

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Иркутская государственная сельскохозяйственная академия**

Кафедра «Технический сервис и общеинженерные дисциплины»

С. В. Агафонов, М. В. Охотин

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Учебно-методическое пособие

Иркутск 2014



УДК 620.22+621.7./9+621.9.06

А 235

Агафонов С. В., Охотин М. В.

А 235 Материаловедение и технология конструкционных материалов. Основные механизмы металлорежущих станков : учеб. – метод. пособие. – Иркутск : Изд-во ИрГСХА, 2014. – 57 с.

Рекомендовано к печати научно-методическим советом инженерного факультета Иркутской государственной сельскохозяйственной Академии (протокол № 5 от 30 января 2014 г.).

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент **П. И. Ильин**, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения» инженерного факультета ФГБОУ ВПО Иркутской государственной сельскохозяйственной Академии;

кандидат технических наук, доцент **Н. Г. Филиппенко**, кафедра «Технологии ремонта транспортных средств и материаловедения» факультета «Транспортные системы» ФГБОУ ВПО Иркутского государственного университета путей сообщения.

Приведены условные обозначения основных элементов металлорежущих станков по ГОСТ 2.770-68, передачи и приводы применяемые в станках, передаточные механизмы приводов. Приведены немые типовые приводы и механизмы для самостоятельного изучения.

Учебно-методическое пособие подготовлено на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта и программы дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», предназначено для бакалавров обучающихся по направлениям подготовки 110800 - «Агроинженерия» очной и заочной формы обучения, 051000 - «Профессиональное обучение», 190600 - «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» в качестве пособия к лабораторно-практическим занятиям и для самостоятельной работы.

© Агафонов С.В., Охотин М.В., 2014

© Издательство ИрГСХА, 2014

1 ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1 Изучение условных обозначений элементов кинематических схем.
- 2 Изучение некоторых механизмов, встречающихся в конструкциях металлорежущих станков.
- 3 Самостоятельно изучить и показать на немых типовых механизмах соответствующими условными обозначениями способы закрепления элементов приводов (механизмов) на валах, стрелками указать направление их вращения – приложения: А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З.

ОТЧЕТНОСТЬ

- 1 Начертить и подписать условные обозначения элементов кинематических схем по ГОСТ 2.770-68.
- 2 Начертить схемы нижеперечисленных механизмов, кратко описать принцип действия и их назначение, дать формулы подсчета чисел оборотов:
 - ступенчатошкивная передача;
 - передача цилиндрическими зубчатыми колёсами;
 - механизм бесступенчатого регулирования скоростей;
 - кулисный механизм;
 - реверсивный механизм с коническими зубчатыми колёсами и кулачковой муфтой;
 - реверсивный механизм с цилиндрическими колёсами;
 - механизм с накидным зубчатым колесом;
 - механизм с вытяжной шпонкой;
 - храповой механизм;
 - кулачковый механизм регулирования периодической подачи станка модели 7Б35.

2 ПРИВОДЫ И ПЕРЕДАЧИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНКАХ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Совокупность механизмов, передающих движение от источника движения (электродвигателя) к рабочим органам станка (шпинделю, суппорту, столу), называется *приводом*.

В металлорежущих станках применяют индивидуальный привод, т. е. каждый станок приводится в движение от одного электродвигателя, либо от нескольких. В последнем случае различают приводы *главного движения, подачи и вспомогательных движений*.

Для передачи движения от электродвигателя к ведущему валу рабочего узла используют ременную, цепную или зубчатую передачи.

Часто электродвигатель крепят непосредственно к станине или корпусу узла станка к заранее предусмотренному конструкцией месту – фланцевый электродвигатель. Движение от электродвигателя передается в этом случае через зубчатую или червячную передачу. Иногда в станках применяют встроенные электродвигатели. В этом случае ротор электродвигателя одновременно служит шпинделем станка.

Приводы станков бывают со ступенчатым и бесступенчатым регулированием частоты вращения шпинделя и величины подач. Приводы со ступенчатым регулированием выполняют в виде короб передач с зубчатыми колёсами, обеспечивающих получение определенного ряда значений частоты вращения или подач.

Системы бесступенчатого регулирования позволяют плавно изменять частоту вращения шпинделя и величины подач в определённых пределах, что обеспечивает возможность работы на расчетном режиме резания.

Передачей называют механизм, передающий движение от одного элемента к другому (с вала на вал) или преобразующий одно движение в другое (вращательное в поступательное).

Они могут быть зубчатыми цилиндрическими, зубчатыми коническими, ременными, цепными, червячными, реечными, винтовыми.

В передаче элемент, *передающий* движение, называют **ведущим**, а элемент, *получающий* движение – **ведомым**.

Каждая передача характеризуется передаточным отношением.

Передаточным отношением называют число, показывающее, во сколько раз частота вращения ведомого элемента меньше или больше частоты вращения ведущего элемента

$$i = \frac{n_{\text{ВМ}}}{n_{\text{ВЩ}}} = \frac{n_2}{n_1},$$

где i – передаточное отношение передачи;

$n_{\text{ВМ}}$ (n_2) – частота вращения ведомого вала, об/мин;

$n_{\text{ВЩ}}$ (n_1) – частота вращения ведущего вала, об/мин.

Ремённая передача

Ремённая передача (рисунок 1) осуществляется плоскими, клиновидными или зубчатыми ремнями через шкивы, закреплённые на ведомом и ведущем валах.

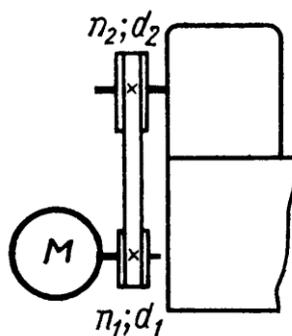


Рисунок 1 – Ремённая передача

Оба шкива ремённой передачи вращаются в одну сторону. Частота вращения ведомого шкива может быть больше или меньше частоты вращения ведущего в зависимости от диаметров шкивов.

Передаточное отношение передачи

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2},$$

откуда число оборотов ведомого вала

$$n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2},$$

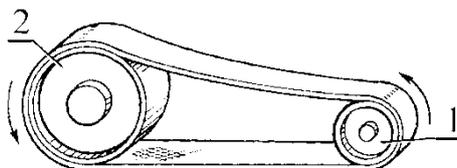
или число оборотов ведущего вала

$$n_1 = \frac{n_2 d_2}{d_1},$$

где d_1 и d_2 – диаметры шкивов ведущего и ведомого валов, мм.

Скольжение ремня, относительно поверхностей шкивов, учитывают вводя поправочный коэффициент, равный $\eta_p = 0,970 - 0,985$.

Плоский ремень (непрерывная лента из синтетических материалов или из прорезиненной ткани) обеспечивает плавную (без толчков и шума) передачу движения (рисунок 2), предохраняет механизмы станков от возможных перегрузок (вследствие проскальзывания ремня по поверхности шкивов), позволяет соединять шкивы, расположенные на значительном расстоянии друг от друга.



1 – ведущий шкив; 2 – ведомый шкив

Рисунок 2 – Плоскоремённая передача

Клиновидные ремни (рисунок 3) имеют трапецеидальную форму поперечного сечения и располагаются на шкивах в кольцевых канавках, имеющих такую же форму сечения.

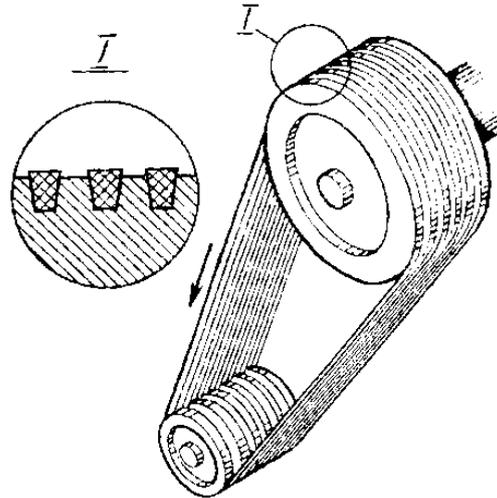


Рисунок 3 – Клиноремённая передача

Зубчатый ремень (рисунок 4) обеспечивает передачу движения между ведущим и ведомым шкивами без проскальзывания, благодаря наличию на внутренней поверхности ремня поперечных зубьев, входящих в зацепление с соответствующими зубьями на шкивах.

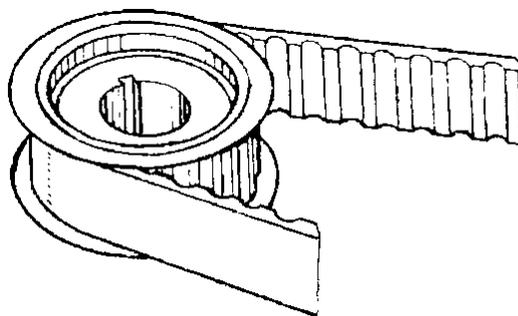


Рисунок 4 – Передача зубчатым ремнём

Цепная передача

Цепная передача (рисунок 5) осуществляется втулочно-роликовой, или зубчатой цепью, соединяющей звездочки, закреплёнными на ведомом и ведущем валах.

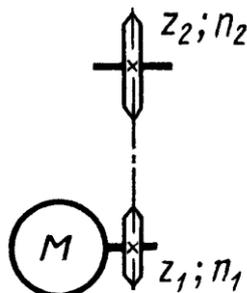


Рисунок 5 – Цепная передача

Передаточное отношение передачи

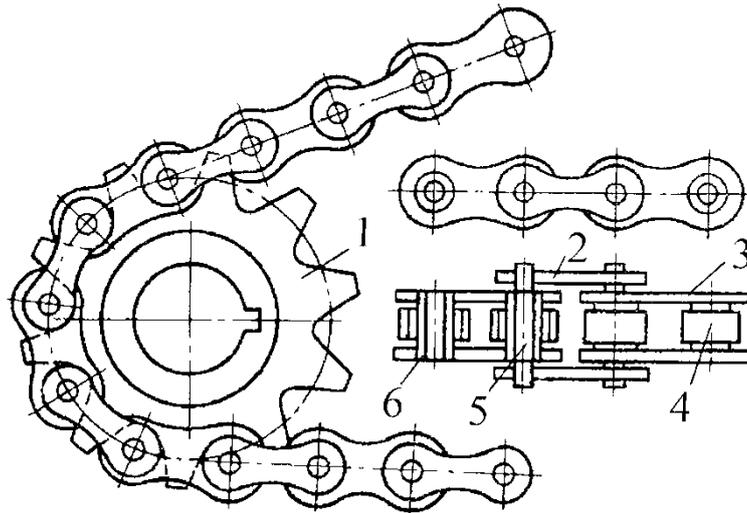
$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2},$$

где z_1 и z_2 – числа зубьев ведущей и ведомой звездочек.

Цепная передача служит для изменения частоты вращения при передаче движения от ведущего вала к ведомому, расположенным на значительном расстоянии друг от друга. В отличие от ремённых, цепные передачи работают при меньших окружных скоростях и передают значительные мощности без проскальзывания.

Цепная передача с втулочно-роликовой цепью (рисунок 6) состоит из звёздочек 1, насаженных на ведущий и ведомый валы и соединённых втулочно-роликовой цепью.

Внутренние 3 звенья цепи соединены втулкой 6, на которой свободно вращается ролик 4. Наружные 2 звенья цепи соединены осью 5, относительно которой могут поворачиваться внутренние звенья.



1 – звёздочка; 2 – наружное звено цепи;
3 – внутреннее звено цепи; 4 – ролик; 5 – ось; 6 – втулка

Рисунок 6 – Цепная передача с втулочно-роликовой цепью

Звёздочки могут быть соединены также зубчатой цепью (рисунок 7), которая передаёт большую мощность по сравнению с втулочно-роликовой и работает при бóльших окружных скоростях и с меньшим шумом.

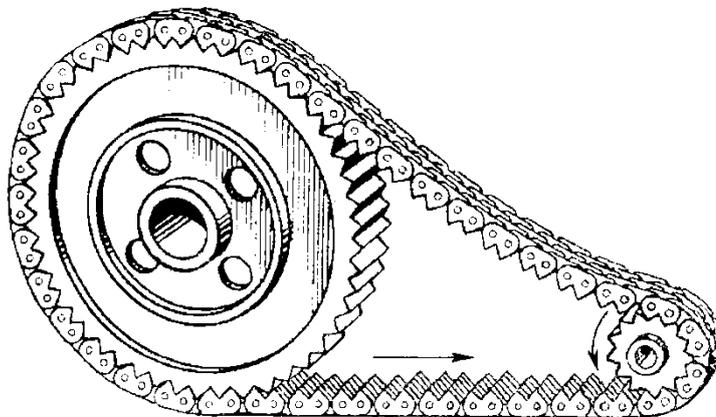


Рисунок 7 – Цепная передача с зубчатой цепью

Зубчатые передачи

В зависимости от взаимного расположения валов различают зубчатые передачи: *цилиндрические, конические, червячные, реечные и винтовые.*

Цилиндрические передачи служат для осуществления вращения между параллельно расположенными валами и применяются, например, в коробках скоростей, механизмах подач и т. д.

Зубья у колес таких передач могут быть прямые, косые или шевронные (рисунок 8).

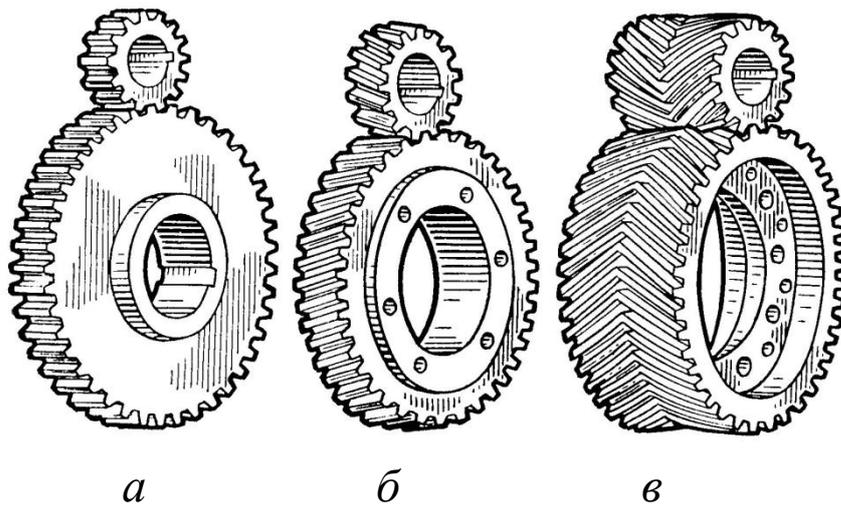


Рисунок 8 – Зубчатые цилиндрические передачи:
a – с прямыми зубьями; *б* – с косыми зубьями;
в – с шевронными зубьями

Конические передачи применяют для передачи вращения между валами, имеющими пересекающиеся оси. Зубья у колес таких передач могут быть прямые, косые или криволинейные (рисунок 4).

