невозможность использования при больших скоростях валов и для передачи больших крутящих моментов, большие потери на трение, так как все колёса одновременно находятся в зацеплении.

## 7 Реверсирующие механизмы

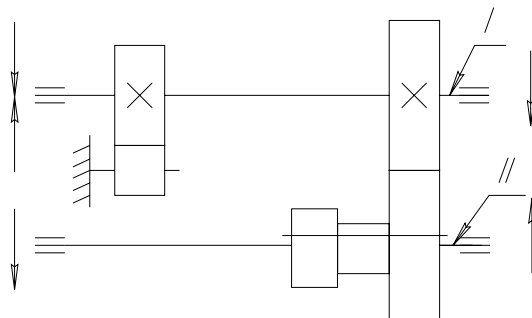
Эти механизмы предназначены для изменения направления движения исполнительных звеньев в цепях формообразования поверхностей, т.е. в движениях резания и подачи, чаще всего реверсирование осуществляется с помощью цилиндрических и конических зубчатых передач.

На [рисунке 4 а](#) и [рисунке 4 б](#) показаны механизмы реверса с цилиндрическими колёсами. При передаче движения через два зубчатых колеса валы I и II вращаются в разных направлениях, а при передаче через три зубчатых колеса – в одном направлении.

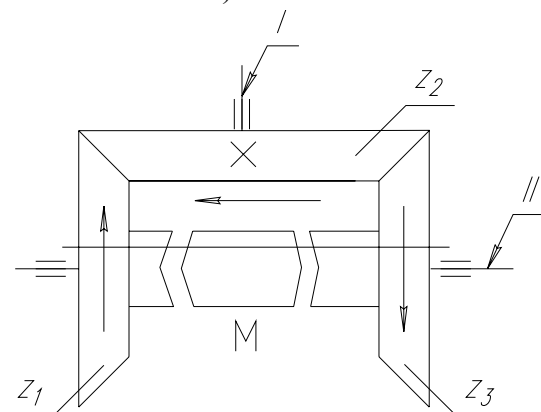
Работа реверсивных механизмов с коническими колёсами основана на том, что колёса  $Z_1$  и  $Z_3$ , находясь в зацеплении с колесом  $Z_2$  (рисунок 4 в, г), вращаются в противоположных направлениях. В этом случае реверсирование производят переключением полумуфты М ([рисунок 4 в](#)) или перемещением блока колёс  $Z_1$ -  $Z_3$  ([рисунок 4 г](#)).



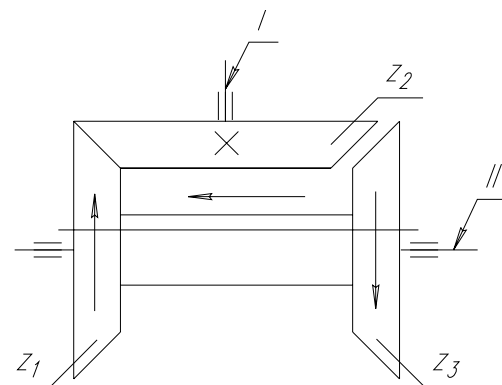
а)



б)



в)



г)

