

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

Д. Л. Стасенко

## **ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОРУКОЯТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
по дисциплине «Системы управления станками»  
для студентов специальности 1-36 01 03  
«Технологическое оборудование  
машиностроительного производства»  
дневной формы обучения**

Гомель 2009

УДК 621.9.06(075.8)  
ББК 34.63-5я73  
С77

*Рекомендовано научно-методическим советом  
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 2 от 26.11.2007 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук  
*Р. И. Вечер*

С77

**Стасенко, Д. Л.**

Изучение конструкции многорукояточных механизмов управления : лаборатор. практикум по дисциплине «Системы управления станками» для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» днев. формы обучения / Д. Л. Стасенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 17 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Приведено описание конструктивных особенностей многорукояточных механизмов управления станками, применяемых промежуточных механизмов и рукояток управления

Для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» дневной формы обучения.

**УДК 621.9.06(075.8)  
ББК 34.63-5я73**

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2009

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РУЧНЫХ МНОГОРУКОЯТОЧНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ ПОДАЧ И СКОРОСТЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

**Цель работы:** Изучить конструктивные особенности, назначение и принцип действия ручных одно и многорукояточных механизмов управления металлорежущих станков.

### 1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

*1.1 Выполнить эскиз изучаемого механизма управления с указанием всех основных размеров, кинематических цепей передаточных механизмов и определить его тип, конструктивные особенности, назначение.*

Системы ручного управления условно делят на механические, гидрофицированные и электрифицированные. В механических системах управления ручное перемещение органов управления — рукояток, маховичков через передаточные механизмы передается объекту управления (муфты, скользящие блоки зубчатых колес, зажимы и т. п.). Органы ручного управления стандартизованы, хотя и отличаются достаточно большим разнообразием в зависимости от функционального назначения, требований удобства обслуживания и оформления с учетом эстетики.

В станкостроении находят применение однорукояточные и многорукояточные системы управления. Механизмы передвижения зубчатых колес или муфт конструируют по двум схемам: 1) передвижение зубчатых колес или муфт производится непосредственно рычагом, сидящим на одной оси с рукояткой управления. Эта схема очень проста и находит широкое применение в управлении коробками скоростей и подач. Однако ее применение возможно при сравнительно небольших перемещениях зубчатых колес или муфт. В противном случае при повороте рычага камень может чрезмерно отклониться от оси колеса, что приведет к нарушению нормальной работы механизма; 2) передвижение зубчатых колес или муфт выполняется вилкой, расположенной на направляющей скалке, а перемещение вилки по скалке осуществляется рычагом. Связь рычага с вилкой осуществля-

ется секторно-реечным зубчатым зацеплением или другим способом. Многорычажные системы управления применяют только для управления коробками скоростей и подач с небольшим числом переключаемых механизмов и относительно редкими переключениями, так как большое число рукояток ухудшает удобство обслуживания и увеличивает время наладки станка. Поэтому в приводах станков с большим числом элементов управления применяют однорукояточные механизмы управления, которые упрощают наладку станка и позволяют сократить до минимума количество органов управления. Для улучшения компоновки органов управления в соответствии с требованиями эргономики рукоятки управления могут быть размещены на одной оси.

На рис.1 показан пример управления перемещением тройного блока зубчатых колёс. При повороте рукоятки 12 рейки 11 и 8, связанные друг с другом регулировочной резьбовой муфтой 10 с контргайкой 9. Рейка 8 перемещается в подшипниках крышки 7 и находится в зацеплении с секторным рычагом 3, второй конец которого связан со штангой 1.

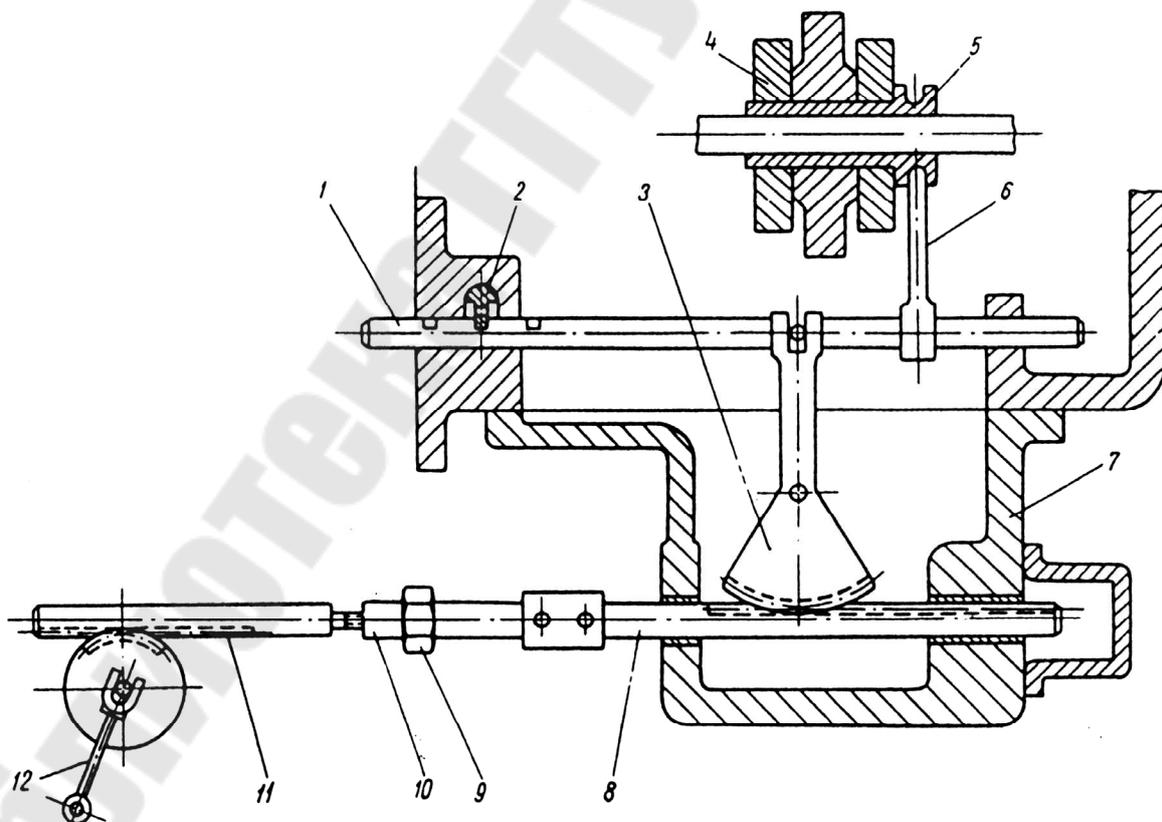


Рисунок 1. Схема управления тройным блоком шестерён.