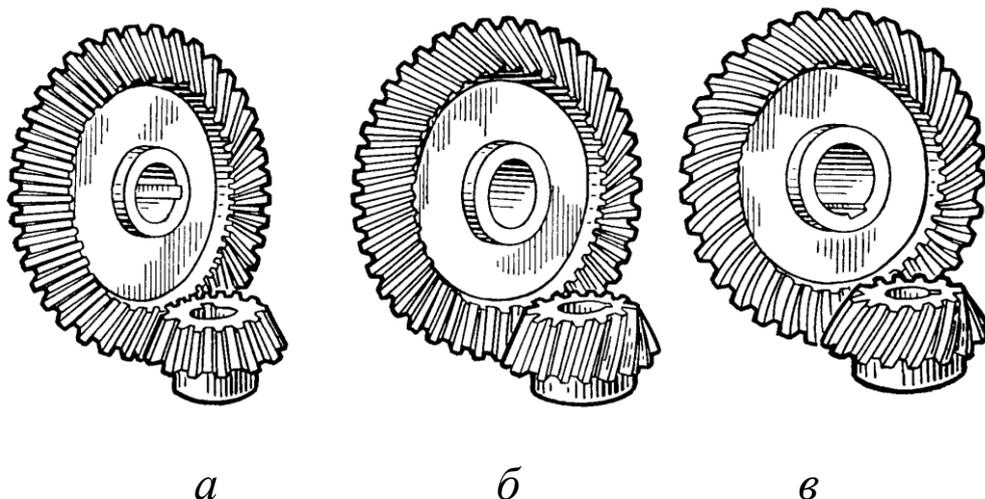


Рисунок 9 – Зубчатые конические передачи:
a – с прямыми зубьями; *б* – с косыми зубьями;
в – с криволинейными зубьями

Передаточное отношение i пары сцепляющихся колес цилиндрических (рисунок 10) или конических передач определяют по формуле

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2},$$

а число оборотов ведомого вала по формуле

$$n_2 = n_1 \frac{z_1}{z_2},$$

где z_1 и z_2 – числа зубьев ведущего и ведомого зубчатых колес;
 n_1 и n_2 – числа оборотов ведущего и ведомого колес.

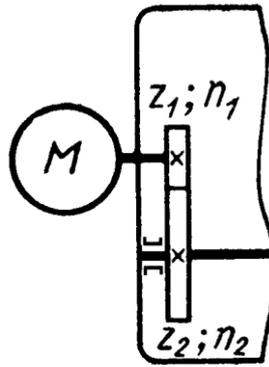


Рисунок 10 – Зубчатая передача

Червячные передачи служат для осуществления вращения между скрещивающимися валами. В зависимости от формы червяка различают червячные передачи с цилиндрическим червяком (рисунок 11) и глобоидным.

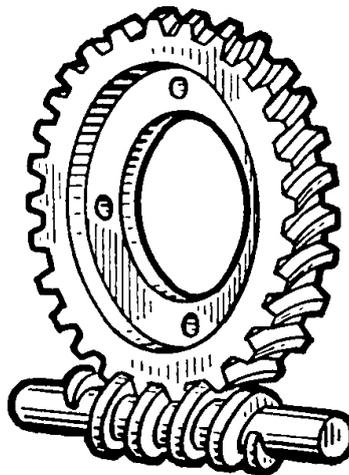


Рисунок 11 – Червячная передача с цилиндрическим червяком

Червячная передача (рисунок 12) состоит из червяка (винта) и червячного зубчатого колеса и предназначена для снижения частоты вращения ведомого вала, если ведущим является червяк.

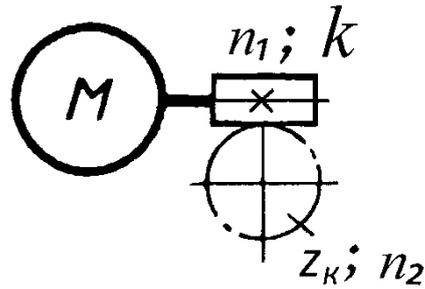


Рисунок 12 – Червячная передача

Если червяк имеет k заходов, а число зубьев червячного колеса равно Z , то передаточное отношение передачи

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{k}{z_k}$$

Реечная передача применяется в станках, например, для перемещения кареток суппортов, столов. Зубья у колеса и рейки такой передачи могут быть прямые (рисунок 13), косые или шевронные.

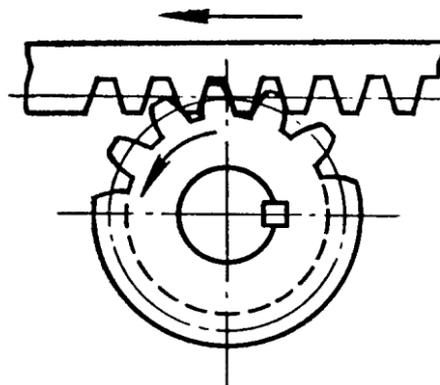


Рисунок 13 – Реечная передача с прямыми зубьями

Реечная передача (рисунок 14) преобразует вращательное движение реечного зубчатого колеса или червяка в поступательное движение зубчатой рейки.

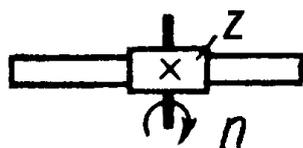


Рисунок 14 – Реечная передача

Если реечное зубчатое колесо имеет Z зубьев, а модуль реечного колеса и рейки равен m , мм, то за 1 оборот реечного колеса рейка перемещается на величину S , мм, равную

$$S = \pi \cdot m \cdot z$$

Винтовая передача (рисунок 15) состоит из винта и гайки и служит для преобразования вращательного движения винта в поступательное движение гайки.

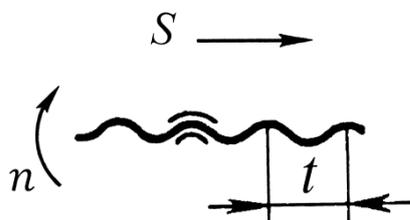


Рисунок 15 – Винтовая передача

Если шаг резьбы винта равен t , мм, число заходов резьбы равно k , то за 1 оборот ходового винта гайка переместится в осевом направлении на величину S , мм

$$S = t \cdot k$$

3 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ

Различные модели металлорежущих станков отличаются друг от друга по основным размерам, устройству отдельных узлов, по виду привода, по способам изменения чисел оборотов и подачи и другим признакам.

Понять устройство станка помогают особые условные чертежи, называемые *кинематическими схемами* станков. Эти схемы дают полное представление о взаимодействии отдельных механизмов и узлов станка, участвующих в передаче движения.

Схемы передачи движения от электродвигателя к исполнительным элементам станка выполняют с применением условных графических обозначений в соответствии с ГОСТ 2.770-68 (таблица 1).

На кинематической схеме изображают всю совокупность элементов и их соединений (таблица 2), все кинематические связи между парами (ремёнными, зубчатыми, винтовыми и др.), цепями, а также связи с источником движения.

Схему вычерчивают, как правило, в виде развертки. При этом допускается переносить элементы вниз от их истинного положения или поворачивать в удобные для изображения положения. В этих случаях сопряжённые звенья пары соединяют штриховой линией.

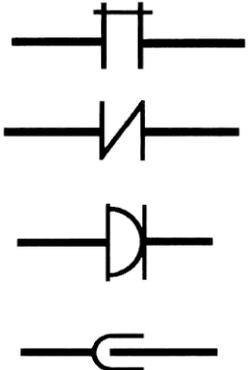
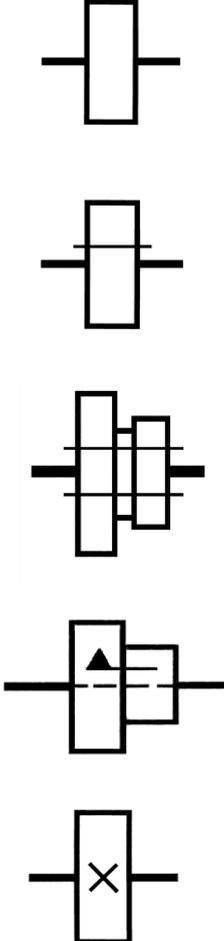
Валы, оси, стержни, кривошипы изображают сплошной линией. Геометрические оси элемента не изображаются.

Подшипники на валу могут иметь общее изображение или с точным указанием их типа.

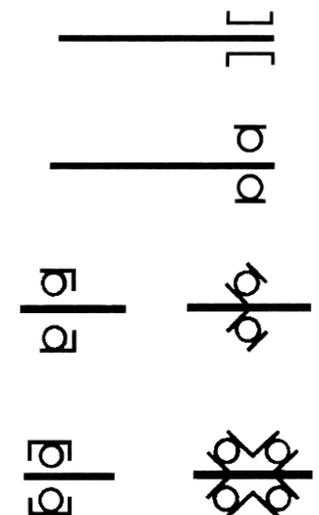
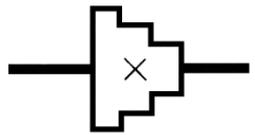
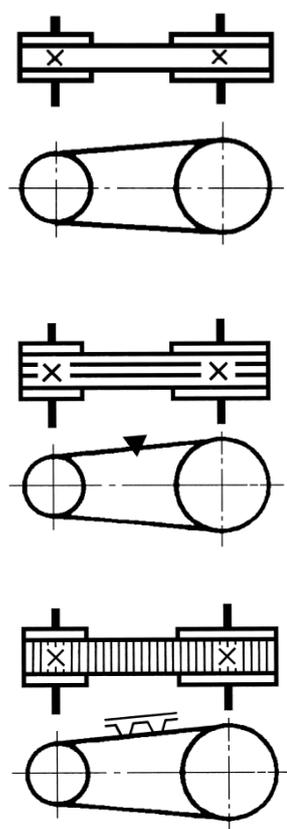
Расположенные на валу детали могут быть закреплены на нём глухо, вращаться относительно него или перемещаться вдоль его оси.

Таким образом, зная принцип работы и устройство отдельных механизмов и передач, их условное обозначение, по кинематической схеме можно иметь полное представление о конструкции и работе любого металлорежущего станка.

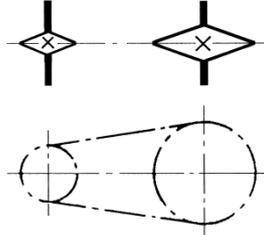
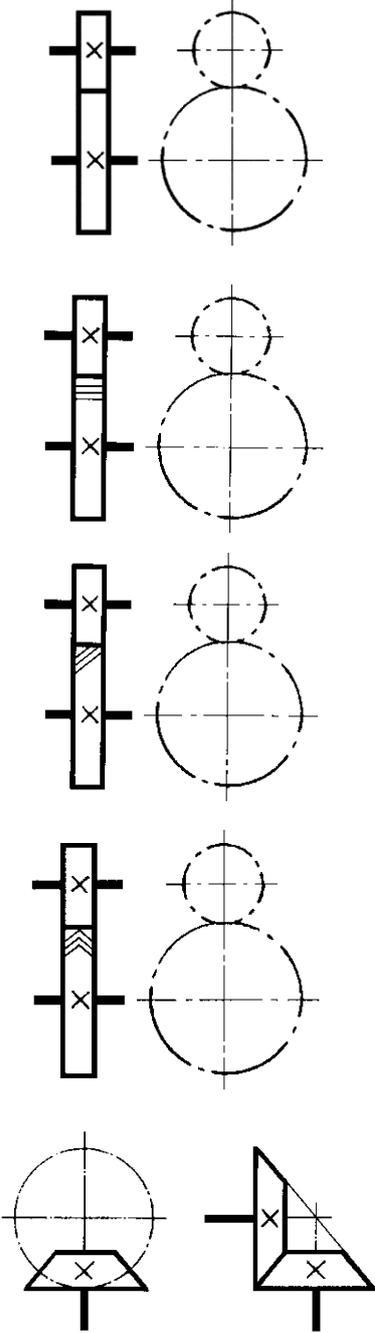
Т а б л и ц а 1 – Обозначение элементов кинематики

№	Наименование	Условное обозначение
1	2	3
1	Вал	
2	Соединение двух валов: – глухое – эластичное – шарнирное – телескопическое	
3	Соединение деталей с валом: – свободное при вращении – подвижное без вращения (на скользящей шпонке) – подвижное без вращения (на шлицах) – при помощи вытяжной шпонки – глухое (на шпонке)	

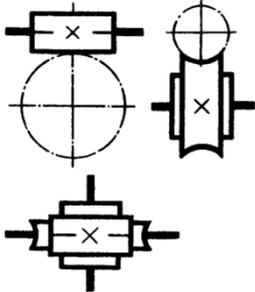
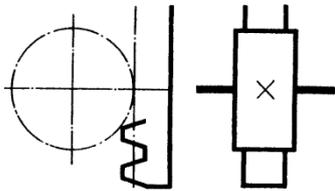
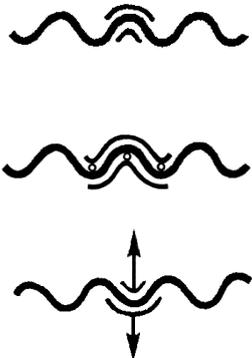
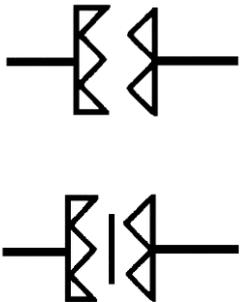
Продолжение таблицы 1

1	2	3
4	<p>Подшипники:</p> <ul style="list-style-type: none"> – скольжения радиальный – качения радиальный – радиально-упорный односторонний – радиально-упорный двусторонний 	
5	Шкив ступенчатый, закреплённый на валу	
6	<p>Ремённая передача:</p> <ul style="list-style-type: none"> – плоским ремнём (открытая) – клиновидным ремнём – зубчатым ремнём 	

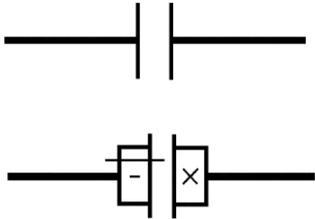
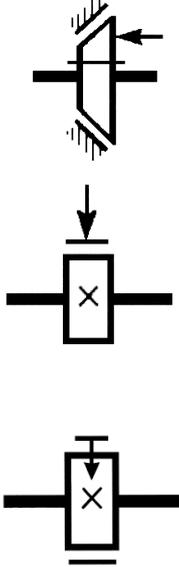
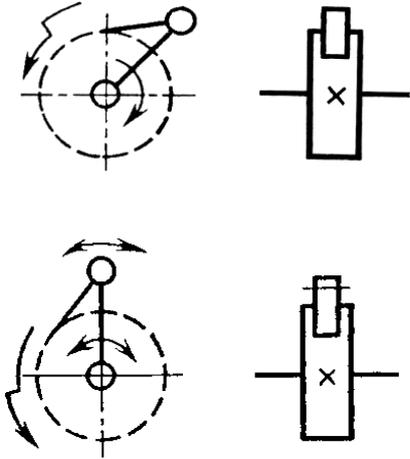
Продолжение таблицы 1

1	2	3
7	Передача цепью	
8	<p>Передачи зубчатые:</p> <p>– цилиндрическими колёсами (общее обозначение без уточнения типа зубьев)</p> <p>– цилиндрическими колёсами с прямыми зубьями</p> <p>– цилиндрическими колёсами с косыми зубьями</p> <p>– цилиндрическими колёсами с шевронными зубьями</p> <p>– коническими колёсами (общее обозначение без уточнения типа зубьев)</p>	