Рисунок 4 – Схемы реверсирующих механизмов

## 8 Механизмы поступательного движения (рисунок 5)

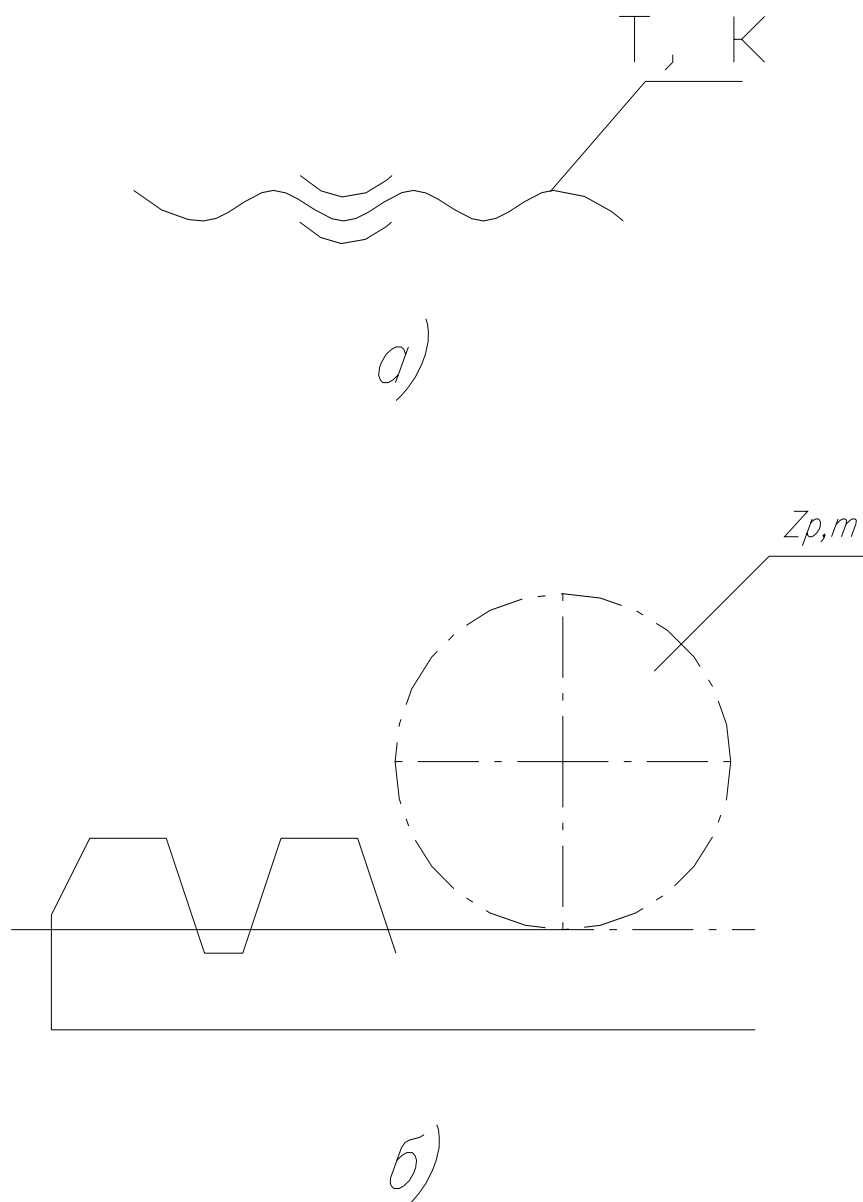


Рисунок 5 - Передачи поступательного движения

Передачи, преобразующие вращательное движение в поступательное, характеризуется величиной перемещения поступательно движущегося элемента за один оборот приводного вала. Винтовая передача определяется ходом винта ([рисунок 5,а](#))

$$T = K \cdot T_1,$$

где  $K$  – число заходов винта;  
 $T_1$  – шаг винта.

Передача с помощью колеса и зубчатой рейки ([рисунок 5 б](#)) выражается величиной перемещений рейки за один оборот реечного колеса

$$L = \pi \cdot m \cdot Z_p,$$

где  $\pi$  – число "Пи";  
 $m$  – модуль;  
 $Z_p$  – число зубьев реечного колеса.

## 9 Механические механизмы ручного управления

Механизмы ручного управления предназначены для перемещения передвижных блоков зубчатых колес, переключения муфт и других механизмов с целью изменения скоростей или направления движения исполнительных приводов универсальных металлорежущих станков.

Эти механизмы должны обеспечить безопасность, легкость и удобство в работе, быстроту управления и точность переключения перемещений элементов.