На правом конце штанги 1 закреплена вилка 6, находящаяся в контакте с втулкой 5 блока шестерен 4. Левый конец штанги имеет три прорези для фиксации различных рабочих положений подвижного блока шестерен 4. Фиксатор 2 установлен в приливе корпуса коробки.

Механизм управления тройным и двойным зубчатыми блоками с двумя рукоятками управления 6, 8 и механизмом выключения привода изображен на рисунке 2. При переключении любого из блоков шестерен вначале автоматически включается пусковой дисковый фрикцион  $\Phi$  и производится торможение привода с помощью конического тормоза  $T$ .

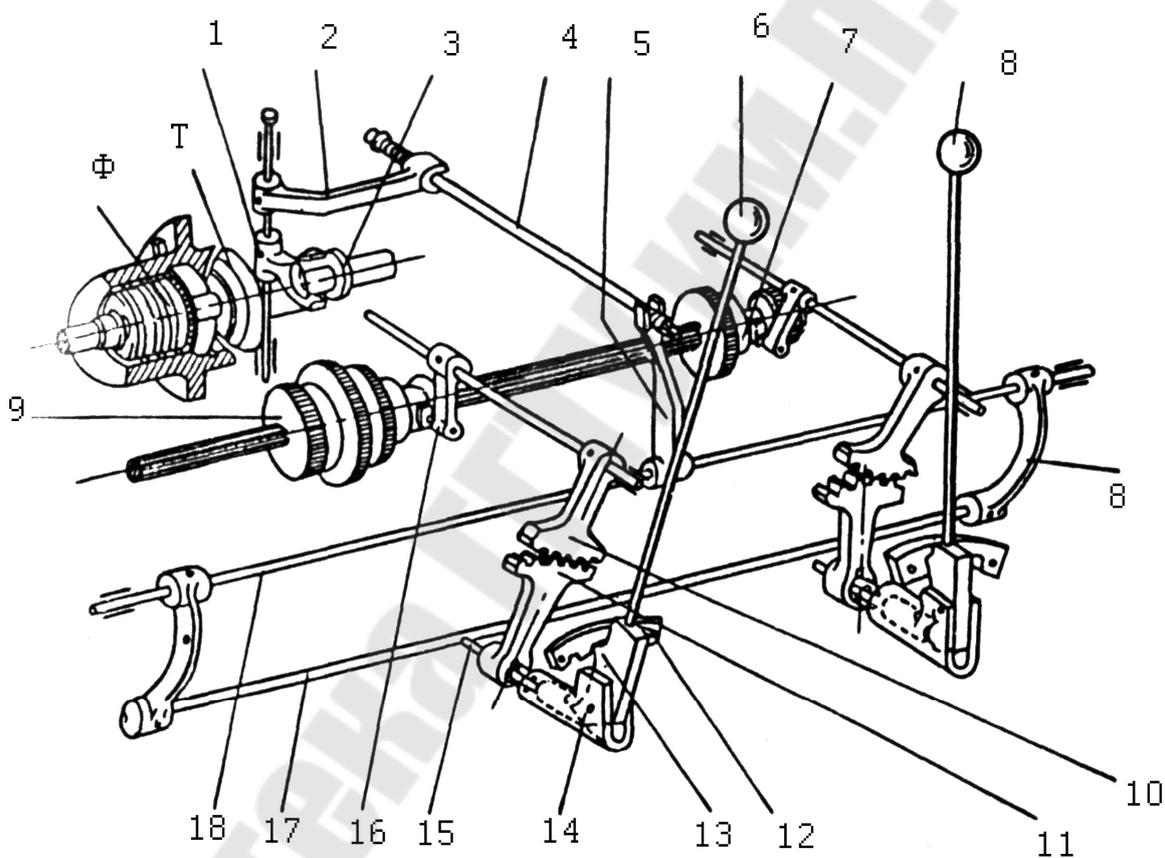


Рисунок 2. Механизм переключения скоростей

Принцип действия механизма переключения скоростей заключается в следующем. При оттягивании одной из рукояток (например, рукоятки 6) на себя выступ рычага 13 выходит из прорези фиксирующей планки 12 одновременно нижним плечом рычаг 13 перемещает вдоль оси стержень 15. Последний нажимает на штангу 17 и через коромысло 9 поворачивает вал 18. Вместе с валом 18 поворачивается местно закреплённый на нем рычаг 5, связанный тягой 4 с рыча-

гом 2. На одной оси с рычагом 2 установлена вилка 1, переключающая муфту 3, которая и производит выключение фрикциона и включение тормоза. После этого в зависимости от требуемого положения блока шестерен 19 рукоятку 6 поворачивают вправо или влево. Вместе с рукояткой поворачивается каретка 14, зубчатые секторы 11 и 10 и вилка 16 с блоком шестерен 19. После установки блока шестерен в нужное положение движением рукоятки 6 от себя вводят выступ рычага 13 в соответствующую прорезь фиксирующей планки 12. Одновременно происходит выключение тормоза и включение фрикциона. Рукоятка 8 действует аналогичным образом.