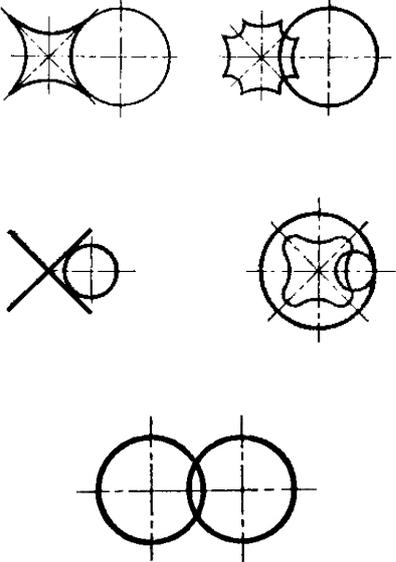
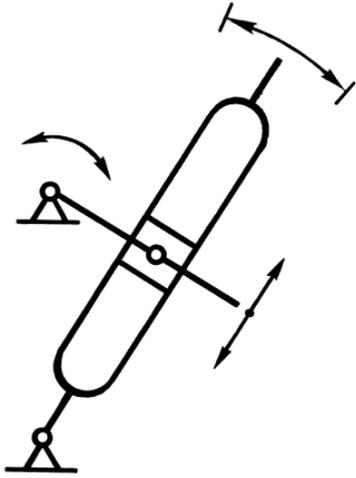
Продолжение таблицы 1

1	2	3
9	<p>Передачи зубчатые со скрещивающимися валами:</p> <p>– червячные с цилиндрическим червяком</p>	
10	<p>Передача зубчатая реечная (общее обозначение без уточнения типа зубьев)</p>	
11	<p>Винт, передающий движение</p>	
12	<p>Гайка на винте, передающем движение:</p> <p>– неразъёмная</p> <p>– неразъёмная с шариками</p> <p>– разъёмная</p>	
13	<p>Муфты сцепления кулачковые:</p> <p>– односторонняя</p> <p>– двусторонняя</p>	

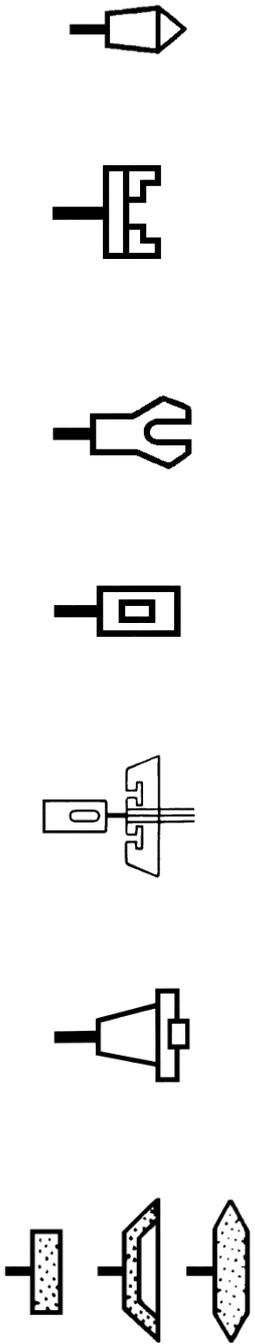
Продолжение таблицы 1

1	2	3
14	<p>Муфты сцепления фрикционные:</p> <ul style="list-style-type: none"> – общее обозначение (без уточнения типа) – с указанием крепления на валу 	
15	<p>Тормоза:</p> <ul style="list-style-type: none"> – конусный – колодочный – ленточный 	
16	<p>Храповые зубчатые механизмы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – с наружным зацеплением односторонние – с наружным зацеплением двусторонние 	

Окончание таблицы 1

1	2	3
17	<p>Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста:</p> <p>– с наружным зацеплением</p> <p>– с внутренним зацеплением</p> <p>– общее обозначение</p>	
18	<p>Кривошипно-кулисный механизм с качающейся кулисой, с переменным радиусом</p>	

Т а б л и ц а 2 – Обозначение приспособлений для крепления заготовок и инструмента

№	Наименование	Условное обозначение
1	<p>Концы шпинделей станков:</p> <p>– токарных (для центровых работ)</p> <p>– токарных (для патронных работ)</p> <p>– револьверных</p> <p>– сверлильных</p> <p>– расточных (с планшайбой)</p> <p>– фрезерных</p> <p>– шлифовальных</p>	

4 МЕХАНИЗМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

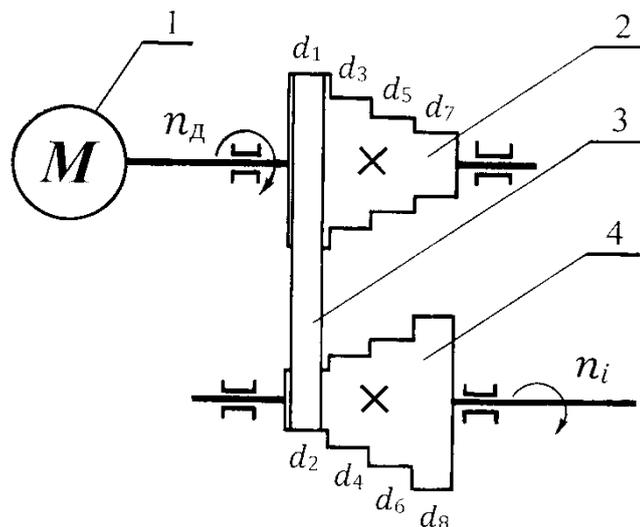
Каждый металлорежущий станок снабжается передачами. Передаточные механизмы размещаются между источником движения (двигателем) и исполнительным узлом станка (столом, шпинделем и т. п.), которому они не только передают движение, но и изменяют его угловую скорость.

Передаточные механизмы станка включают в себя, кроме того, устройства, преобразующие вращательное движение в поступательное и наоборот, а также *изменяющие направление движения*, т. е. осуществляющие *реверсирование*.

Ступенчато-шкивная передача

Простейшей передачей для ступенчатого изменения чисел оборотов является ступенчато-шкивная.

На рисунке 16 показана передача с четырехступенчатыми шкивами.



- 1 – электродвигатель; 2 – ведущий шкив;
3 – ремень; 4 – ведомый шкив

Рисунок 16 – Ступенчато-шкивная передача

В этих передачах движение осуществляется от электродвигателя 1 через ведущий шкив 2, ремень 3, ведомый шкив 4. Перебрасывая ремень 3 с одной ступени шкивов 2 и 4 на другую, можно получить *четыре* разных величины передаточных отношений, а соответственно и скоростей ведомого вала. Число оборотов ведомого вала в минуту n_i (об/мин) определяется

$$n_i = n_d \left| \frac{d_1}{d_2} \frac{d_3}{d_4} \frac{d_5}{d_6} \frac{d_7}{d_8} \right|,$$

где $d_1, d_2 \dots d_8$ – диаметр шкива соответствующей ступени, мм;
 n_d – число оборотов двигателя, об/мин.

Диаметры шкивов, на ступенях должны быть такими, чтобы при перестановке ремня натяжение его не менялось, т. е.

$$d_1 + d_2 = d_3 + d_4 = d_5 + d_6 = d_7 + d_8 = \text{const}$$

Передача цилиндрическими зубчатыми колёсами

Ступенчатое изменение чисел оборотов ведомого вала производится путём переключения отдельных пар зубчатых колёс, которые поочередно могут входить в зацепление, для чего на одном из валов устанавливается двойной или тройной скользящий блок, а на другом валу зубчатые колёса крепятся жёстко (рисунок 17).

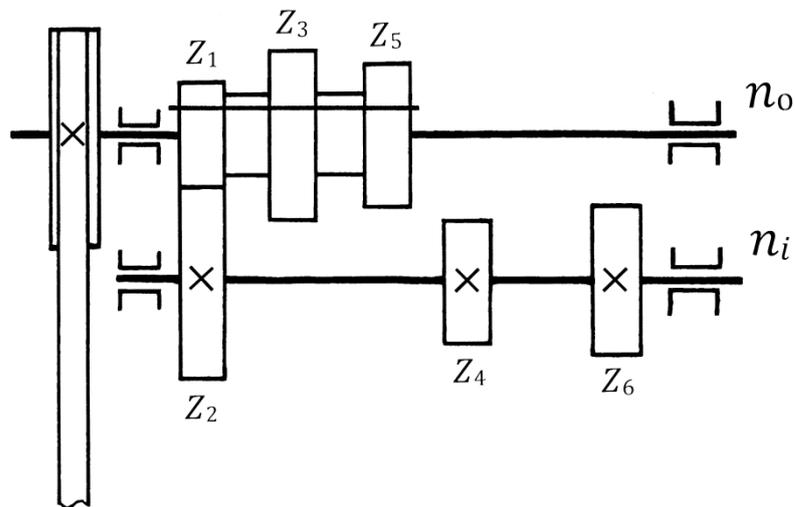


Рисунок 17 – Передача цилиндрическими зубчатыми колёсами

Ведомому валу может быть обеспечено три различных скорости вращения вследствие изменения передаточных отношений

$$i_1 = \frac{z_1}{z_2} ; \quad i_2 = \frac{z_3}{z_4} ; \quad i_3 = \frac{z_5}{z_6}$$

Число оборотов ведомого вала n_i (об/мин) можно подсчитать по следующей формуле

$$n_i = n_o i = n_o \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} \frac{z_5}{z_6},$$

где n_o – число оборотов ведущего вала;

i – передаточное отношение зубчатой передачи;

z – число зубьев зубчатого колеса.

Данная передача широко используется как в коробках скоростей станков, так и в коробках подач. Посредством такой передачи обеспечивается постоянство передаточного отношения.

Зубчатые колёса характеризуются шагом колеса, модулем и числом зубьев.

Механизмы бесступенчатого регулирования скоростей

Бесступенчатые приводы применяют для плавного и непрерывного изменения частоты вращения шпинделя или подачи. Они позволяют получить наиболее выгодные скорости резания и подачи при обработке различных деталей. Кроме того, они дают возможность изменять скорость главного движения или подачу во время работы станка без его остановки.

Бесступенчатое регулирование скоростей в станках осуществляют электрическими, гидравлическими и механическими механизмами.

Электрический механизм бесступенчатого регулирования частоты вращения представляет собой электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением (шунтовой). Регулирование числа оборотов производится при помощи реостата, включенного в цепь возбуждения.

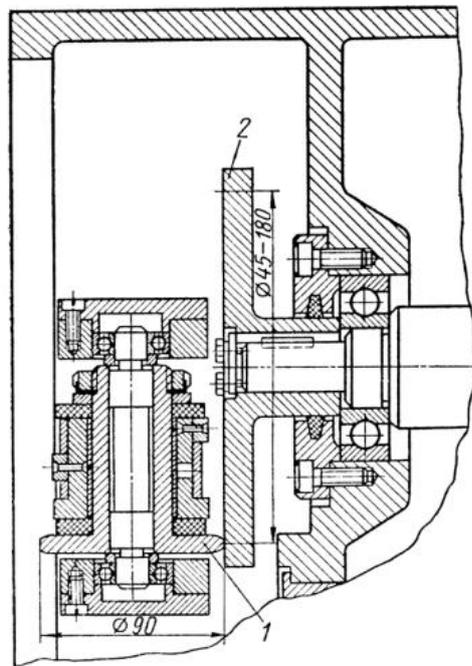
Недостатком такого привода является то, что для его питания необходим постоянный ток.

При использовании гидравлического привода возможно бесступенчатое регулирование скорости в широком диапазоне, при этом исключается опасность поломки системы из-за перегрузки, а также упрощается применение автоматизации управления.

Гидропривод широко применяется в протяжных станках, хонинговальных, а также для осуществления подачи во многих других станках.

Механические вариаторы бесступенчатого изменения частоты вращения бывают разных конструкций.

Лобовой вариатор показан на рисунке 18. При перемещении малого ведущего ролика 1 относительно диска 2 изменяется радиус соприкосновения с последним и, следовательно, передаточное отношение между ведущим и ведомым валами.

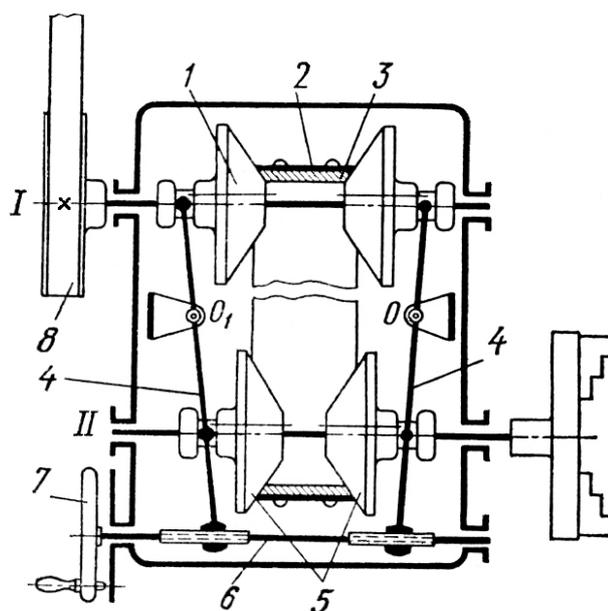


1 – ведущий ролик; 2– диск

Рисунок 18 – Лобовой вариатор

Привод с раздвижными конусами (рисунок 19) работает следующим образом. От шкива 8 на валу *I* вращаются два ведущих конуса 1. На валу *II* находятся два таких же ведомых конуса 5. Передача между валами осуществляется клиновидным ремнём 2 с деревянными накладками 3 с внутренней стороны или широким ремнём соответствующего профиля.

Для изменения частоты вращения вала *II* рычагами 4, поворачивающимися вокруг осей O и O_1 , сближаются или раздвигаются конусы на валу *I* и соответственно раздвигаются или сближаются конусы на валу *II*. Вращая маховик 7, через винт 6 с правой и левой резьбой поворачивают рычаги 4.



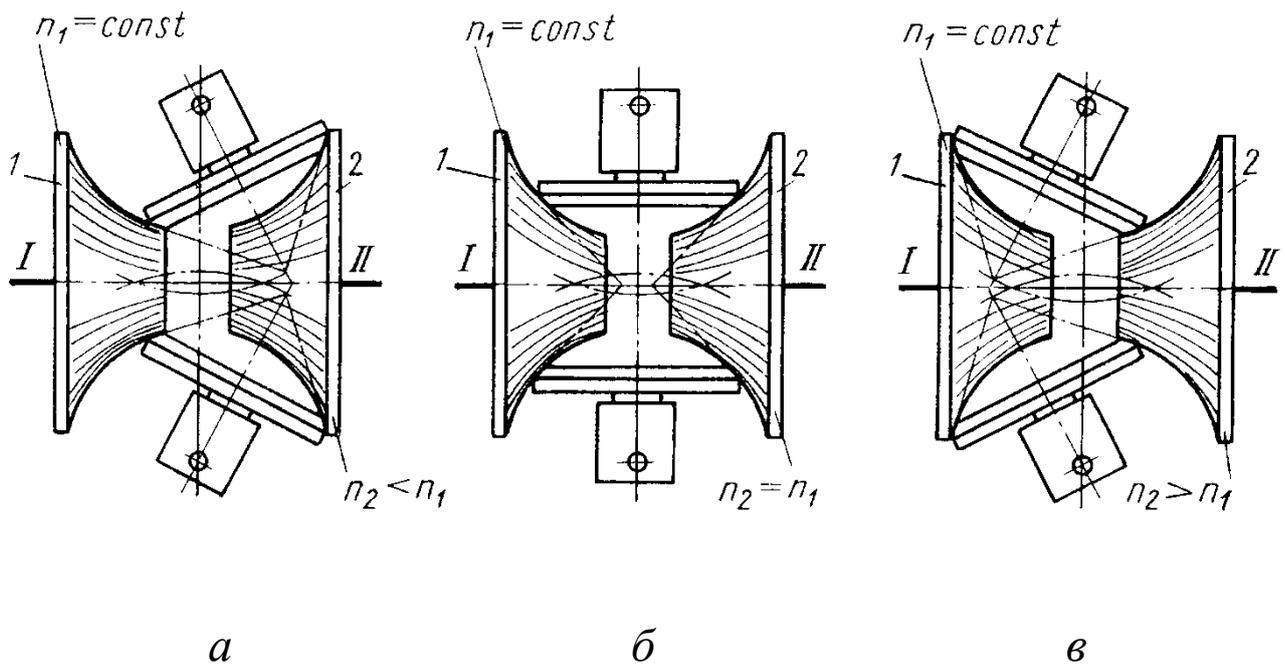
1 – ведущий конус; 2– клиновидный ремень; 3 – накладки;
4 – рычаг; 5 – ведомый конус; 6 – винт; 7 – маховик; 8 – шкив

Рисунок 19 – Привод с раздвижными конусами

На рисунке 20 показана схема бесступенчатого вариатора В.А. Светозарова.