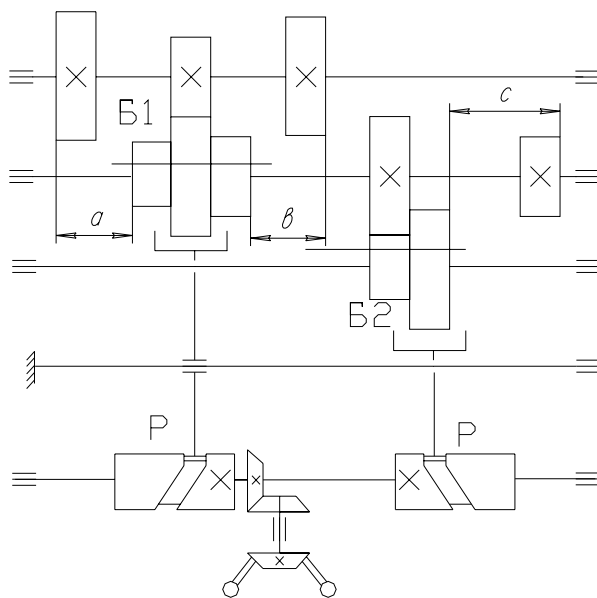
В универсальных металлорежущих станках применяются механические системы управления с одной или двумя рукоятками. Среди них наибольшее распространение получили механизмы управления последовательного ([рисунок 6](#) и [рисунок 7](#)) и избирательного (выборочного) действия ([рисунок 8](#)).

В системах последовательного действия предусматривают строго заданную последовательность переключения. Для того чтобы осуществить изменение частоты вращения, приходится часто производить ненужные промежуточные переключения, что является основным недостатком этой системы.

На [рисунке 6 а](#) показано переключение двух блоков Б1 и Б2 при помощи кулачка барабанного типа с поступательно перемещающимся толкателем и дана развертка барабана с последовательным переключением шести ступеней скорости. При больших величинах перемещения блоков (обычно тройных) диаметр барабана имеет существенные размеры, что увеличивает общие габариты привода. Диаметр барабана можно уменьшать, не выходя за пределы допустимых углов давления  $\alpha$ , если тройной блок разделить на два, как показано на рисунке б,б или применить механизмы с качающимися толкателями ([рисунок 7](#)). В последнем случае ход блока и ролика Р барабана не одинаковы, а отличаются на величину передаточного отношения рычагов толкателя. Так, для тройного блока Б1 величина перемещения ролика определяется как произведение хода блока на передаточное отношение рычагов, т.е.

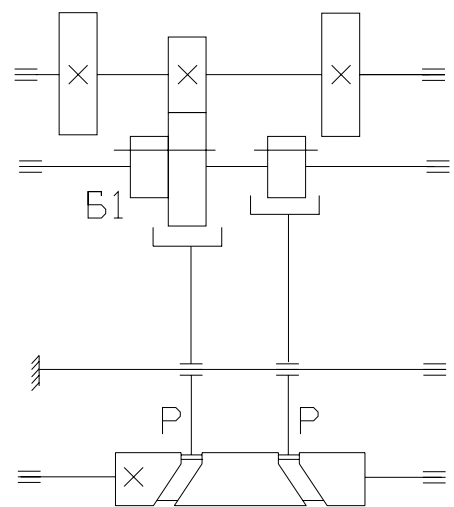
$$S = (a + b) \cdot l_1/l_2,$$

где S- величина перемещения ролика;  
(a+b) – ход блока;



$l_1, l_2$  – плечи рычага.

а)



б)

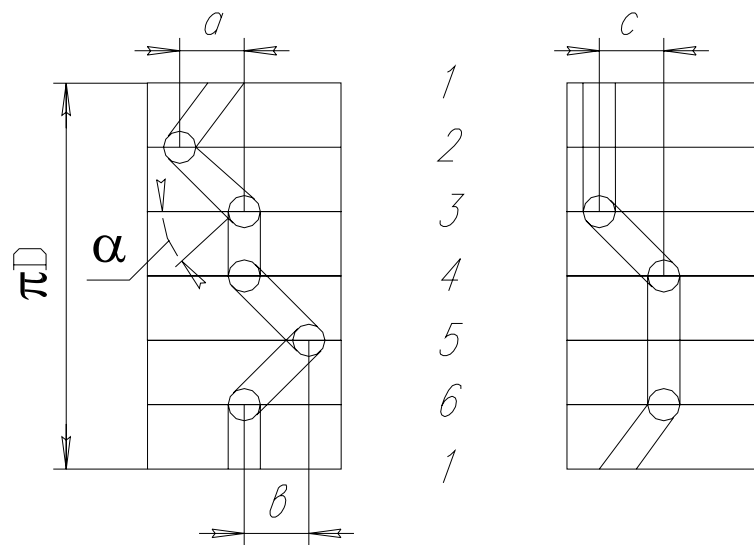


Рисунок 6 - Схемы управления последовательного действия с поступательно перемещающимися толкателями