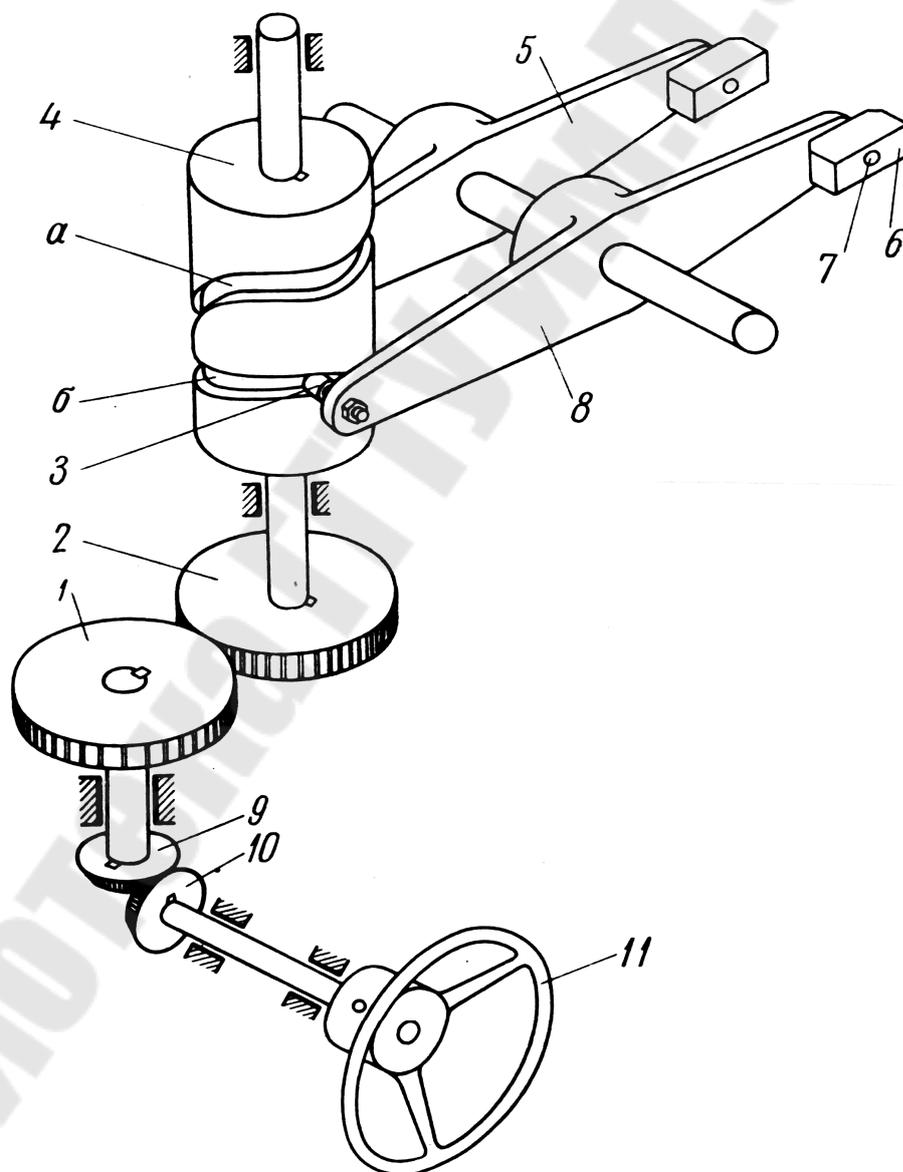


Рисунок 3. Схема механизма управления зубатым блоком и муфтой.

На рисунке 3 изображен механизм управления, который состоит из маховика 11, конической передачи 9-10, зубчатых колёс 1-2, барабана 4 с двумя криволинейными пазами *a* и *б* и рычагов 5 и 8, переключающих блок шестерен и муфту (на рисунке не показаны). На левых концах каждого из рычагов 5 и 8 имеются пальцы с роликами 3, входящими в соответствующий криволинейный паз *a* или *б* барабана 4; на правых концах рычагов, на эксцентриковых пальцах 7 насажены сухари переключения 6, входящие соответственно в кольцевые проточки блока зубчатых колес и муфты. Наличие эксцентриковых пальцев даёт возможность отрегулировать положение блока шестерен так, чтобы при его перемещении зацепление зубчатых венцов с зубьями шестерен происходило по всей длине, а ход муфты – до полного сцепления. Форма пазов *a* и *б* на барабане 4 и их взаимное расположение обеспечивают точно определенное положение блока 4. Поворот барабана осуществляется маховичком 11, расположенным на левой стенке корпуса коробки скоростей, через коническую зубчатую передачу 10-9 и шестерни 1-2. Маховичок 11 имеет три фиксированных положения: одно из них соответствует настройке на самый высокий диапазон чисел оборотов шпинделя, второе – на средний и третье – на низший диапазон. При первом положении маховичка 11 муфта включается, а блок находится в нейтральном положении; во втором и третьем положении маховичка 11 (рис. 3) муфта выключается, а блок вводится в зацепление своим верхним или нижним венцом с соответствующими шестернями.

На рисунке 4 изображен однорукояточный механизм управления с дисковым кулачком. Вращением маховика 14, закрепленного на валу 11, движение колесами 10-9-8 передается валику 17, на конце которого на шпонке установлена коническая шестерня 7. Находясь в постоянном зацеплении с зубьями диска 6, шестерня 7 сообщает ему вращательное движение. Диск 6 имеет три торцовых криволинейных паза: два из них *a* и *в* расположены с передней стороны, а третий (на рис. не виден) – со стороны зубчатого венца. В криволинейные пазы диска входят ролики 18, установленные на качающихся рычагах 3, 5 и 19. Эти рычаги при вращении диска 6 поворачиваются на определенный угол относительно своих осей в зависимости от кривизны пазов. Сухари 4, смонтированные на концах рычагов 3, 5 и 19, входят в кольцевые выточки блоков шестерен и перемещают их в требуемое положение для данной величины подачи. Диск 6 имеет по периферии 12 V-образных канавок *c*, в которые входит фиксатор 20, подпирае-

мый пружиной 2. Натяжение пружины регулируется резьбовой пробкой 1. Таким образом, диск 6 в соответствии с количеством ступеней подач имеет 12 фиксированных положений.

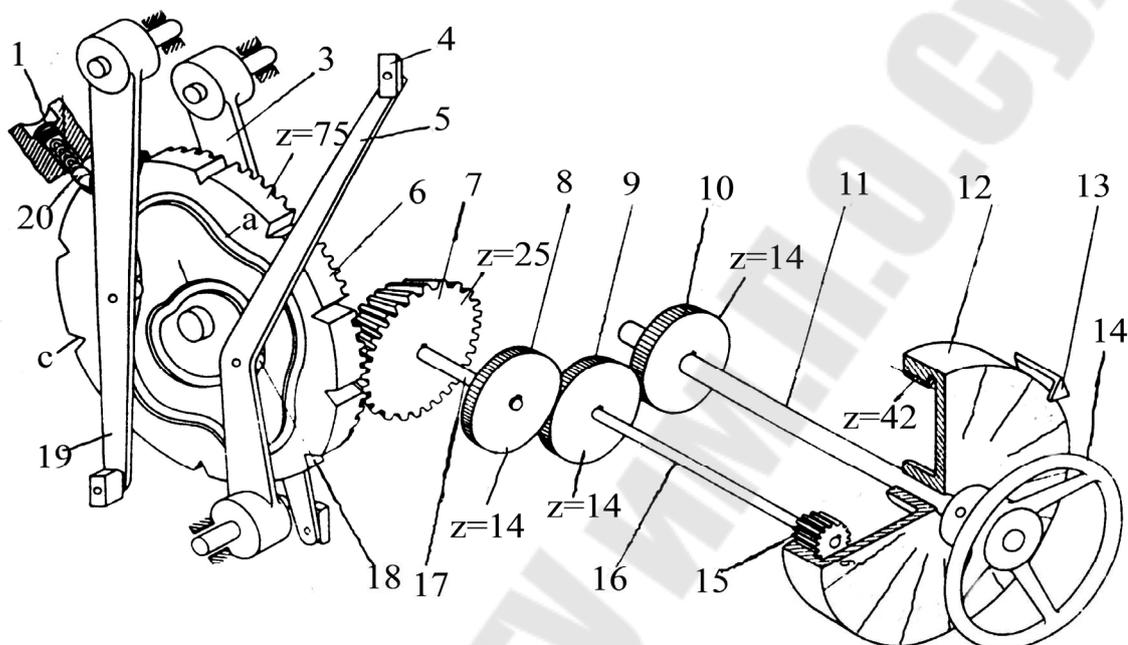


Рисунок 4. Схема однорукояточного управления с дисковым кулачком.