В этой конструкции передаточные отношения изменяются в пределах наклона промежуточных роликов, при повороте которых меняются радиусы точек контакта роликов с ведущей *I* и ведомой *2* чашками, закреплёнными на валах *I* и *II*.

Если ведущим валом является вал *I*, то в первом случае (рисунок 20 *а*) вал *II* вращается медленнее, чем вал *I*. Во втором случае (рисунок 20 *б*) оба вала вращаются с одинаковой частотой вращения. В третьем случае (рисунок 20 *в*) вал *II* вращается быстрее, чем вал *I*.



1 – ведущая чашка; 2 – ведомая чашка

Рисунок 20 – Бесступенчатый вариатор В.А. Светозарова:

а – уменьшение числа оборотов;

б – равное число оборотов;

в – увеличение числа оборотов

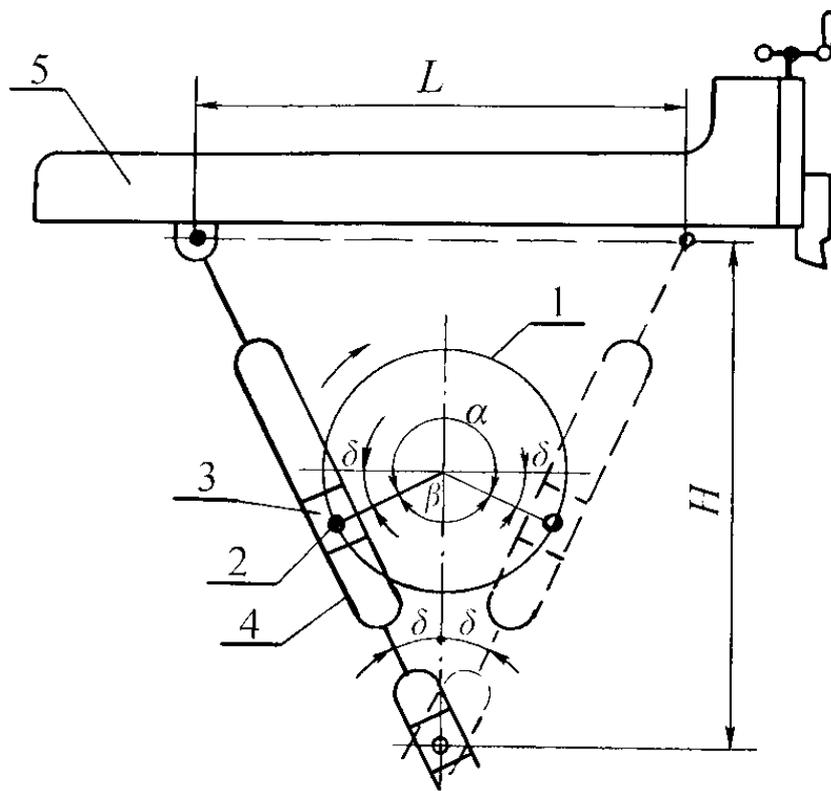
Кулисный механизм

Кулисные механизмы применяются в поперечно-строгальных станках и служат для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное (рисунок 21).

Кулисное зубчатое колесо 1 имеет радиальный паз, в котором закреплен палец 2, входящий в отверстие камня 3. Кулисный камень 3 находится в прорези кулисы 4 и при вращении колеса 1 может скользить в прорези кулисы.

При одном обороте зубчатого колеса 1 камень 3 делает также один оборот и заставляет кулису 4 качнуться вокруг центра вправо и влево. Кулиса соединена с ползуном 5, который получает возвратно-поступательное движение.

Величина расстояния между центрами пальца 2 и зубчатого колеса 1 может быть изменена за счет перемещения пальца по радиальному пазу колеса 1. Благодаря этому меняется длина хода ползуна 5.



1 – кулисное колесо; 2 – палец;
3 – камень кулисы; 4 – кулиса; 5 – ползун

Рисунок 21 – Кулисный механизм

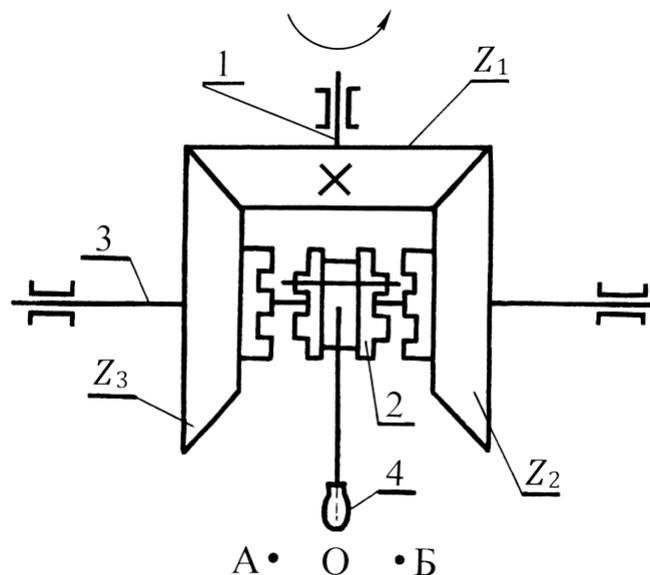
Реверсивные механизмы

Реверсивные механизмы применяются в системе главного движения и в системе подачи, служат для **изменения** направления движения.

Реверсивный механизм с коническими зубчатыми колёсами и кулачковой муфтой

В таком реверсивном механизме (рисунок 22) вращение получает коническое колесо Z_1 от вала 1. Конические колеса Z_2 и Z_3 , свободно сидящие на валу 3, вращаются в разные стороны. Между ними также на валу 3 на скользящей шпонке помещена двусторонняя кулачковая муфта 2, которая при помощи рукоятки 4 может устанавливаться в трех положениях: А, О, Б.

В положениях А и Б муфта передает вращение валу 3 в том направлении, в котором вращается соответствующее, соединенное с муфтой, колесо.



1 – ведущий вал; 2 – скользящая двусторонняя кулачковая муфта;
3 – ведомый вал; 4 – рукоятка; А, О, Б – положения рукоятки

Рисунок 22 – Реверсивный механизм с коническими зубчатыми колёсами и кулачковой муфтой

Реверсивный механизм с цилиндрическими зубчатыми колёсами

Реверсивные механизмы с цилиндрическими зубчатыми колёсами показаны на рисунке 23.

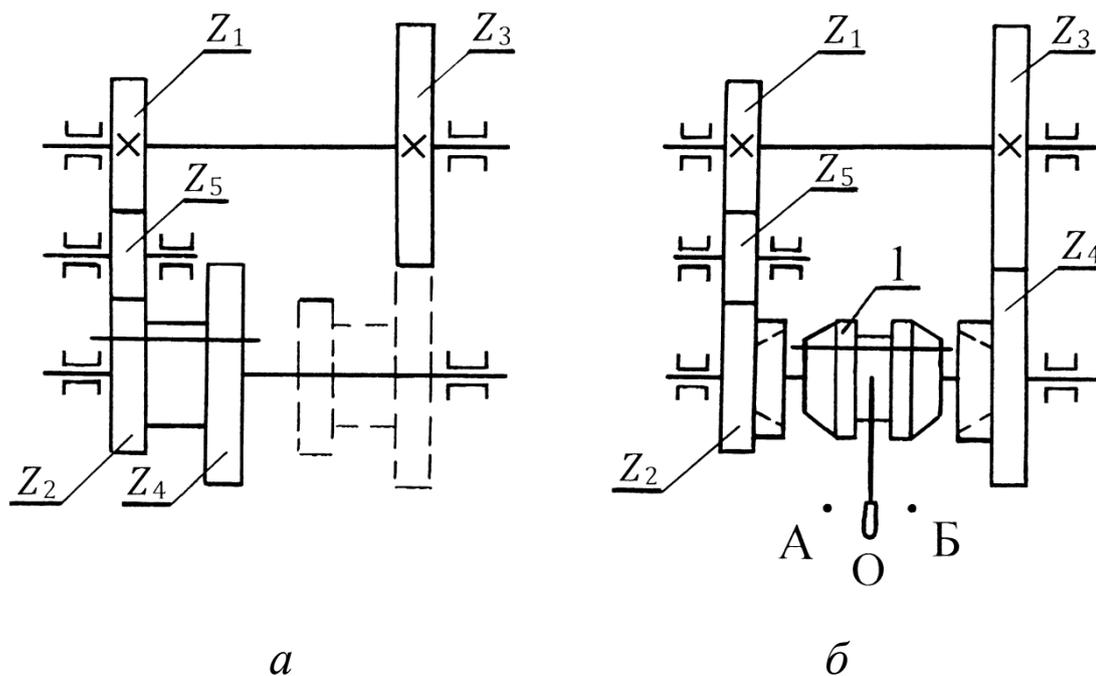


Рисунок 23 – Реверсивные механизмы с цилиндрическими зубчатыми колёсами:

a – с подвижным блоком зубчатых колёс;

б – с фрикционной муфтой

На рисунке 23 *a* показана схема реверсивного механизма, в котором зубчатое колесо Z_2 скользящего блока может быть соединено с колесом Z_1 через промежуточное колесо Z_5 .

При другом положении блока, колесо Z_4 сцепляется непосредственно с колесом Z_3 . Таким образом, нижний вал может вращаться в двух различных направлениях.

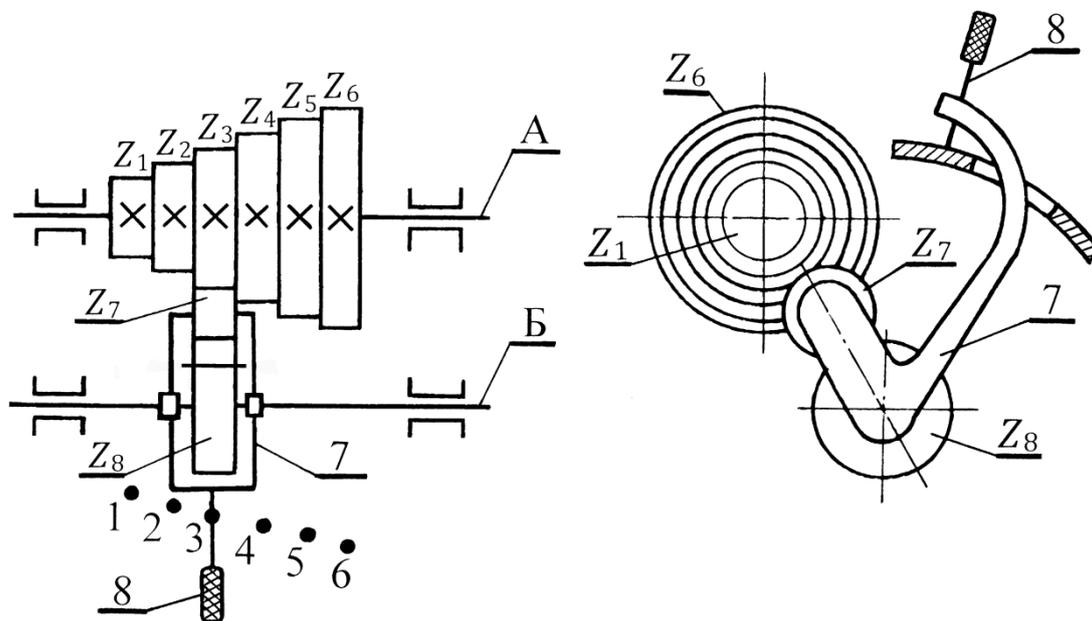
На рисунке 23 б показана схема реверсивного механизма, состоящего из цилиндрических зубчатых колёс и фрикционной муфты 1.

В некоторых случаях фрикционная муфта может быть заменена кулачковой.

Механизм с накидным зубчатым колесом

Для изменения величины подачи в станках применяют коробки подач, аналогичные коробкам скоростей. Однако в коробках подач используются некоторые механизмы, которые не применяются в коробках скоростей, ввиду их непригодности для передачи значительных мощностей. Так, в коробках подач применяют механизмы с накидным зубчатым колесом и с вытяжной шпонкой.

Механизм с *накидным зубчатым колесом* нашел применение в коробках подач токарных станков (рисунок 24).



А и Б – валы; 1, 2, 3, 4, 5 и 6 – положения фиксатора;
7 – рычажная вилка; 8 – фиксатор

Рисунок 24 – Механизм с накидным зубчатым колесом

На валу Б, на скользящей шпонке установлено зубчатое колесо Z_8 . При помощи рычажной вилки 7 колеса Z_7 и Z_8 могут передвигаться вдоль вала Б и входить в зацепление с установленными неподвижно на валу А колёса $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$.

В каждом положении рычажная вилка закрепляется фиксатором 8, входящим в соответствующее отверстие в корпусе коробки подач.

Такой механизм дает возможность получить столько передаточных отношений, сколько зубчатых колёс на валу А. Обычно их бывает не более 9 – 11 и столько же скоростей вращения ведомого вала.

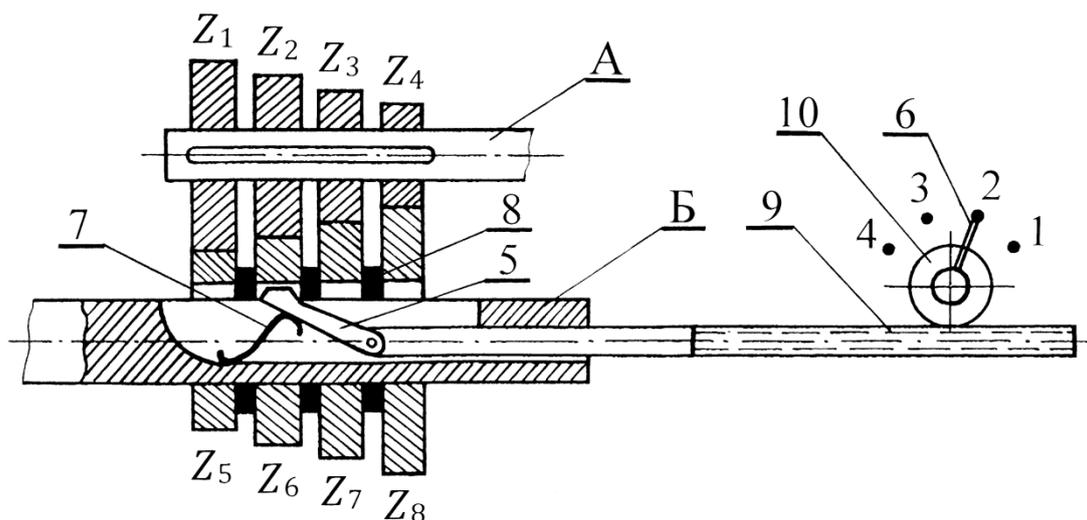
Механизм с вытяжной шпонкой

Механизм с вытяжной шпонкой применяется в коробках подач станков сверлильной группы (рисунок 25).