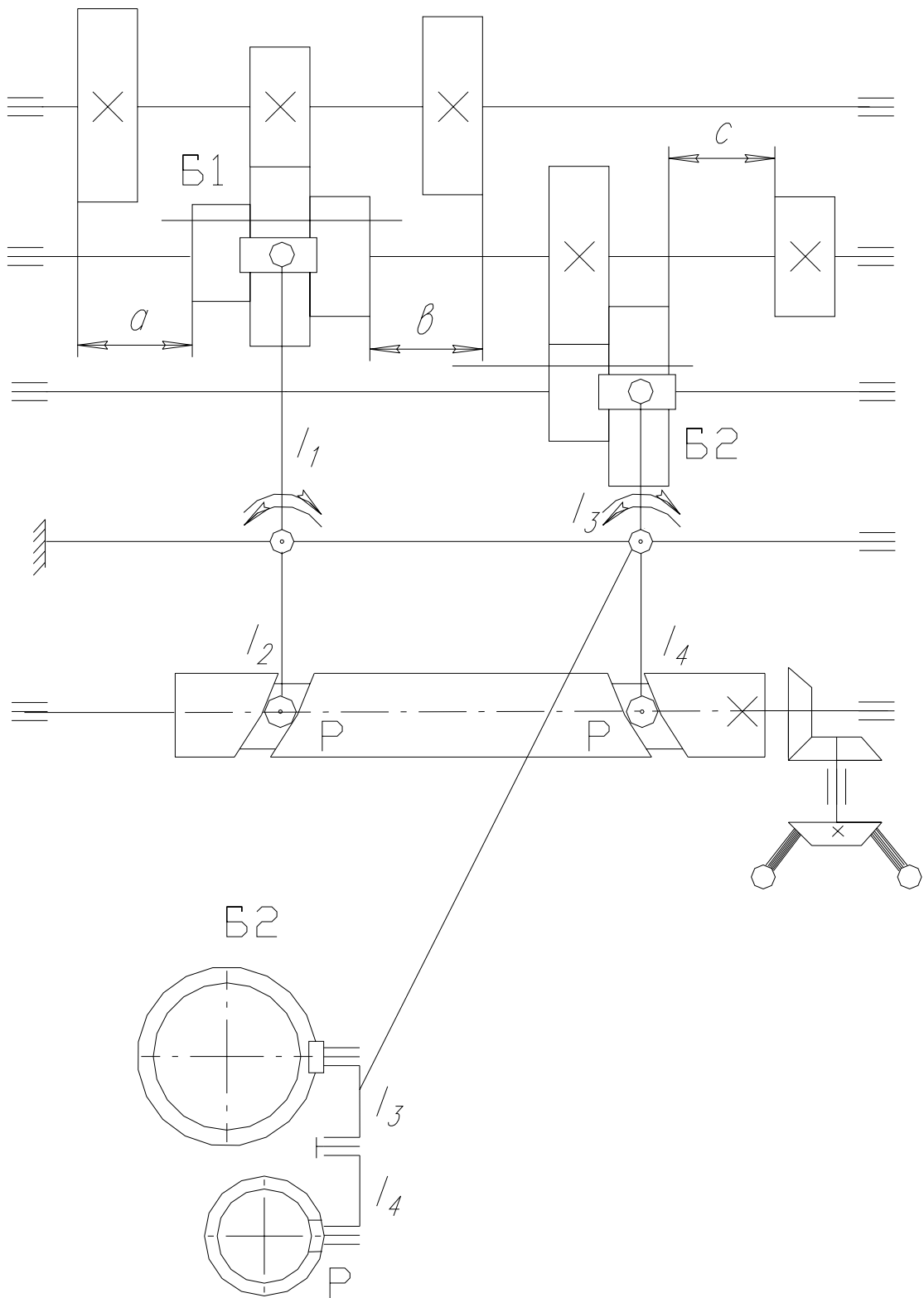
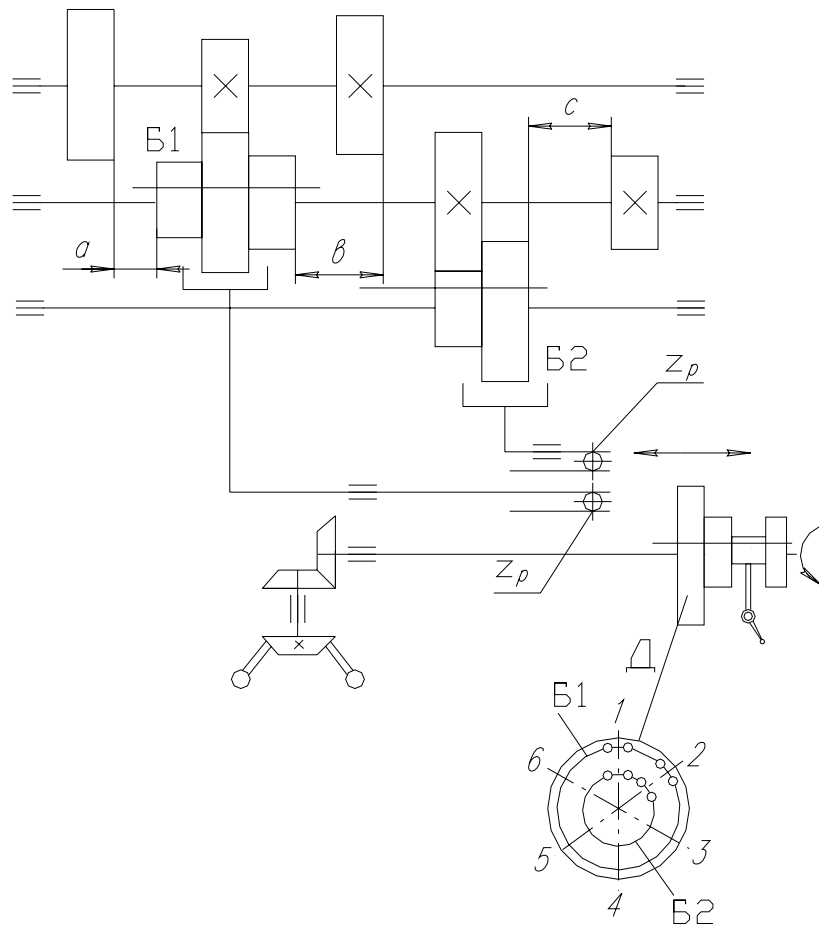