Из соотношения чисел зубьев цилиндрических и конических передач видно, что диск 6 сделает полный оборот за три оборота маховика 14. Указатель 12 имеет внутренние зубья, с которыми закрепляется шестерня 15, закрепленная на валу 16. Передаточное отношение передачи с внутренним зацеплением также 1:3, следовательно, одному обороту диска 6 соответствует один оборот указателя 12, на передней стенке которого нанесены цифры величин продольных подач. Стрелка 13 указывает величину продольной подачи для данного положения механизма.

На рисунке 5 изображен однорукояточный механизм управления с барабанным кулачком. Рукоятка 1 закреплена на оси 4 в барабанном кулачке 3. Последний установлен на поворотных цапфах 2 станка. Шаровой конец рукоятки 1 входит в продольный паз коромысла 5 жестко закрепленного на валу 14. На нижнем конце вала установлен на шпильке фиксирующий диск 13 с кривошипным пальцем 9. В диске имеются 4 V-образных углубления, в которых под действием пружины 11 заскакивает фиксатор 12. Резьбовая пробка 10 служит

для регулирования силы зажима на фиксатор. Кривошипный палец 9 входит в продольный паз двухплечевого рычага 8, на противоположном конце которого расположен сухарь 7. Последний входит в кольцевую выточку одного из блоков зубчатых колес. При нажатии на рукоятку 1 в направлении стрелки *A* и *B* поворачивается диск 13 с кривошипным пальцем 9. Палец поворачивает рычаг 8 обеспечивая перемещение блока в соответствующем направлении. Управление вторым блоком производится при нажатии на рукоятку 1 в направлении стрелок *C* и *D*. В этом случае на цапфах 2 поворачивается барабанный кулачок 3 и винтовым пазом в, расположенном в его нижней цилиндрической поверхности, нажимает на ролик 15, заставляя поворачиваться двухплечевой рычаг 6, несущий на конце сухарь. Этот сухарь входит в кольцевую выточку второго двойного блока зубчатых колес и обеспечивает его перемещение.

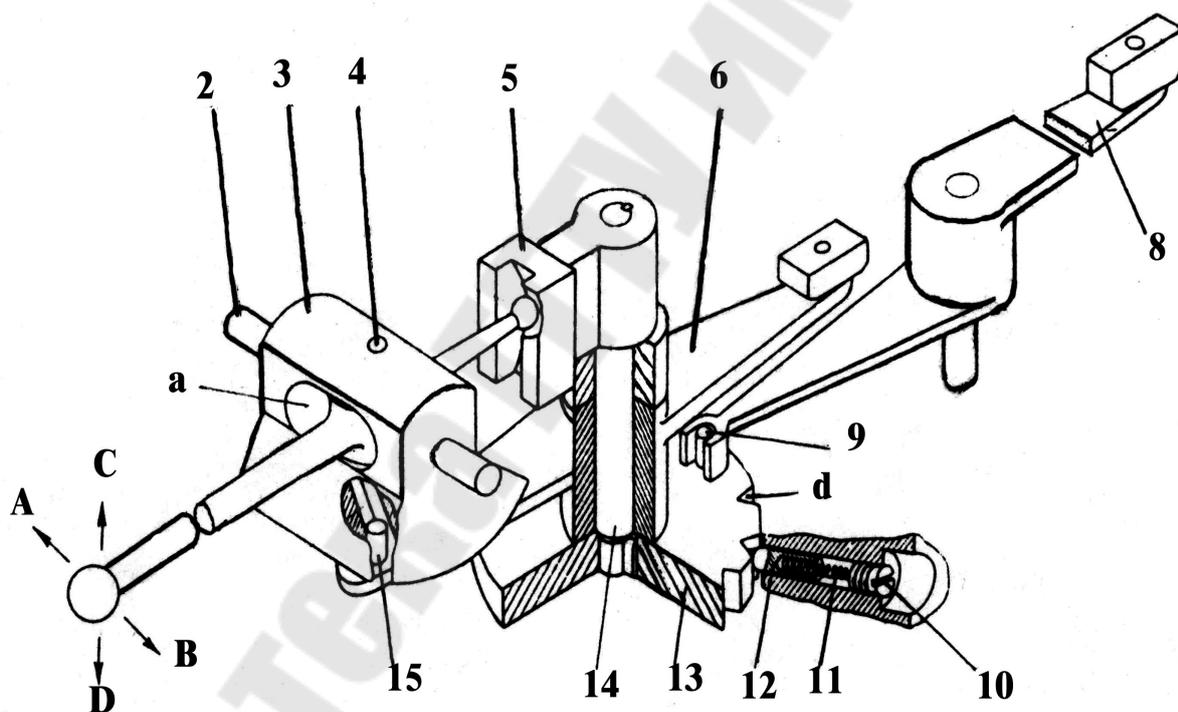


Рисунок 5. Схема одорукояточного механизма управления с барабанным кулачком.

Механизм управления зубчатыми блоками с одной рукояткой управления 1 (рис. 2) имеет следующий принцип работы. Рукоятка управления 1 вращает зубчатое колесо 2, которое передает вращение зубчатому колесу 5. На валу колеса 5 закреплен дисковый кулачок 4. В фасонный паз дискового кулачка 4 входит палец 3, соединенный с

рычагами, передающими движение ползуну с вилкой 8 которая перемещает блок зубчатых колес. В зубчатом колесе 5 жестко закреплен палец 7, который входит в паз планки ползуна 6 и при вращении колеса 5 передвигает двойной блок вдоль вала II