На ведущем валу А жестко насажены четыре зубчатых колеса Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 , находящиеся в постоянном зацеплении с колёсами Z_5, Z_6, Z_7, Z_8 , свободно сидящими на пустотелом валу Б. Так как зубчатые колёса Z_5, Z_6, Z_7, Z_8 имеют разное число зубьев, то и скорости их вращения будут разные.

Вал Б имеет вытяжную шпонку 5, которая при помощи пружины 7 фиксирует одно из колес Z_5, Z_6, Z_7, Z_8 , а следовательно, и число оборотов вращения вала Б будет соответствовать числу оборотов зафиксированного зубчатого колеса.

Вытяжная шпонка перемещается внутри вала Б при помощи круговой рейки 9, передвигаемой зубчатым колесом 10, от рукоятки 6. Чтобы вытяжная шпонка 5 одновременно не фиксировала два зубчатых колеса, колеса разделены кольцами 8.



1, 2, 3, 4 – положения рукоятки; 5 – вытяжная шпонка;
 6 – рукоятка; 7 – пружина; 8 – разделительное кольцо;
 9 – круговая рейка; 10 – зубчатое колесо

Рисунок 25 – Механизм с вытяжной шпонкой

Такой механизм позволяет получить четыре передаточных отношения, а следовательно, столько же чисел оборотов ведомого вала Б.

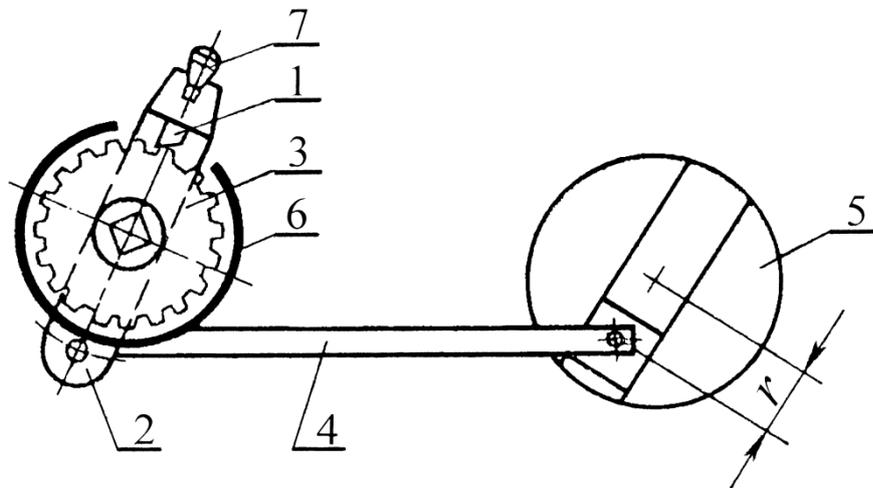
Храповой механизм

Храповой механизм служит для осуществления прерывистой подачи и применяется в строгальных и долбежных станках (рисунок 26).

Собачка 1 (имеющая скос рабочей части в одну сторону), в подпружиненном состоянии смонтирована на двуплечем рычаге 2, свободно посаженном на шейке винта подачи. На этой же шейке на шпонке закреплено храповое колесо 3.

Рычаг собачки получает качательное движение от тяги 4, связанной с вращающимся кривошипным колесом 5. При движении рычага *влево* собачка зацепляется за зуб храпового колеса и поворачивает его на некоторый угол.

При движении рычага *вправо* собачка отжимает пружину и скользит скосом по зубьям храпового колеса, в результате чего движение на храповое колесо не передается.



- 1 – собачка; 2 – двуплечий рычаг; 3 – храповое колесо;
4 – тяга (шатун); 5 – кривошипное колесо; 6 – щиток;
7 – рукоятка; r – радиус кривошипа

Рисунок 26 – Храповой механизм

Величину подачи регулируют либо изменением радиуса кривошипа r , от чего зависит размах качаний рычага 2, либо соответствующей установкой щитка 6, прикрывающего часть зубьев храпового колеса. При этом часть пути собачка скользит по щитку, а при прохождении остального пути захватывает требуемое число зубьев. Щитком 6 можно закрыть от собачки все зубья и тогда движение не будет передаваться (подача прекращается).

Для изменения направления вращения храпового колеса – реверсирования, необходимо рукояткой 7 вытянуть собачку кверху и повернуть на 180°.

Для выключения храпового механизма собачку вытягивают вверх и поворачивают на 90°.

Передаточное отношение храпового механизма

$$i = \frac{x}{z}$$

где x – число зубьев, захватываемых собачкой;

Z – число зубьев храпового колеса.

Частота вращения храпового колеса, а следовательно и винта подачи

$$n_2 = n_1 \frac{x}{z}$$

где n_1 – частота вращения кривошипного колеса, об/мин.

Кулачковые механизмы

Кулачковые механизмы широко применяют в металлорежущих станках, особенно в автоматах. Предназначены для преобразования равномерного вращательного движения в возвратно-поступательное с любым законом движения.

Кулачки бывают двух типов: дисковые и цилиндрические.

На рисунке 27 а приведена схема работы дискового кулачкового механизма. Кулачок 1 равномерно вращается вокруг оси и через ролик 2 и рычаг с зубчатым сектором 3 передает движение суппорту 4, снабжённому рейкой.

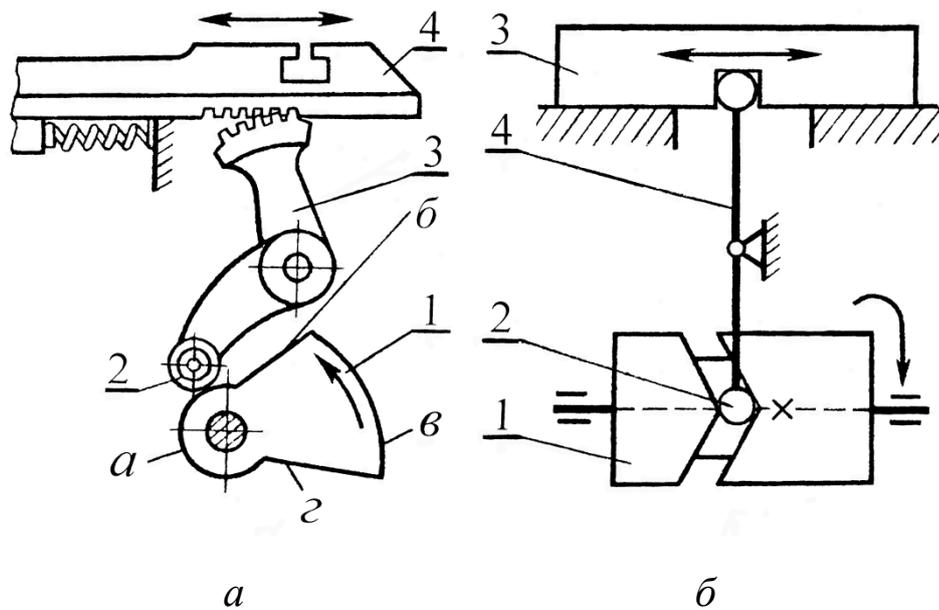


Рисунок 27 – Схема работы кулачковых механизмов:
а – дискового; *б* – цилиндрического

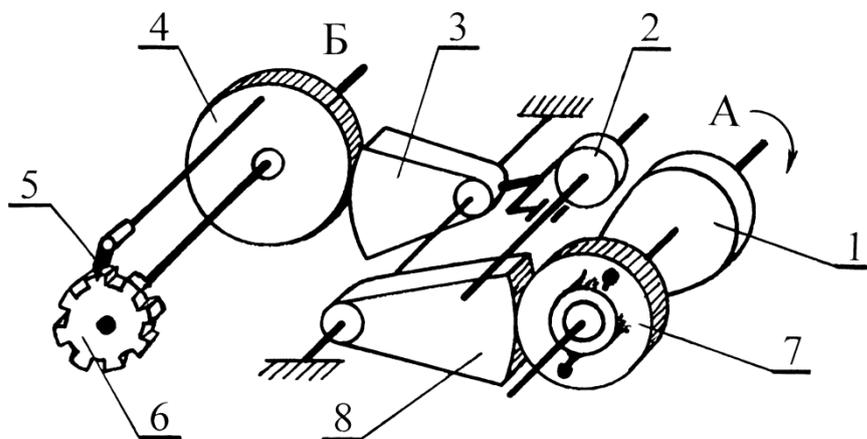
Кулачок имеет ряд участков. Участок *а* описан дугой окружности, и при контакте ролика 2 с кулачком 1 на этом участке суппорт неподвижен. Участок *б* соответствует быстрой подаче суппорта (холостой ход), участок *в* – медленной подаче (рабочий ход), участок *з* – быстрому отводу суппорта в исходное положение (холостой ход).

На рисунке 27 *б* показана схема работы цилиндрического кулачка. Кулачок имеет винтовую рабочую поверхность. Через ролик 2 и рычаг 4 суппорт 3 получает движение в одну, а затем в другую сторону.

Величину подачи суппорта можно регулировать путём изменения числа оборотов кулачка или угла подъёма рабочей поверхности. Наиболее часто цикл работы суппорта следующий: быстрый подвод, рабочая подача и быстрый отвод.

На рисунке 28 дана схема кулачкового механизма, применяемого в поперечно-строгальном станке модели 7Б35.

Движение от ведущего вала А передаётся на жёстко сидящий кулачок 1, который, действуя на ролик 2, заставляет качаться дву-плечий рычаг, на одном конце которого находится ролик 2, а на другом – зубчатый сектор 3. Сектор 3, качаясь, заставляет поворачиваться зубчатое колесо 4, на котором закреплена собачка 5, то в одну, то в другую сторону.



А – ведущий вал; Б – ведомый вал; 1 – кулачок; 2 – ролик;
3, 8 – зубчатые секторы; 4, 7 – зубчатые колеса; 5 – собачка;
6 – храповое колесо

Рисунок 28 – Кулачковый механизм поперечно-строгального станка модели 7Б35

Колесо 4 свободно сидит на валу Б.

Собачка 5 при вращении колеса 4 в одну сторону будет проскальзывать по храповому колесу 6, а при вращении в другую – захватывать зуб колеса 6 и поворачивать его на некоторый угол, осуществляя при этом поворот вала Б, связанного с винтом подачи (на схеме не показан).

Регулирование величины подачи осуществляется поворотом свободно сидящего зубчатого колеса 7.

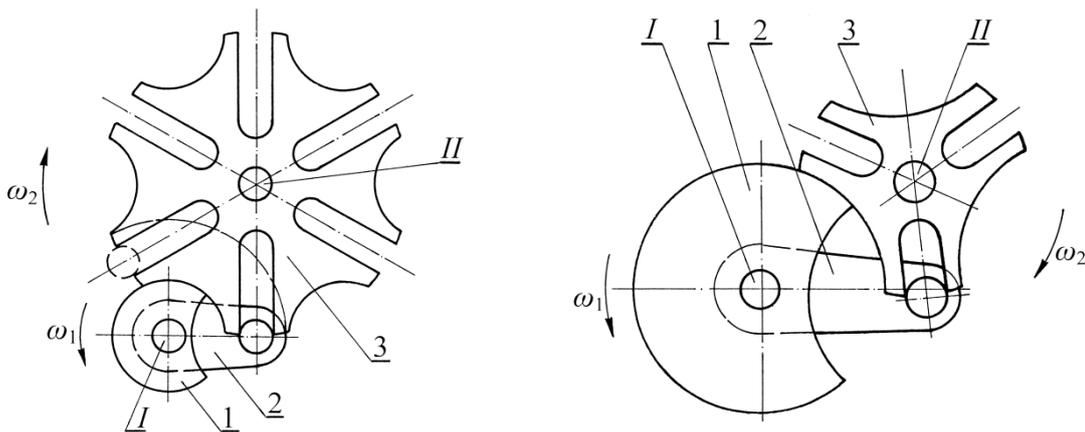
Зубчатое колесо 7 поворачивает зубчатый сектор 8, который приподнимает или опускает ось ролика 2, приближая или удаляя её от кулачка 1. Положение оси ролика 2 по отношению к кулачку 1 влияет на амплитуду качания сектора 3, чем ближе ось ролика 2 к оси кулачка 1, тем больше амплитуда колебания и наоборот.

При изменении амплитуды качания ролика, колесо 4 с собачкой 5 будет поворачиваться на различные углы, а храповое колесо 6 повернёт вал Б и винт подачи на соответствующий угол.

Такой механизм позволяет сравнительно точно регулировать подачу стола станка.

Мальтийский механизм

Мальтийский механизм (крест) применяют для периодического поворота (прерывистое движение) через длительные отрезки времени револьверных головок, шпиндельных барабанов станков (рисунки 29).



1 – диск; 2 – водило; 3 – мальтийский крест

I – вал ведущий; *II* – вал ведомый

Рисунок 29 – Мальтийский механизм

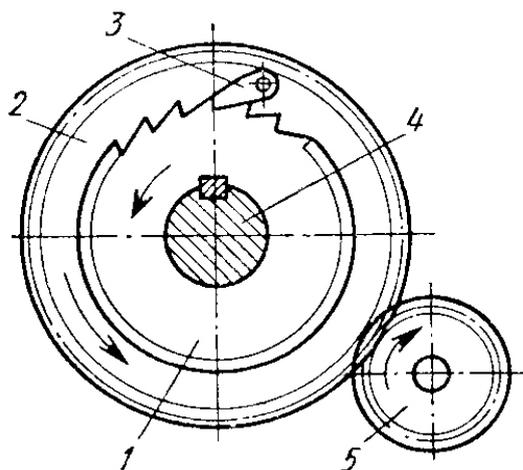
Мальтийский механизм состоит из водила 2 и мальтийского креста 3 – диска или чаши с пазами. За один поворот водила с пальцем мальтийский крест поворачивается на $1/Z$ часть окружности, где Z – число пазов креста.

При непрерывном вращении вала I вал II будет получать периодическое движение с переменной угловой скоростью. Диск 1 с вырезом служит для фиксации креста в период его выстоя.

Механизмы обгона

В ряде случаев вращение одному валу от двух самостоятельных приводов может быть передано одновременно через механизм обгона.

На рисунке 30 показано устройство, состоящее из храпового колеса 1, жёстко насаженного на вал 4, и защёлки 3, связанной с диском 2. Диск свободно вращается на валу и может приводиться в движение от зубчатого колеса 5.



1 – храповое колесо; 2 – диск; 3 – защёлка;
4 – вал; 5 – зубчатое колесо

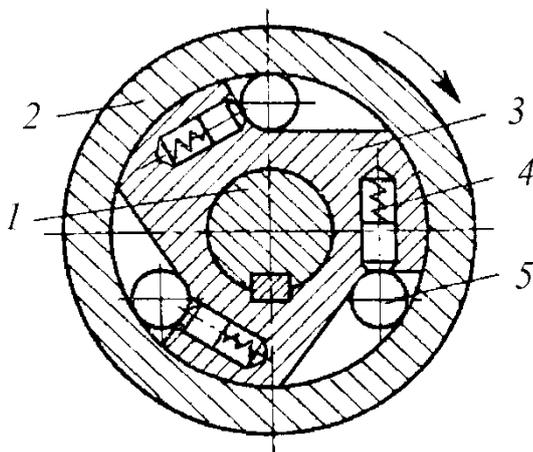
Рисунок 30 – Храповой механизм обгона

Если сообщить вращение диску 2 по стрелке, защёлка 3 поведёт храповое колесо с валом 4.