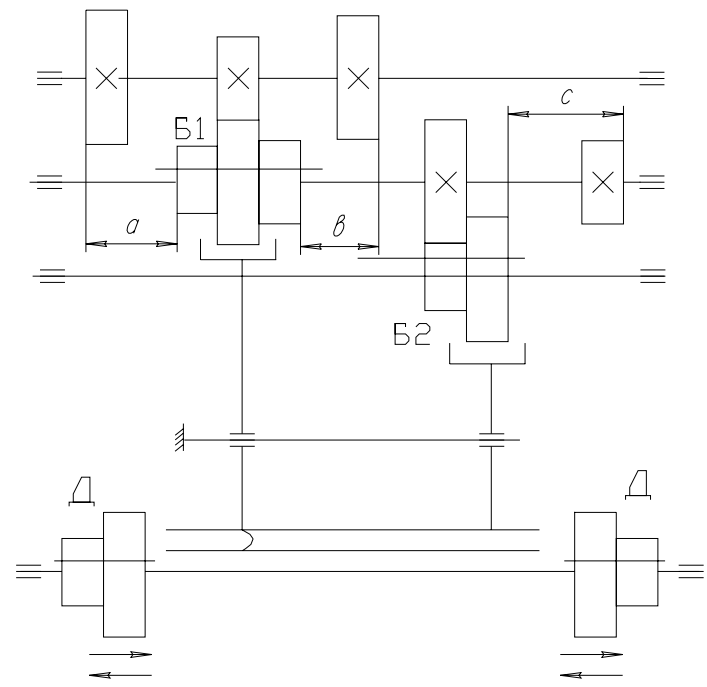