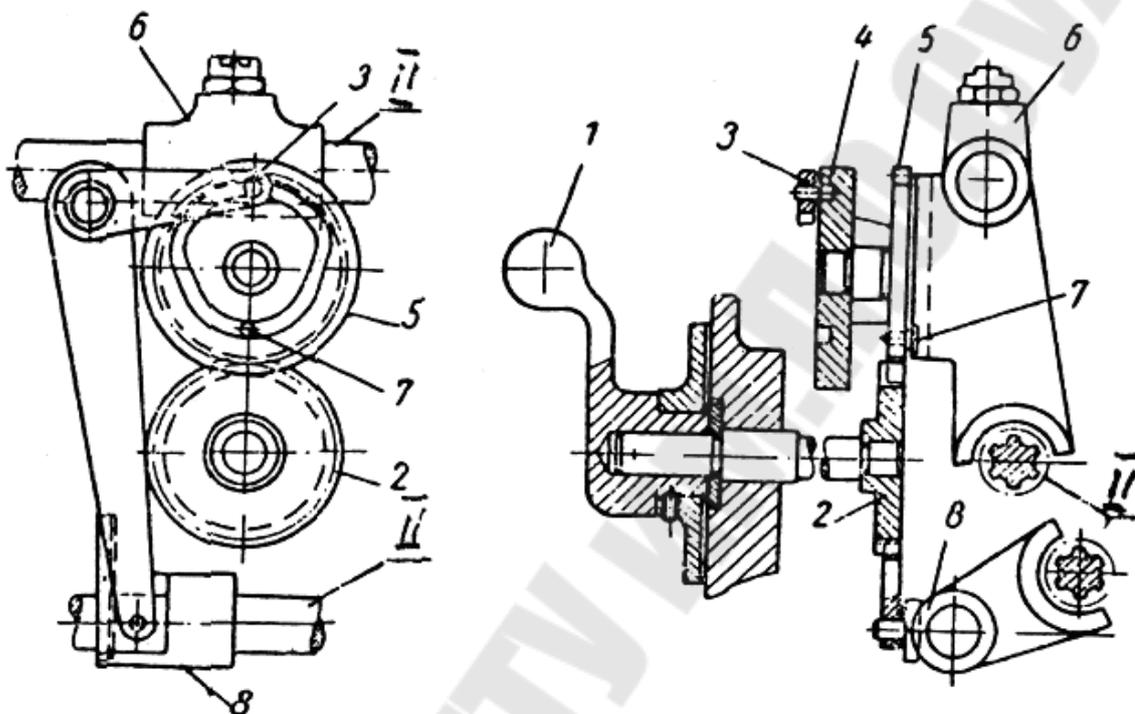


Рисунок 6. Однорукояточный механизм управления с дисковым кулачком и переводными вилками.

На рисунке 7 изображен механизм управления приводом главного движения токарного станка. Вращение от электродвигателя 1, через ременную передачу 2 и муфту включения 3 передается на вал 5, на котором расположен блок из трех шестерен 7, 8, 9, с помощью речной передачи связанный с рукояткой управления 17. Рукояткой 17 блок шестерен вводится в зацепление с зубчатым колесом 4 (или 10, или 11), жестко закрепленным на валу 6. Колеса 4 и 12 сопряжены соответственно с колесами 15 и 16, которые передают крутящий момент шпинделю через зубчатую муфту 14, соединенную с рукояткой управления 18. Если рукоятку 18 повернуть вправо муфта также передвинется вправо и шпиндель получает вращение через зубчатое колесо 16, а если влево – через зубчатое колесо 15. Таким образом обеспечивается управление тройным блоком зубчатых колес и двухсторонней кулачковой муфтой от двух соосно установленных рукояток.

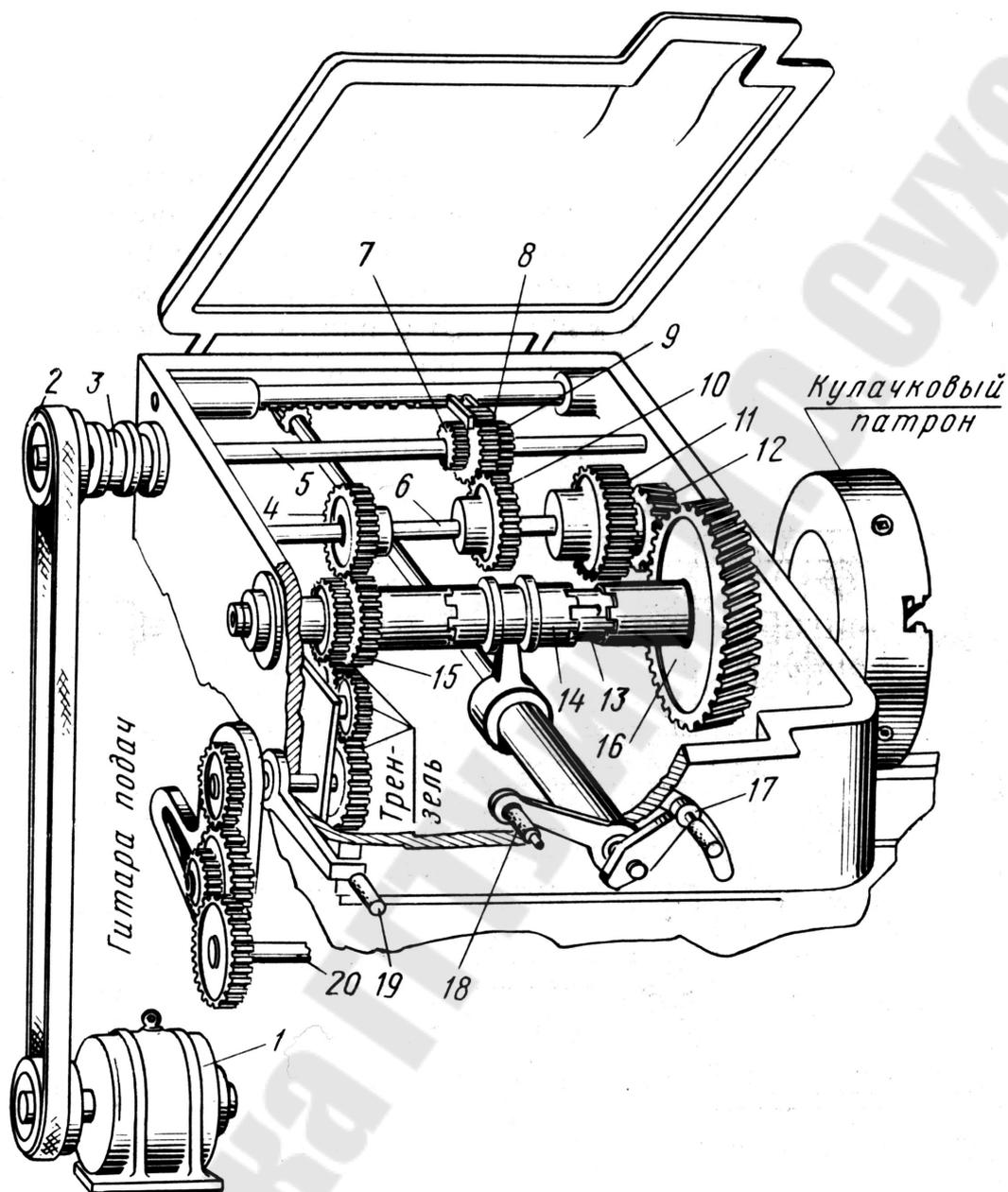


Рисунок 7. Механизм управления блоком зубчатых колес и муфтой с соосным расположением рукояток

Принцип работы изображенного на рисунке 8 механизма управления заключается в следующем. Вместе с валом 14 на опорах 15 вращается и имеет возможность перемещаться вдоль него зубчатое колесо 11 с рычагом 10. На одном конце рычага 10 вращается закрепленное на оси зубчатое колесо 12, сопряженное с зубчатым колесом 11, а на другом – расположена рукоятка управления 9. При перемещении рукоятки 9 рычаг 10 перемещается вдоль вала 14 и может занимать любое из десяти положений соответствующих числу зубчатых

колес в механизме 1 Нортон. В каждом из таких положений рычаг 10 поворачивается рукояткой 9 и удерживается штифтом, который входит в соответствующие отверстие на передней стенке 7. При этом зубчатое колесо 12 входит в зацепление с соответствующим зубчатым колесом 13 механизма 1, вращающего вал 2 с заданной частотой. Вместе с валом 2 вращается зубчатое колесо 3, которое может перемещаться вдоль него отдельной рукояткой. При перемещении вправо зубчатое колесо 3 с помощью кулачковой муфты 4 соединяется с ходовым винтом 5 и передает ему вращательное движение, а при перемещении влево – входит в зацепление с зубчатым колесом 8 и передает вращательное движение валу 6.