Если валу сообщить большую частоту вращения в том же направлении (от другого источника движения), то он будет обгонять диск 2. Защёлка 3 в этом случае препятствовать обгону не будет. После выключения быстрого вращения вала 4 защёлка зацепит храповое колесо и поведёт его снова.

Таким образом, механизм обгона позволяет, не выключая привода медленного вращения, включать быстрое вращение вала 4.

На рисунке 31 показан роликовый механизм обгона, получивший наибольшее распространение.



1 – вал; 2 – втулка; 3 – диск;
4 – пружина; 5 – ролик

Рисунок 31 – Роликовый механизм обгона

На валу 1 свободно насажена втулка 2, а на шпонке – диск 3, имеющий три выреза. Внутри последнего находятся ролики 5, поджимаемые пружинами 4.

Медленное вращение по часовой стрелке получает втулка 2. Ролики, увлекаемые силами трения и поджимаемые пружинами, попадают в клиновое пространство и заклиниваются между внутренней поверхностью втулки и вырезами диска 3. В результате этого диск начинает медленно вращаться вместе с валом 1.

Если последнему сообщить от другого источника большую угловую скорость в том же направлении (по часовой стрелке), то вместе с ним получит вращение и диск 3. Ролики вместе с диском начнут обгонять втулку 2 и расклинятся. При выключении быстрого вращения ролики заклиниваются, и вал снова получит малую скорость вращения.

Механизм может работать и по другому варианту. Если ведущим звеном будет диск 3 и вращение его происходит против часовой стрелки, то втулка 2 окажется ведомой. При реверсировании механизм расклинивается.

Опорные детали

Опорными деталями в металлорежущих станках являются подшипники. Подшипники уменьшают трение вращающихся деталей в местах опор и обеспечивают высокий к.п.д. передачи.

Подшипники бывают двух видов – подшипники скольжения и подшипники качения.

Подшипники скольжения, имеющие форму втулок, применяются как опоры для тех деталей металлорежущих станков, которые вращаются при относительно малых скоростях и по условиям работы изнашиваются медленно, особенно в среде надежной смазки.

Недостатком подшипников скольжения является большая потеря энергии на трение.

Подшипники качения по своей конструкции являются более совершенными опорными деталями.

Подшипники качения разделяются на две основные группы: шариковые (рисунок 32) и роликовые (рисунок 33).

Каждый подшипник качения состоит из наружного и внутреннего колец, между которыми размещены тела качения (шарики или ролики). Тела качения отделены друг от друга сепаратором.

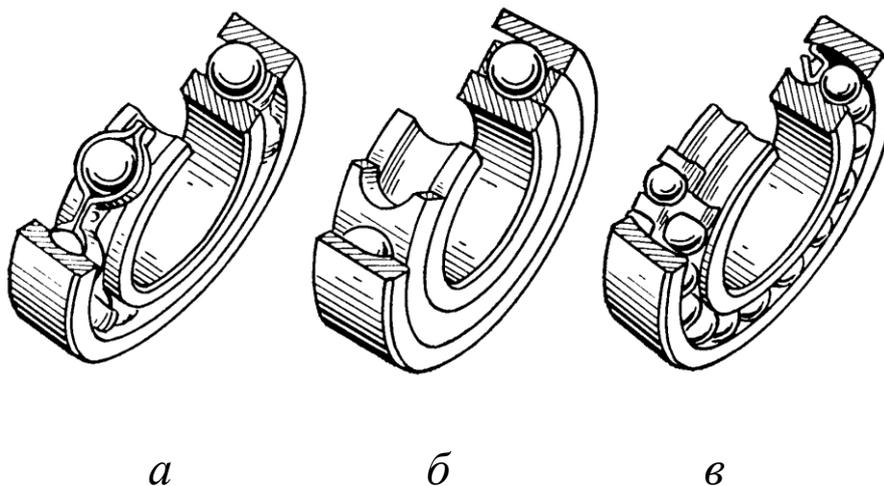


Рисунок 32 – Шариковые подшипники качения:
а – радиальный однорядный;
б – радиально-упорный;
в – радиально-сферический двухрядный

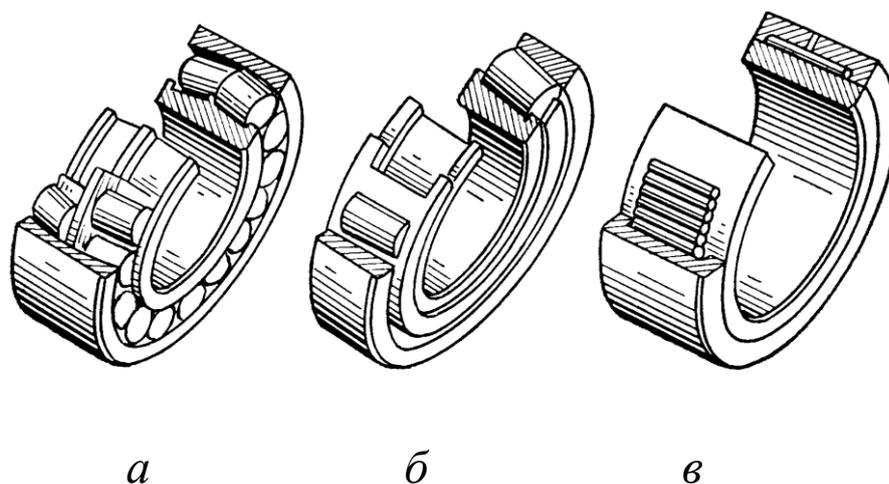


Рисунок 33 – Роликовые подшипники качения:
а – радиально-сферический двухрядный;
б – конический;
в – игольчатый

Подшипники качения маркируются на торцевой поверхности колец.

Условными обозначениями характеризуются внутренний диаметр, серия, тип, конструктивные особенности и класс точности подшипника.

Все эти параметры, за исключением точности, выражаются цифровыми величинами, которые определяют следующие характеристики подшипника (*счет справа налево*):

- а) первая и вторая цифры – внутренний диаметр подшипника или диаметр вала (эти цифры, как двузначное число, условно умножаются на 5, для размеров в диапазоне 20 – 495 мм);
- б) третья – серия диаметров;
- в) четвёртая – тип;
- г) пятая и шестая – конструктивные особенности подшипника;
- д) седьмая – серия ширин.

Буквы, стоящие слева от цифрового обозначения, характеризуют класс точности подшипника (класс точности 0 не указывается).

Пример. Подшипник 38205.

Расшифровка обозначений:

- а) 05 – внутренний диаметр, равный 25 мм (05×5);
- б) 2 – серия (лёгкая);
- в) 8 – тип (упорный шариковый);
- г) 3 – конструктивные особенности (подшипник сдвоен).

Подшипник 38205 – шариковый, упорный, сдвоенный, лёгкой серии, с внутренним диаметром 25 мм.

Пример. Подшипник 6-210.

Расшифровка обозначений:

- а) 10 – внутренний диаметр, равный 50 мм (10×5);
- б) 2 – серия (лёгкая);
- в) 6 – класс точности.

Подшипник 210 – шариковый радиальный, лёгкой серии с внутренним диаметром 50 мм, класс точности 6.

Механизм ходовой винт-гайка

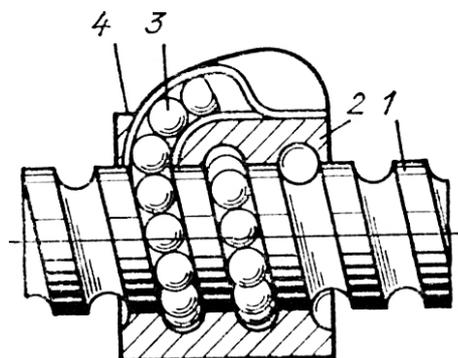
Механизм ходовой винт-гайка бывает в виде пар скольжения и качения. Применяют его для осуществления прямолинейного движения.

Винтовые пары скольжения из-за больших потерь при скольжении в резьбе и связанного с ним изнашивания заменяют винтовыми парами качения.

Винтовые пары качения широко применяют для осуществления движения подачи столов, суппортов и других исполнительных органов станков с числовым программным управлением (ЧПУ), координатно-расточных, шлифовальных, фрезерных, токарных и др.

Механизм винт-гайка качения отличается отсутствием зазора в резьбе, низкими потерями на трение, высокой равномерностью движения, что делает его незаменимым в станках с ЧПУ, при попутном фрезеровании и в ряде других случаев.

В передачу (рисунок 34) входит винт 1, гайка 2, комплект шариков (или роликов) 3 и устройство 4 возврата тел качения. Соединение начального и последнего винтов гайки каналом обеспечивает непрерывную циркуляцию шариков.



- 1 – винт; 2 – гайка; 3 – шарик;
4 – устройство возврата тел качения

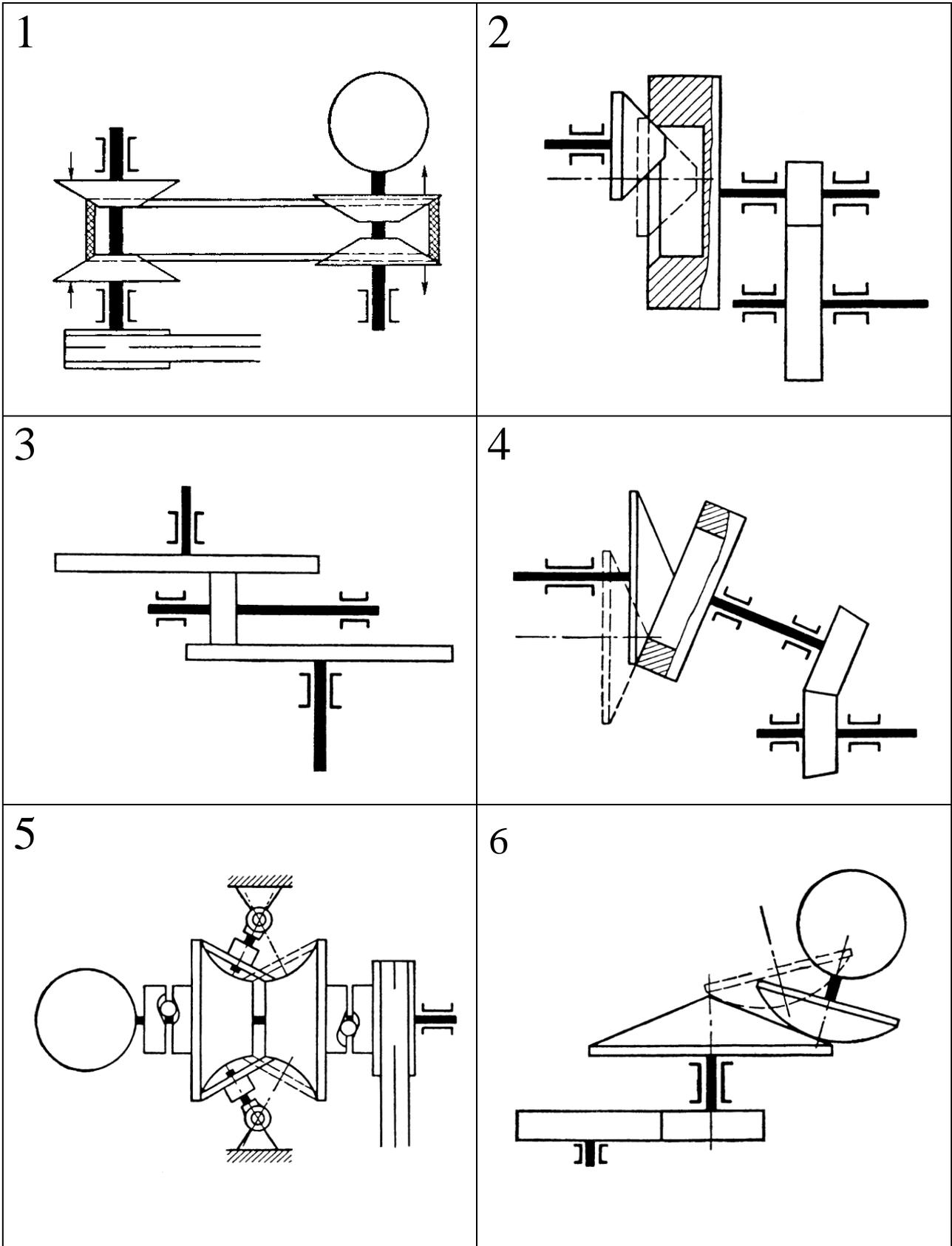
Рисунок 34 – Передача винт-гайка качения

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Материаловедение. Технология конструкционных материалов /В. Ф. Карпенков [и др.]. – М. : КолосС, 2006. – Кн.2. – 312 с.
- 2 Материаловедение / Б. Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 646 с.
- 3 Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / В. А. Оськин [и др.]; под ред. В. А. Оськина, В. Н. Байкаловой. – М. : КолосС, 2007. – 318 с.