Рисунок 7 - Схемы механизмов управления последовательного действия с качающимися толкателями



а)



б)

Рисунок 8 - Схемы механизмов управления избирательного действия

Основные достоинства систем управления последовательного действия – простота конструкции и высокая надёжность в работе.

Системы управления избирательного действия сложны в изготовлении, но обеспечивают значительное удобство обслуживания.

Принцип их работы показан на [рисунке 8](#). Кроме того с конструкцией и работой такого устройства можно ознакомиться на стенде, представляющем собой элемент коробки скоростей с механизмом управления фрезерного станка. Блоки Б1 и Б2 перемещаются каждый от двух толкателей с рейками и реечным колесом между ними. На толкатели действует диск Д, который имеет вращательное и поступательное движение. При переключении диск сначала отводится влево, затем поворачивается в нужную позицию и перемещается вправо, в зависимости от расположения отверстий на торце диска толкатели перемещаются в ту или иную сторону и соответственно перемещают блоки Б1 и Б2, при этом устанавливается требуемая частота вращения шпинделя станка.

## 10 Контрольные вопросы

- 10.1 Назначение механизмов передач с передвижными блоками зубчатых колес.
- 10.2 Что такое "Кинематический замок".
- 10.3 Достоинства и недостатки механизмов передач с передвижными блоками.
- 10.4 Область применения механизмов передач в форме сменных зубчатых колёс.
- 10.5 Достоинства и недостатки механизмов передач в форме сменных зубчатых колёс.
- 10.6 Почему механизмы с встречными конусами зубчатых колёс и вытяжной шпонкой не применяют в приводах главного движения.
- 10.7 В каких целях и для чего предназначены реверсирующие механизмы.
- 10.8 Можно ли использовать косозубые или шевронные колеса в передачах с подвижными блоками.
- 10.9 Объяснить принцип работы механизмов управления последовательного действия.
- 10.10 Объяснить принцип работы механизма управления избирательного действия.
- 10.11 Объяснить работу механизмов управления приводами главного движения токарно – винторезного станка.
- 10.12 Каковы основные тенденции в развитии приводов в станках с ЧПУ.

## 11 Отчет по лабораторной работе " Типовые механизмы металлорежущих станков"

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) дату выполнения работы;
- 2) наименование лабораторной работы;
- 3) кинематическую схему для варианта зацепления зубчатых колёс коробки скоростей, обеспечивающей наименьшее число оборотов шпинделя фрезерного станка (см. Лабораторная работа №3, [рисунок 3](#));
- 4) выражение передаточного отношения через числа зубьев заданного варианта зацепления зубчатых колёс коробки скоростей фрезерного станка (см. Лабораторная работа №3, [рисунок 3](#));
- 5) тезисы, схемы, эскизы, на усмотрения самого студента;
- 6) ответить на контрольные вопросы, приведенные в [разделе 10](#)
- 7) подпись студента;
- 8) подпись преподавателя и дата приема зачета.

## Список использованных источников

- 1 Власов С.Н., Годович Г.М., Черпаков Б.И. Устройство, наладка и обслуживание металлообрабатывающих станков и автоматических линий. - М.: Машиностроение, 1983.-324с.
- 2 Чернов Н.Н. Металлорежущие станки. - М.: Машиностроение, 1988.-240с..
- 3 Голофтеев С.А. Лабораторный практикум по курсу "Металлорежущие станки": Учеб. пособие для техникумов.- М.: Высш.шк.,1991. -240 с.
- 4 Ничков А.Г. Фрезерные станки. - М.: Машиностроение, 1977. -184с.;
- 5 Барбашев Ф.А. Фрезерное дело. Учебное пособие для сред. проф.-тех.училищ. Изд.2-е. - М.: Высшая школа, 1975.- 216с.
- 6 Колев Н.С. и др. Металлорежущие станки. - М.: Машиностроение, 1980. - 486 с.
- 7 Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов. /Под ред. В.Э. Пуша – М. : Машиностроение, 1986. -256 с.
- 8 Сысоев В.И. Справочник молодого сверловщика. - М.: Профтехиздат, 1962.- 272с.
- 9 Барун В.А. Работа на сверлильных станках.: Учебное пособие для сред. проф. - тех.училищ. - М.: Профтехиздат, 1963.- 296с.
- 10 Трофимов А.М. Металлорежущие станки . – М.: Машиностроение, 1979. - 78с.