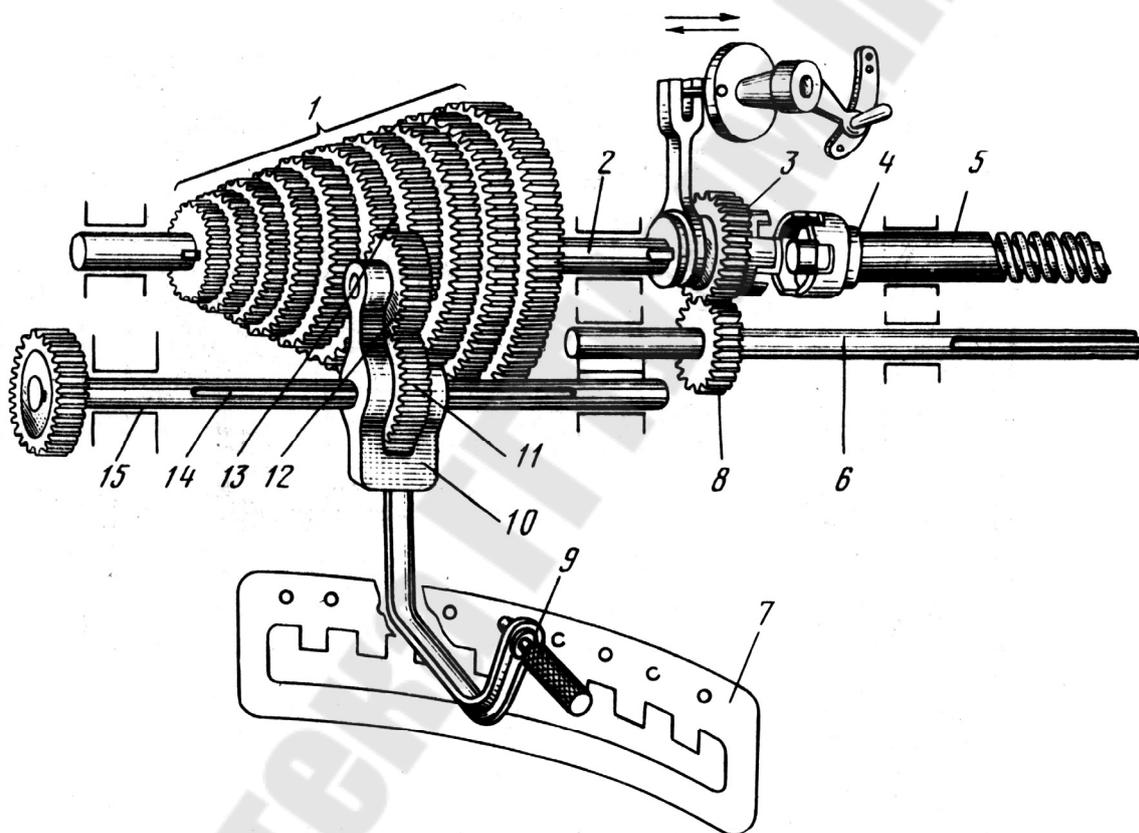


Рисунок 8. Механизм управления механизмом Нортон

1.2. *Определить углы поворота заданной рукоятки управления и углы поворота рычага управления и величину хода вилки (управляемого элемента).*

Углы поворота рукоятки управления и управляющего рычага измеряются рычажным угломером. При этом необходимо располагать

его в центр оси вращения и измерения выполнять при перемещении зубчатого блока до полного совмещения с сопрягаемым зубчатым колесом или на полный ход полумуфты.

*1.3. Рассчитать углы поворота рукоятки управления и сравнить с измеренными значениями.*

Расчет угла поворота рычага управления выполняется в зависимости от величин осевого перемещения подвижного блока зубчатых колес или полумуфты и радиуса  $R$  его поворота. Расчет угла поворота рукоятки управления выполняется произведением угла поворота рычага управления на передаточное отношение вспомогательных передаточных механизмов, которое определяется по их геометрическим размерам, измеренным при выполнении пункта 1.1. При выполнении расчета угла поворота управляющего рычага необходимо учитывать, что ось вала находится ниже оси закрепления переводного камня на величину  $a$  (рис. 9), которая может быть определена по следующей зависимости:  $a = A - R$ , где  $A$  – межосевое расстояние между осью качания управляющего рычага и осью управляемого элемента привода станка.

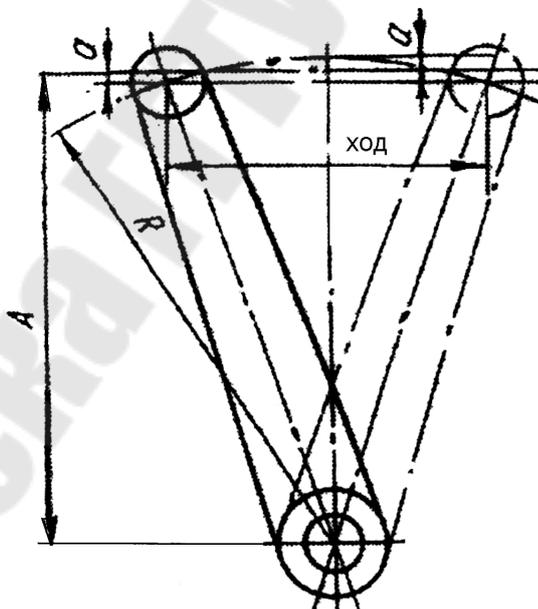


Рисунок 9. Схема к расчету угла поворота рычага

*1.4. Изучить конструкцию рукоятки, определить способ фиксирования элементов, указать достоинства и недостатки, а также изобразить кинематическую схему управляемых элементов привода и построить его структуру.*

При выполнении данного пункта необходимо четко определить сколько положений занимает рукоятка управления и каким элементом она управляет. При изображении кинематической и структурной схем необходимо руководствоваться ранее определенными значениями управляемых элементов в п. 1.1, 1.2.