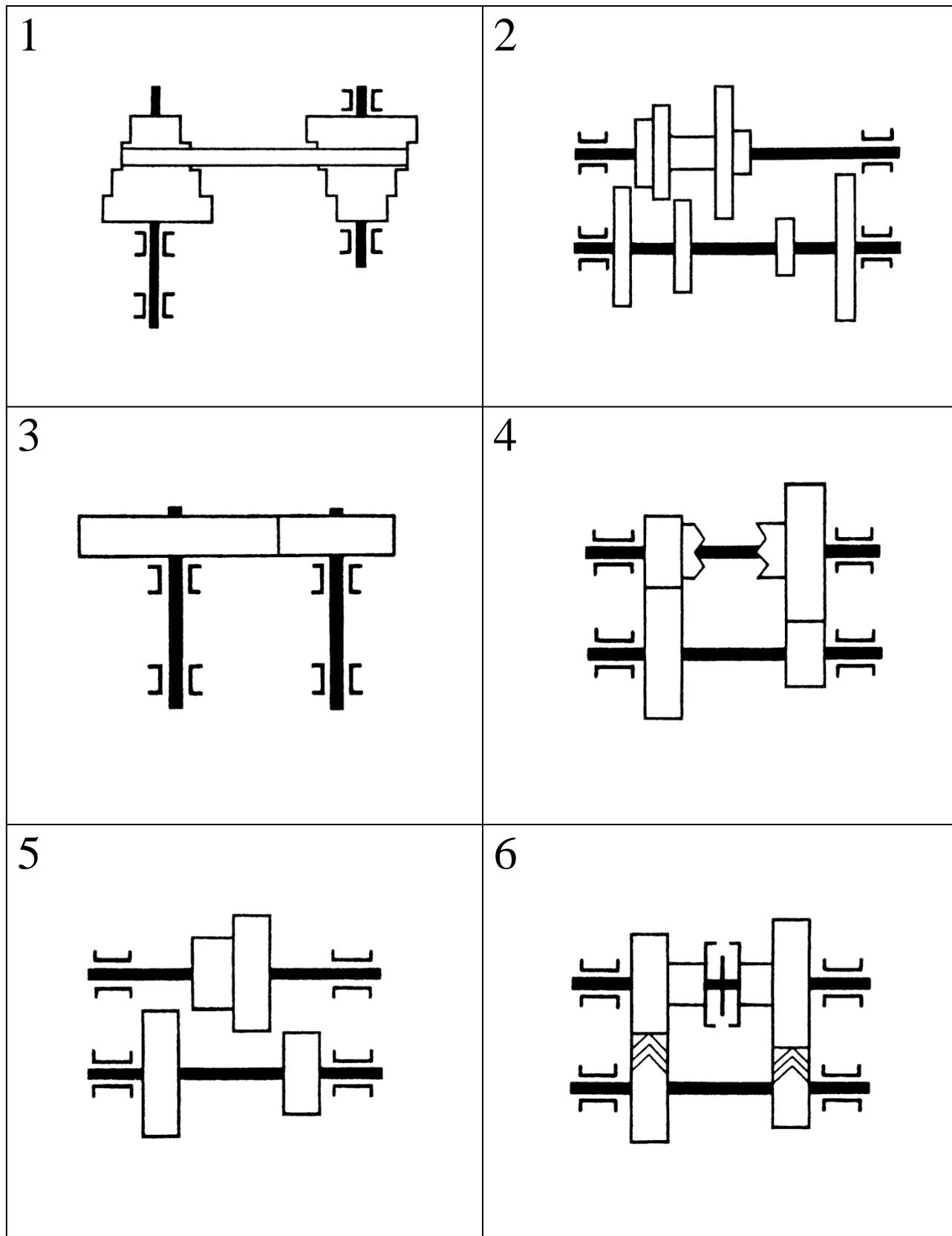
Приложение А

Типовые приводы для бесступенчатого изменения частоты вращения валов

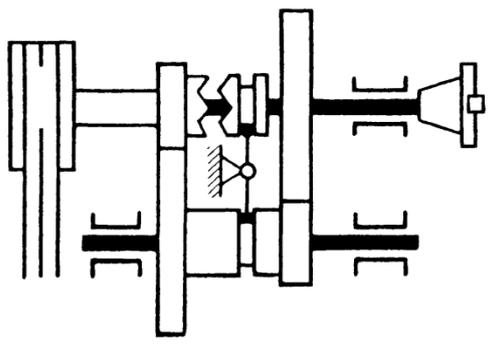


Приложение Б

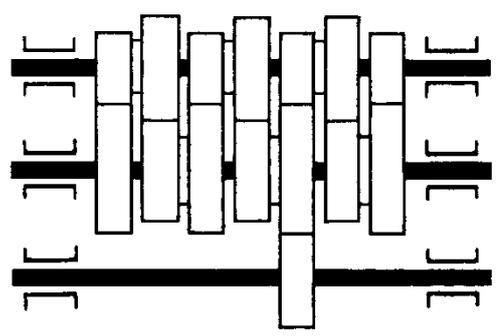
Типовые приводы для ступенчатого изменения частоты вращения