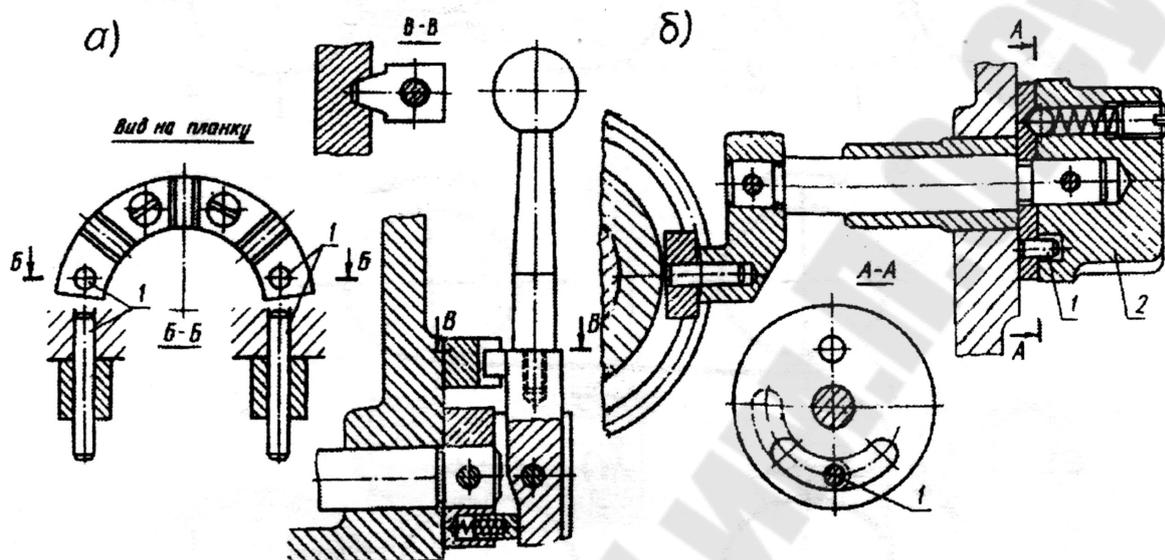


Рисунок 10. Конструкция рукояток с фиксатором и штифтовым ограничителем. 1- штифт ограничитель, 2 – рукоятка.

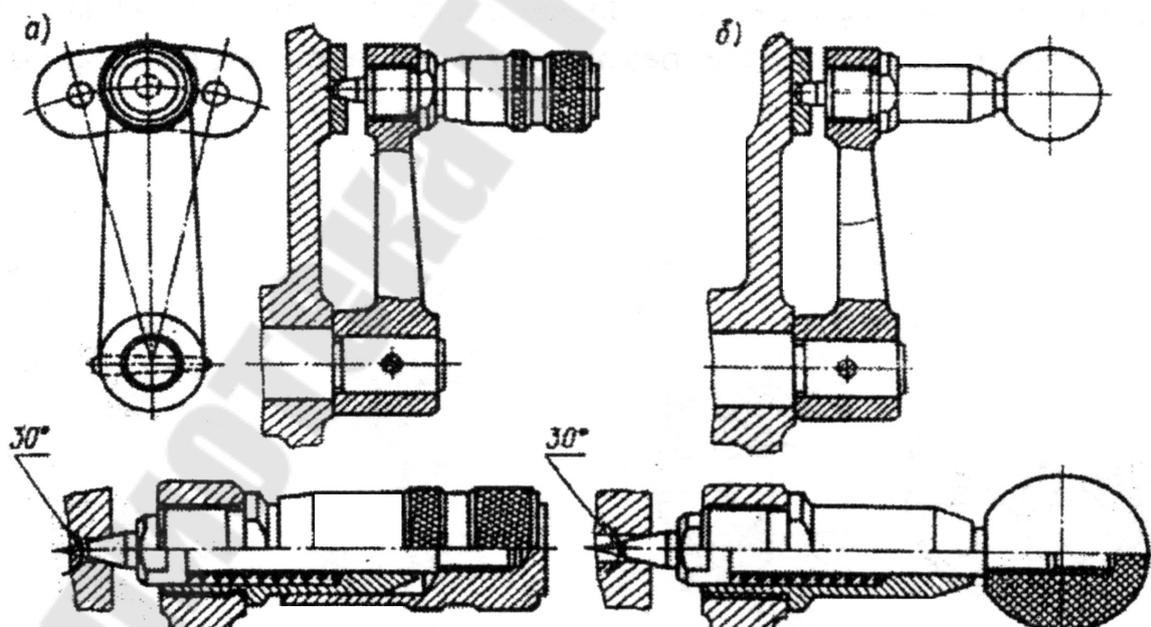


Рисунок 11. Конструкции рукояток с вытяжным фиксатором

Фиксирующие устройства чаще всего располагаются непосредственно на рукоятке управления (рис. 10 - 12), однако в тех случаях когда рукоятка управления имеет достаточно много фиксированных положений (однорукояточный механизм управления) фиксирующие устройства могут располагаться на управляемом элементе привода (рис. 13). Основным недостатком фиксаторов с шариком является ненадежное фиксирование положения, поэтому для обеспечения полного перемещения управляемых механизмов применяются ограничители ходов в виде штифтов (рис. 10 б), фиксаторы на управляемых элементах (рис. 13) и устройства с вытяжным фиксатором (рис. 10 а, рис. 12). Засверловка отверстий под шарик может быть выполнена на отдельных закрепленных к корпусу пластинах (рис. 10 б, рис. 12 б, в) или непосредственно на поверхности стенки корпуса (рис. 10 а, рис. 12 а).

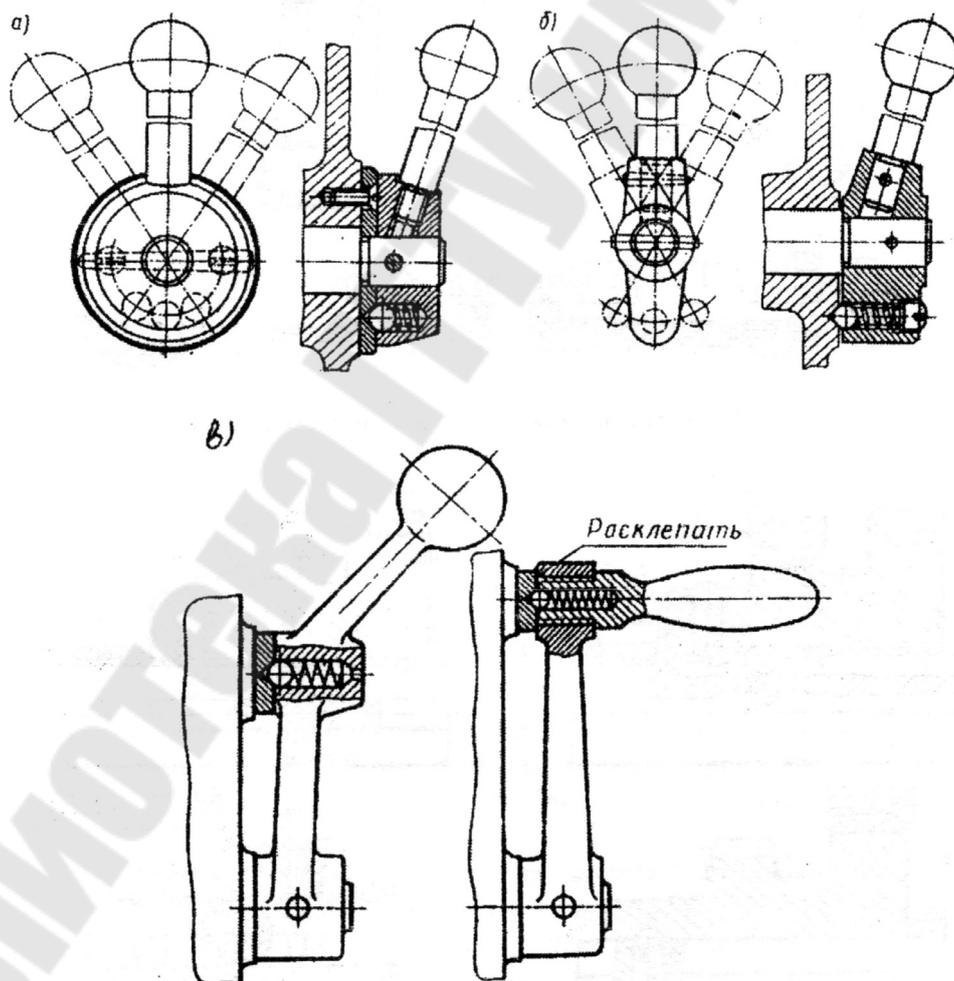


Рисунок 12. Конструкции рукояток управления с шариковым фиксатором.

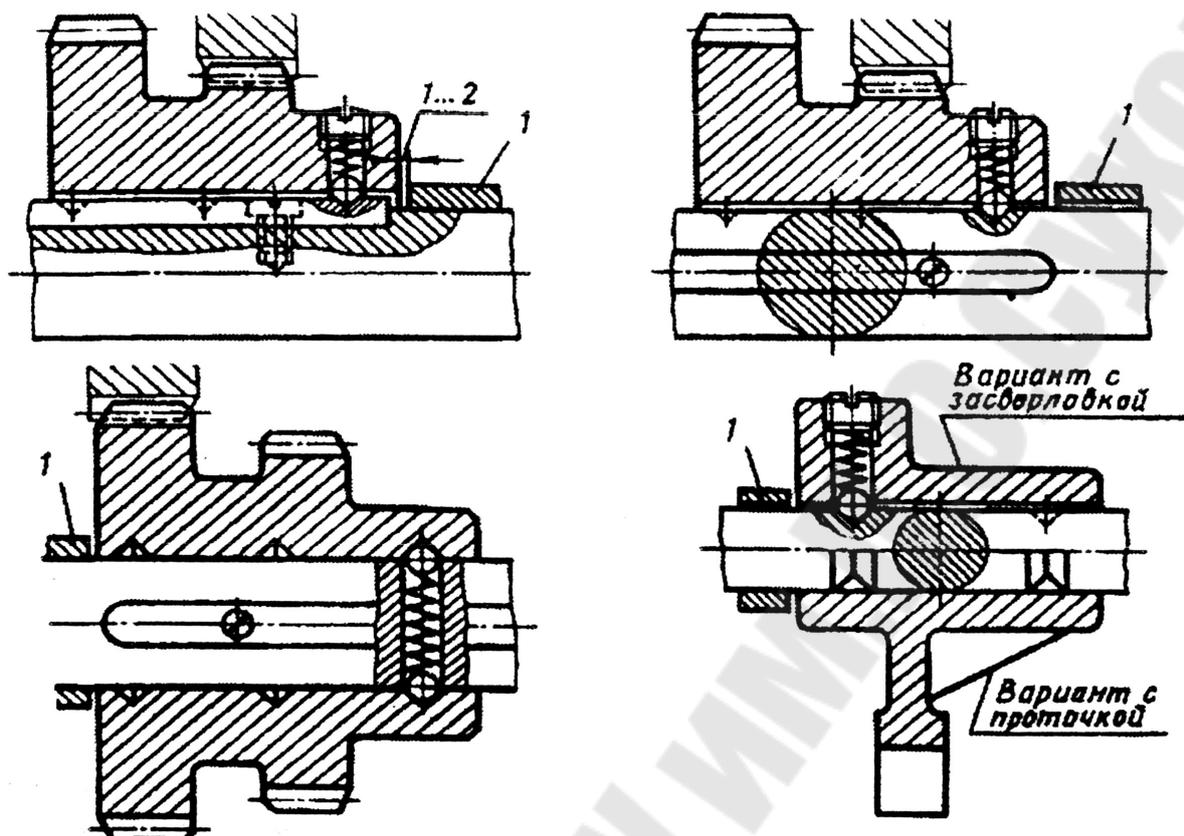


Рисунок 13. Конструкции фиксаторов расположенных на управляемом элементе. 1 – ограничительная втулка.

## 2. СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Порядок выполнения работы
4. Краткие сведения о конструкции рассматриваемого механизма управления и соответствующие эскизы с указанием основных геометрических размеров.
5. Расчет углов поворота заданной рукоятки управления и углов поворота рычага управления и величин хода вилки (управляемого элемента).
6. Эскиз конструкции рукоятки управления с указанием способа фиксации.
7. Кинематическая и структурная схема управляемого механизма.
8. Выводы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Metallорежущие станки / Под ред. В. Э. Пуша. - М.: Машиностроение, 1986, -575 с.
2. Metallорежущие станки и автоматы / Под ред. А. С. Проникова. М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
3. Кучер И. М. Metallорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1970. – 719 с.
4. Проников А. С. Расчет и конструирование metallорежущих станков. Изд. 2-е. – М.: Высшая школа, 1968. – 431 с.

**Стасенко Дмитрий Леонидович**

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ  
МНОГОРУКОЯТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ  
УПРАВЛЕНИЯ**

**Лабораторный практикум  
по дисциплине «Системы управления станками»  
для студентов специальности 1-36 01 03  
«Технологическое оборудование  
машиностроительного производства»  
дневной формы обучения**

Подписано в печать 01.06.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 0,8.

Изд. № 2.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе  
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.