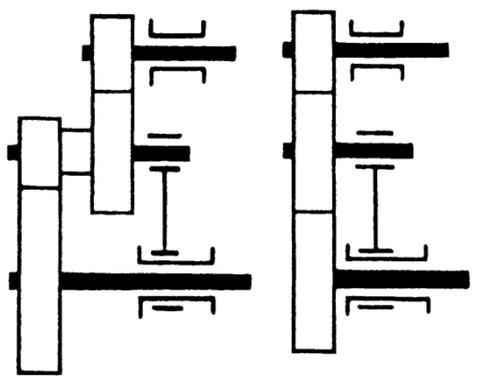
7



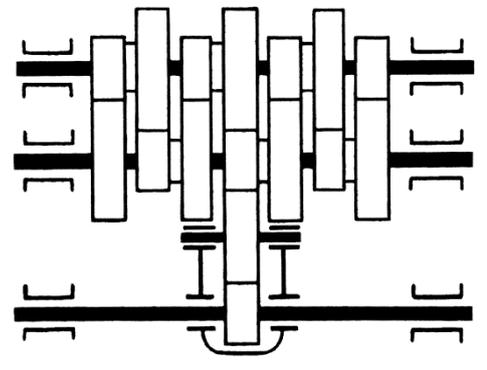
8



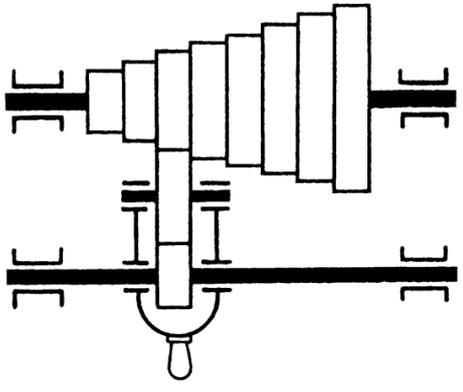
9



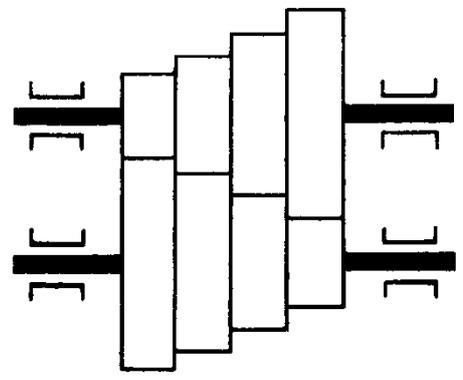
10



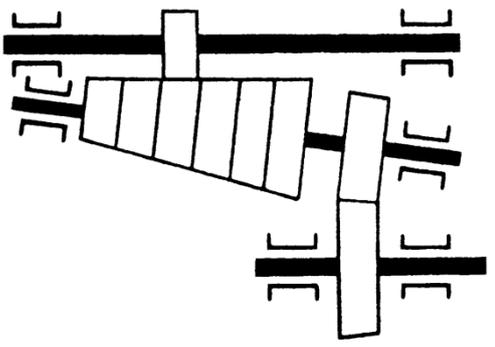
11



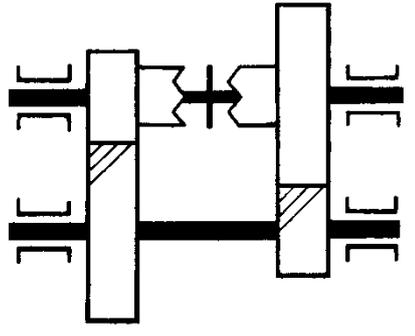
12



13

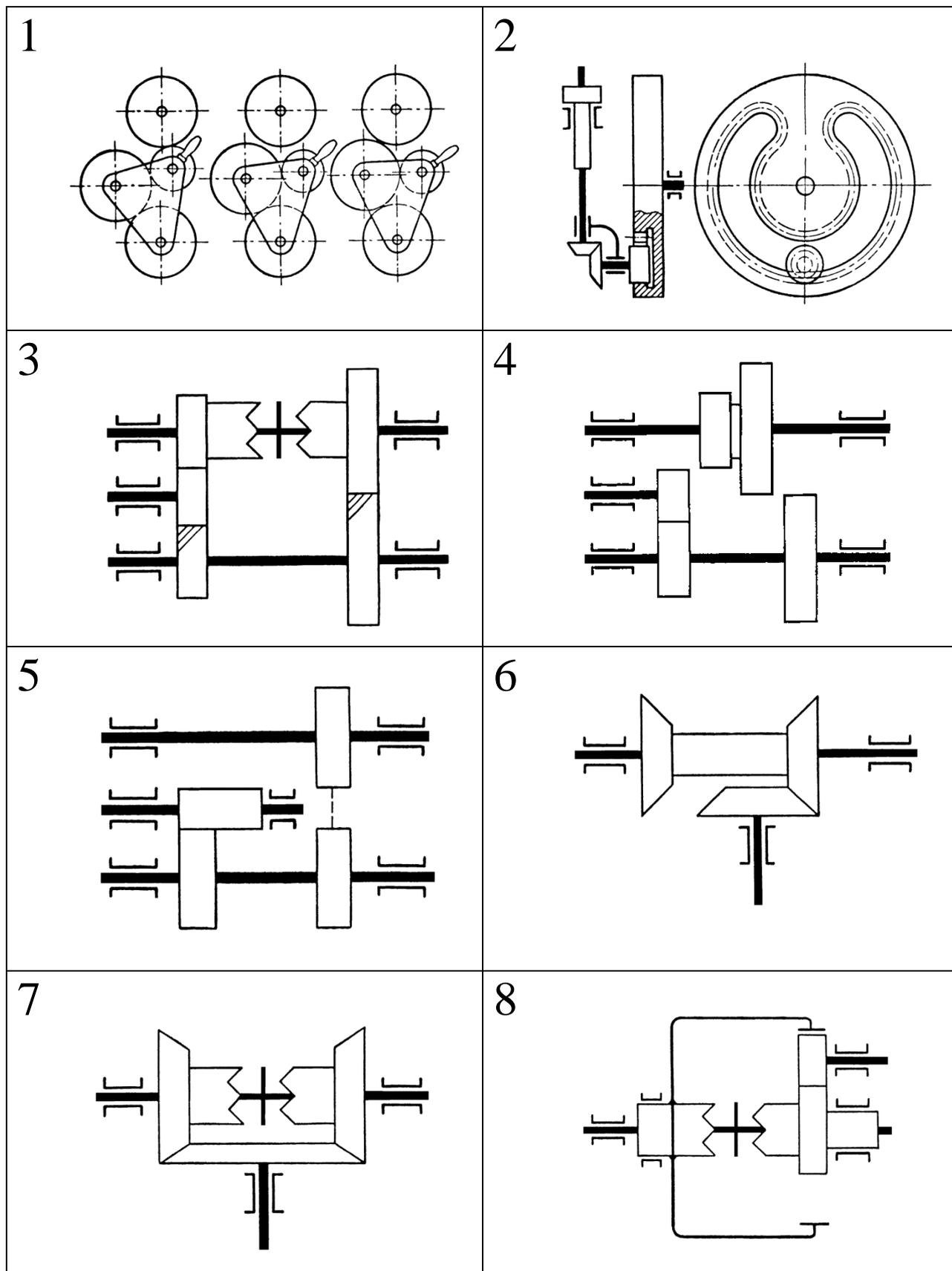


14



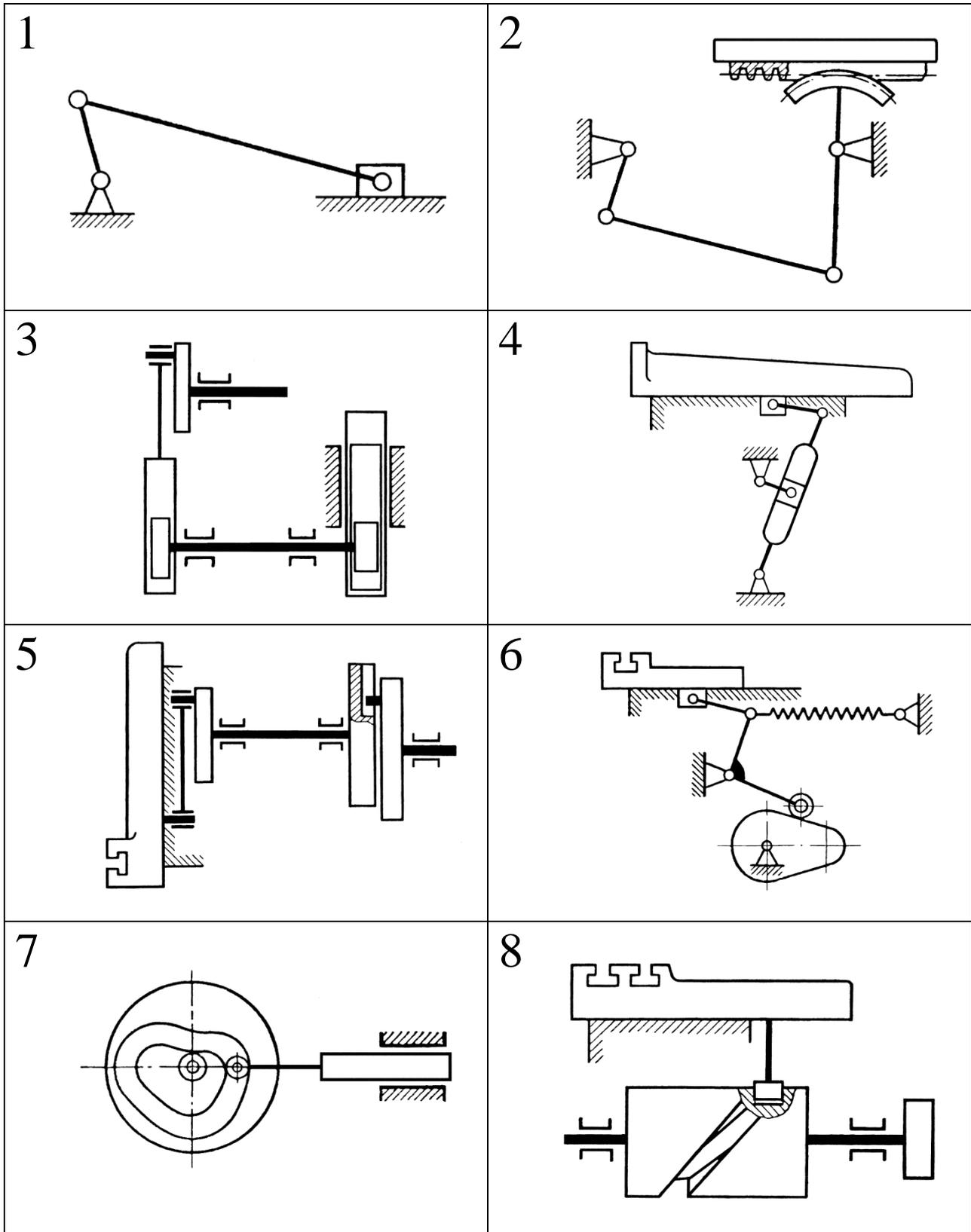
Приложение В

Типовые механизмы для реверсирования движения



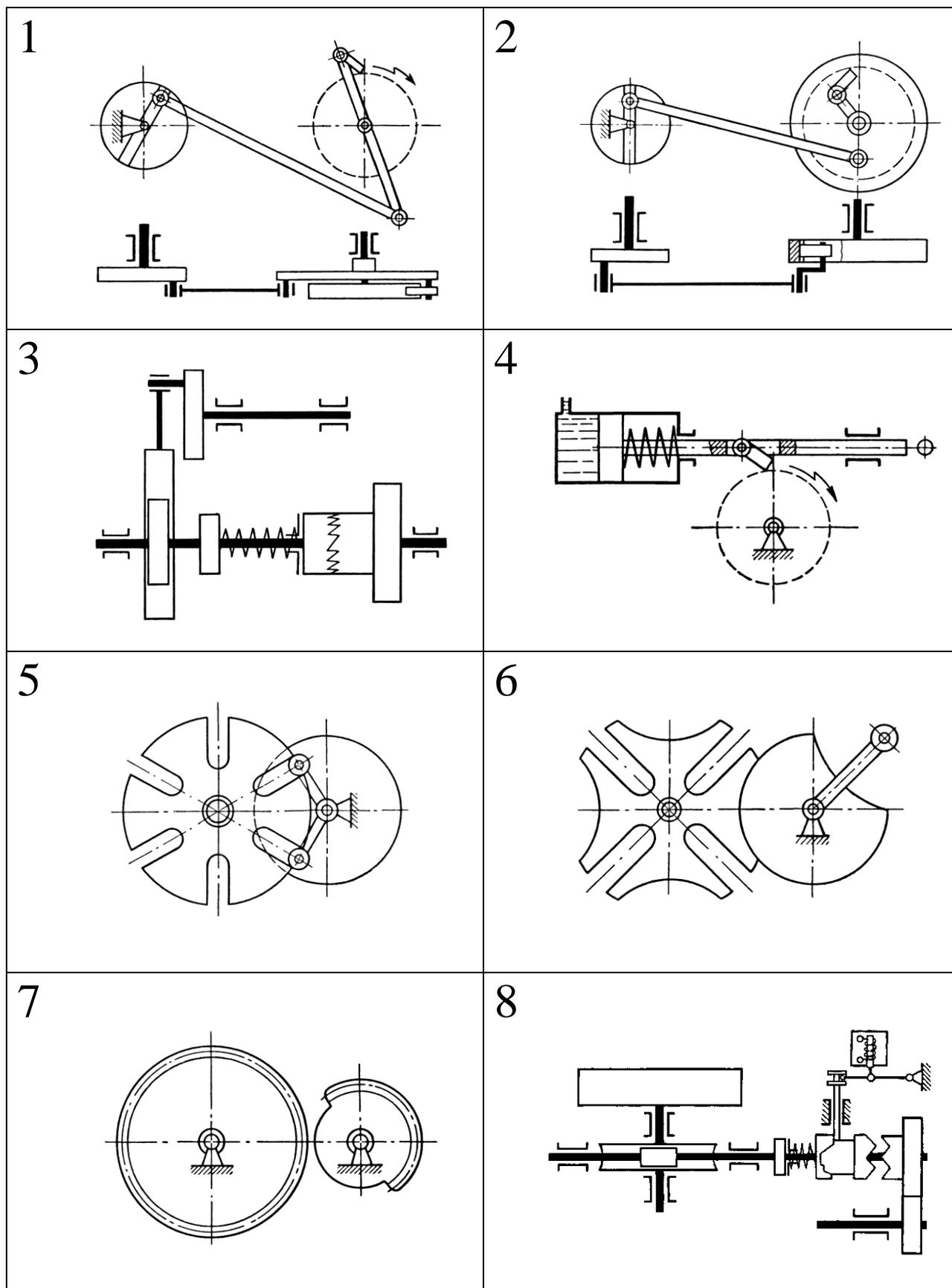
Приложение Г

Типовые механизмы для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное



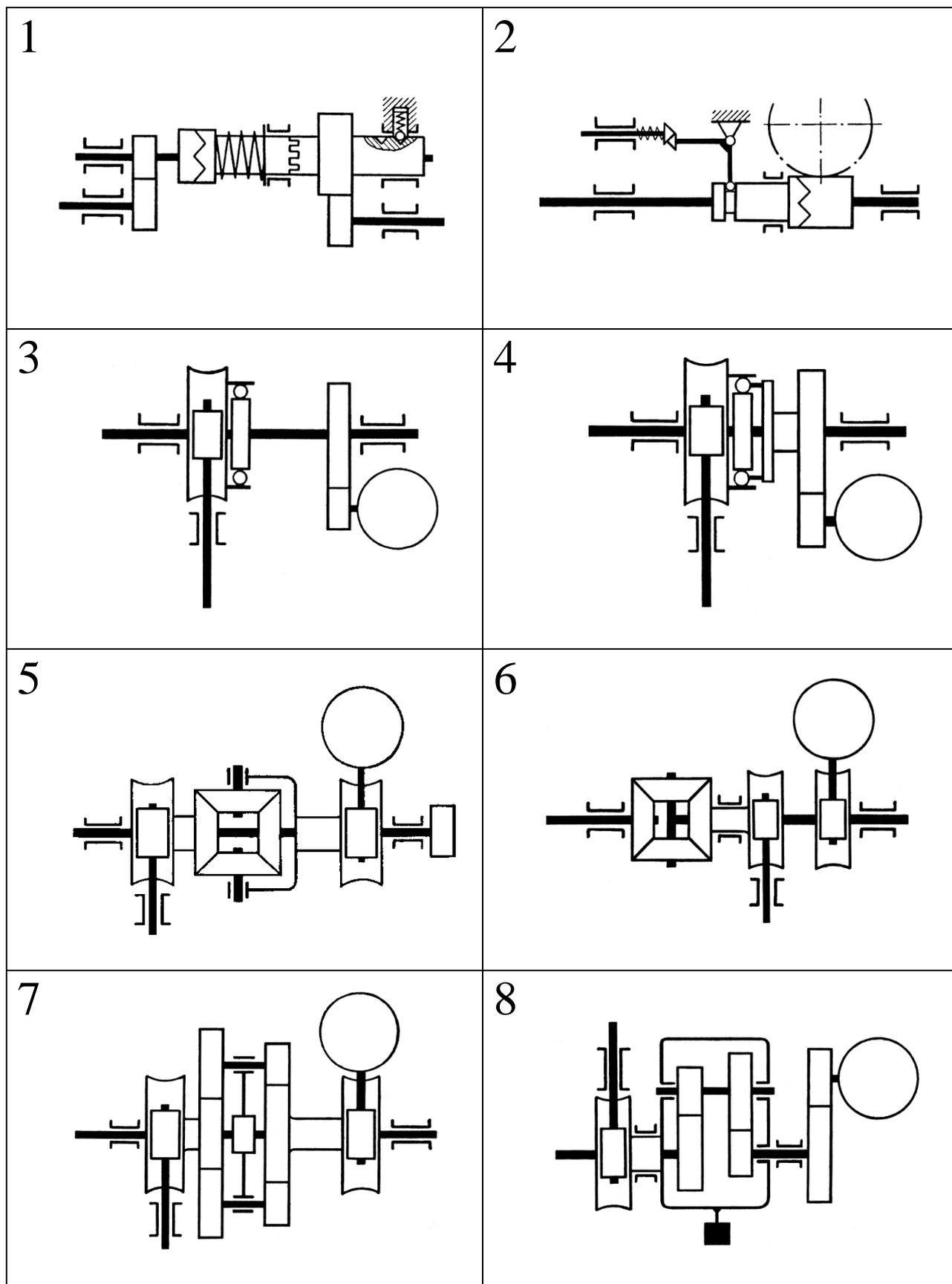
Приложение Д

Типовые механизмы для получения прерывистого движения



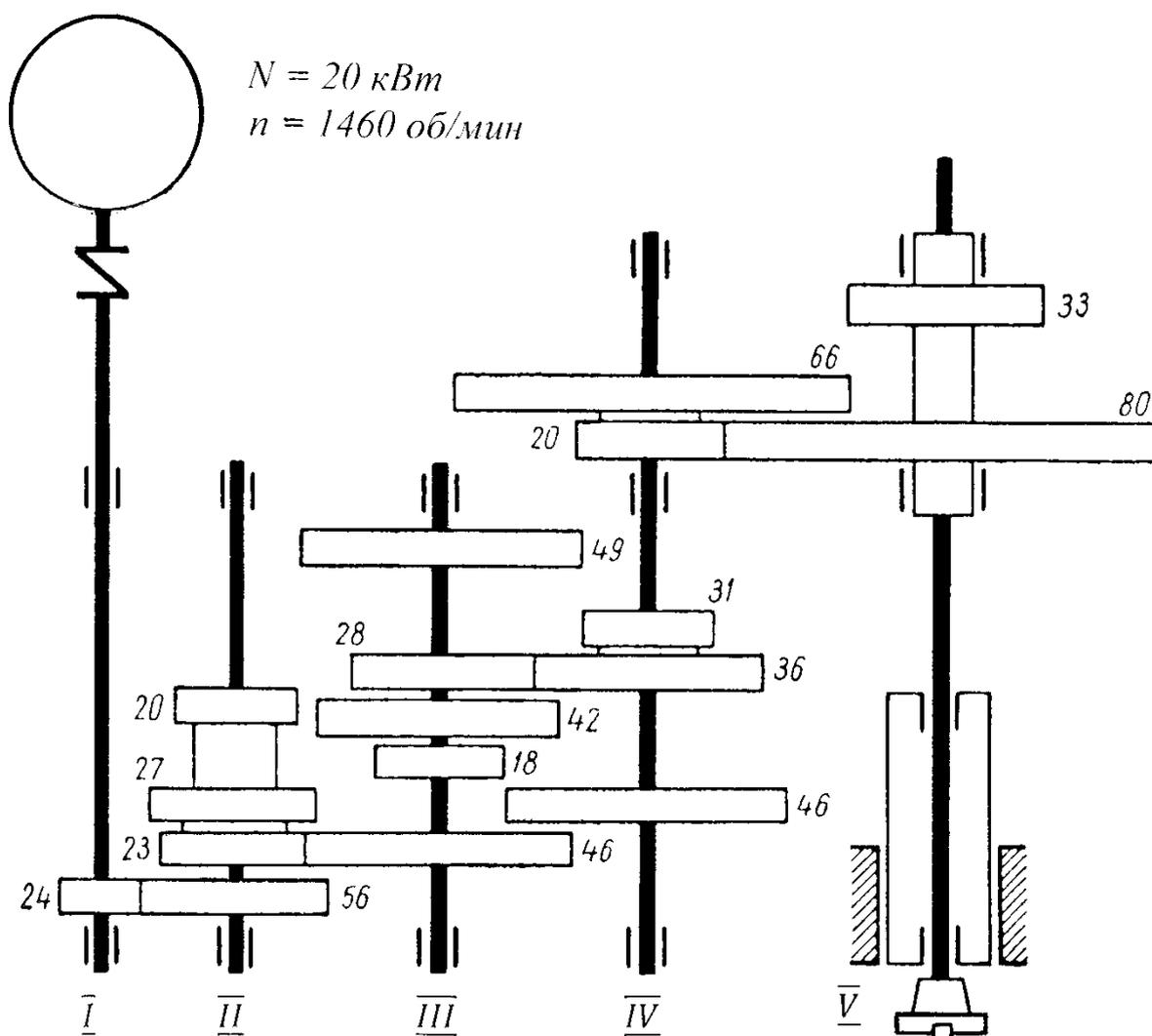
Приложение Е

Типовые механизмы самовыключения, обгона и планетарные



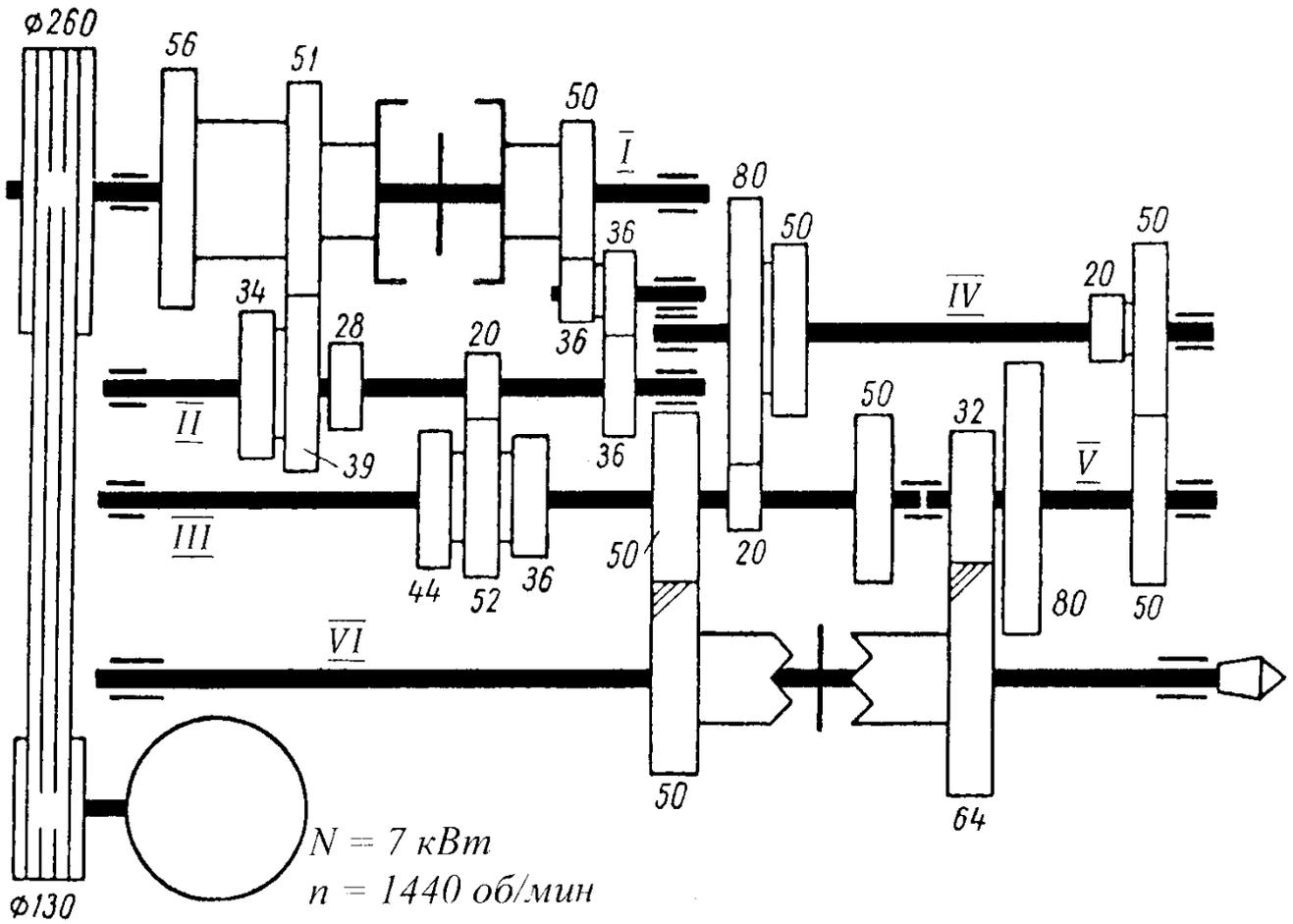
Приложение Ж

Типовые приводы движения резания с механизмами
для ступенчатого изменения частоты вращения,
с вертикальным расположением валов



Приложение 3

Типовые приводы движения резания с механизмами для ступенчатого изменения частоты вращения, с горизонтальным расположением валов



СОДЕРЖАНИЕ

1 Основные механизмы металлорежущих станков	3
2 Приводы и передачи, применяемые в станках. Определение передаточных отношений	4
3 Условные обозначения элементов кинематических схем	15
4 Механизмы металлорежущих станков	23
Литература	47
Приложение А. Типовые приводы для бесступенчатого изменения частоты вращения валов	48
Приложение Б. Типовые приводы для ступенчатого изменения частоты вращения	49
Приложение В. Типовые механизмы для реверсирования движения	51
Приложение Г. Типовые механизмы для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное.	52
Приложение Д. Типовые механизмы для получения прерывистого движения.	53
Приложение Е. Типовые механизмы самовыключения, обгона и планетарные	54
Приложение Ж. Типовые приводы движения резания с механизмами для ступенчатого изменения частоты вращения, с вертикальным расположением валов	55
Приложение З. Типовые приводы движения резания с механизмами для ступенчатого изменения частоты вращения, с горизонтальным расположением валов	56

Учебное издание

**Агафонов Сергей Викторович
Охотин Михаил Васильевич**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

Учебно-методическое пособие

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР №070444 от 11.03.98 г.
Подписано в печать XX.XX.XX. Формат 60x84/16
Усл. печ. л. 3,5 Тираж 50

Издательство Иркутской государственной сельскохозяйственной академии
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный