

Министерство общего и профессионального образования Свердловской области
государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Свердловской области «Ирбитский мотоциклетный техникум»
(ГАПОУ СО «ИМТ»)

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ОП. 07 «Технологическое оборудование»

для студентов специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

Методические указания предназначены для самостоятельного выполнения студентами лабораторных работ в части освоения учебной дисциплины ОП.07 Технологическое оборудование программы подготовки специалистов среднего звена специальности 15.02.08 Технология машиностроения

Разработчик: А. А. Катцин, преподаватель ГАПОУ СО «ИМТ»

Методические указания соответствуют программе подготовки специалистов среднего звена учебной дисциплины ОП.07 Технологическое оборудование специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	4
Лабораторная работа № 1. Составление с натуры кинематической схемы коробки скоростей.	6
Лабораторная работа № 2. Построение графика частоты вращения шпинделя коробки скоростей.	8
Лабораторная работа № 3. Расчет, настройка и наладка универсального токарно-винторезного станка на нарезание различных видов резьбы.	11
Лабораторная работа № 4. Анализ конструкции и кинематики механизмов металлорежущих станков	13
Лабораторная работа № 5. Настройка универсальной делительной головки.	21
Лабораторная работа № 6. Изучение конструкции и кинематики конического дифференциального механизма	27
Список рекомендуемой литературы	43

Аннотация

Учебная дисциплина ОП. 07 Технологическое оборудование входит в обязательную часть циклов ШССЗ по специальности 15.02.08 Технология машиностроения и принадлежит к числу общепрофессиональных дисциплин (ОП.00) в составе профессионального цикла (П.00).

Содержание дисциплины ОП. 07 Технологическое оборудование связано с дисциплинами профессионального цикла.

Базовыми знаниями для изучения дисциплины являются знания общепрофессиональных дисциплин профессионального цикла: Электротехника и электроника, Гидравлические и пневматические системы, Процессы формообразования и инструменты, Технологическая оснастка.

Использование междисциплинарных связей позволит обеспечить преемственность в изучении материала и исключить дублирование, рационально и эффективно распределить учебное время.

В свою очередь, знания и практические умения, сформированные при изучении дисциплины ОП.07 Технологическое оборудование, будут способствовать более успешному освоению профессионального модуля ПМ. 03 МДК 03.01 Реализация технологических процессов изготовления деталей; выполнению студентами курсового проекта по междисциплинарному курсу МДК 01.02 Система автоматизированного проектирования и программирования, производственных заданий в период прохождения на предприятиях этапов производственной практики ПП.00 Производственной практики (по профилю специальности), ПДП Производственной практики (преддипломной), выполнению выпускной квалификационной работы в форме дипломного проекта.

В результате освоения дисциплины обучающийся:

Должен *уметь*:

- читать кинематические схемы;
- осуществлять рациональный выбор технологического оборудования для выполнения технологического процесса;

Должен *знать*:

- классификацию и обозначения металлорежущих станков;
- назначения, область применения, устройство, принципы работы, наладку и технологические возможности металлорежущих станков, в том числе с числовым программным управлением (далее - ЧПУ);
- назначение, область применения, устройство, технологические возможности робототехнических комплексов (далее - РТК), гибких производственных модулей (далее - ГПМ), гибких производственных систем (далее - ГПС).

Изучение дисциплины ОП.07. Технологическое оборудование направлено на формирование компетенций Техника по специальности 15.02.08 Технология машиностроения:

- *Техник должен обладать общими компетенциями (ОК), включающими в себя способность:*

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

- *Техник должен обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими видам деятельности:*

1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин:

ПК 1.1. Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

1. Участие в организации производственной деятельности структурного подразделения:

ПК 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 2.3. Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения.

2. Участие во внедрении технологических процессов изготовления деталей машин и осуществление технического контроля.

ПК 3.1. Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

Перечень лабораторных работ

Тема Вид деятельности	Кол-во часов
Лабораторная работа № 1. Составление с натуры кинематической схемы коробки скоростей.	2
Лабораторная работа № 2. Построение графика частоты вращения шпинделя коробки скоростей.	2
Лабораторная работа № 3. Расчет, настройка и наладка универсального токарно-винторезного станка на нарезание различных видов резьбы.	2
Лабораторная работа № 4. Анализ конструкции и кинематики механизмов металлорежущих станков	2
Лабораторная работа № 5. Настройка универсальной делительной головки.	2
Лабораторная работа № 6. Изучение конструкции и кинематики конического дифференциального механизма	2
Итого	12

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема работы «Составление с натуры кинематической схемы коробки скоростей».

Цель работы: формирование умений анализировать назначения и принципа действия узлов коробки скоростей.

Оборудование: узел коробки скоростей, отвертка, штангенциркуль ШЦ-1.

Задание: Рассмотреть заданную коробку скоростей. Проанализировать строение коробки, назначение, устройство. Произвести необходимые замеры.

Теоретические сведения.

Коробка скоростей является механизмом, предназначенным для ступенчатого изменения частоты вращения выходного вала - шпинделя.

Общий вид коробки скоростей приведен на рисунке 2а, а ее кинематическая схема – на рисунке 2б.

Широкое распространение получили коробки скоростей с зубчатыми колесами, имеющими различные числа зубьев, которые образуют различные варианты зацепления и таким образом изменяют передаточные отношения и скорости вращения ведомых звеньев. Изменение направления вращения производится с помощью включения в кинематическую цепь реверсирующих механизмов.

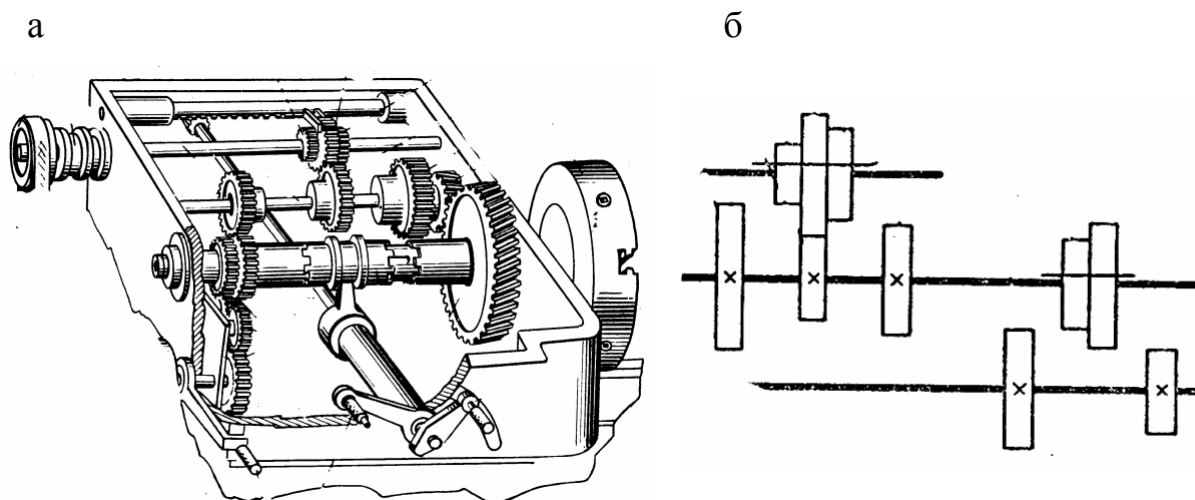


Рисунок 2 – Коробка скоростей токарно-винторезного станка

а - общий вид коробки скоростей; б – кинематическая схема коробки скоростей

Расчетные формулы:

Делительный диаметр $d = m \times Z$

Диаметр вершин зубьев $d_a = m \times Z + 2m$

Диаметр впадин зубьев $d_f = m \times Z - 2,5 m$

Межосевое расстояние $a = d_1 + d_2 / 2 = m \times (Z_1 + Z_2) / 2$

План выполнения лабораторной работы

1. Открыть крышку коробки скоростей
2. Найти первичный вал и вал – шпиндель.
3. Подсчитать число возможных скоростей.
4. Найти реверсивный механизм, установить его тип и выяснить принцип действия.
5. Начертить кинематическую схему
5. Изучить принцип изменения скорости и направления вращения шпинделя.
5. Измерить диаметры всех шестерен, подсчитать число их зубьев и вычислить модуль.

Содержание отчета

1. Тема, цель работы, используемое оборудование.
2. Кинематическая схема коробки скоростей.
3. Структурная формула коробки скоростей.
4. График частот вращения.
5. Расчет модуля зубчатых колес коробки скоростей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ГРАФИКОВ ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ

Тема работы «Построить график частот вращения шпинделя коробки скоростей».

Цель работы: формирование умений определять передаточное отношение каждой пары зубчатых колес и строить график частот вращения шпинделя коробки скоростей.

Оборудование: узел коробки скоростей, отвертка, штангенциркуль ШЦ-1.

Задание: По заданным исходным данным составить структурную формулу, определить знаменатель геометрического ряда, построить график частот вращения и проанализировать его с точки зрения оптимальности структуры коробки по заданным показателям: число передач в группе, их расположение, диапазон регулирования, пределы передаточных отношений.

Исходные данные:

Z – число ступеней частот вращения шпинделя; n_{\min} – минимальная частота вращения шпинделя, об/мин; ϕ – знаменатель стандартного геометрического ряда частот вращения шпинделя.

Исходные данные для проведения расчетов взять из Лабораторной работы №1.

Теоретические сведения. Кинематическая схема станка представляет собой условное изображение взаимосвязанных отдельных механизмов, участвующих в передаче движений различным исполнительным органам. Передачи, связывающие вращение двух соседних валов, образуют группу (элементарную коробку) передач. Порядок чередования групп в передаче выражает структурная формула

$$Z_{\text{гр}} = Z_{x1} \times Z_{x2} \times \dots \times Z_{xn},$$

где Z – число передач в группе; i – их передаточное отношение; x_1, x_2, x_n

кинематические характеристики групп передач.

Для кинематических расчетов коробок скоростей применяется графоаналитический метод.

Сущность графоаналитического метода состоит в условном изображении валов, их частот вращения, передач и их передаточных отношений в виде структурных сеток и графиков частот вращения.

Структурная сетка дает представление о количестве передач между валами, знаменателе и диапазоне регулирования элементарных коробок, последовательности включения передач для обеспечения ряда частот вращения шпинделя. Структурная сетка характеризует закономерности изменения передаточных отношений в групповых передачах при изменении частот вращения шпинделя по геометрическому ряду.

Показатели для анализа структурной сетки:

1) Симметричность и веерообразность расположения лучей. Симметричность структурной сетки может быть обеспечена в том случае, если произведение максимального и минимального передаточного отношения равно 1, т. е.

$$i_{\min} \cdot i_{\max} = 1.$$

2) Количество передач в группах, равное 2, 3 или 4:

$$Z_{gp} = 2, 3, 4.$$

3) Уменьшение количества передач в группах при приближении к шпинделю:

$$Z_{x0} > Z_{x1} > Z_{x2} \dots > Z_{xm}.$$

4) Увеличение характеристик переборных групп от основной к последней переборной:

$$X_0 < X_1 < \dots < X_m.$$

5) Диапазон регулирования

$$R = \varphi^{X_{пп}(Z_{пп}-1)} \leq [R],$$

где $X_{пп}$ – кинематическая характеристика последней переборной группы; $Z_{пп}$ – число передач в последней переборной группе; $[R] = 8$.

График частот вращения является видоизмененной структурной сеткой и показывает действительные значения частных передаточных отношений передач и частот вращения валов. График частот вращения строится в соответствии с кинематической схемой привода и структурной сеткой. Анализ графика частот вращения производится по следующим условиям:

- 1) Наибольшая возможная частота вращения первичного вала.
- 2) Уменьшение передаточного отношения в группах по мере приближения к шпинделю.

3) Для ограничения размеров зубчатых колес и радиальных габаритов коробок скоростей нормами станкостроения установлены пределы передаточных отношений:

$$i_{\min} \geq 0,25, i_{\max} \leq 2,$$

что соответствует значению диапазона регулирования

$$[R] = \frac{i_{\max}}{i_{\min}} = \frac{2}{0,25} = 8.$$

Передаточные отношения, удовлетворяющие этому условию, возможны в том случае, если число полей между линиями, условно обозначающими передачи, при выбранном φ не превышает указанное в табл. 3

Таблица 3

Максимальное число полей, допускаемое для пересечения линиями передач на структурном графике

Передачи	Число интервалов (показатель степени φ)				
	$\varphi = 1,12$	$\varphi = 1,26$	$\varphi = 1,41$	$\varphi = 1,58$	$\varphi = 1,76$
Понижающая	12	6	4	3	2
Повышающая	6	3	2	1	1

На графике частот вращения зубчатые передачи представлены в виде лучей с разным наклоном, соединяющих узловые точки графика. Лучи с на-

клоном вверх (считая слева направо) изображают ускорительную передачу ($i > 1$), а направленные вниз — замедляющую передачу ($i < 1$). Горизонтально расположенные линии соответствуют передаточному отношению $i = 1$.

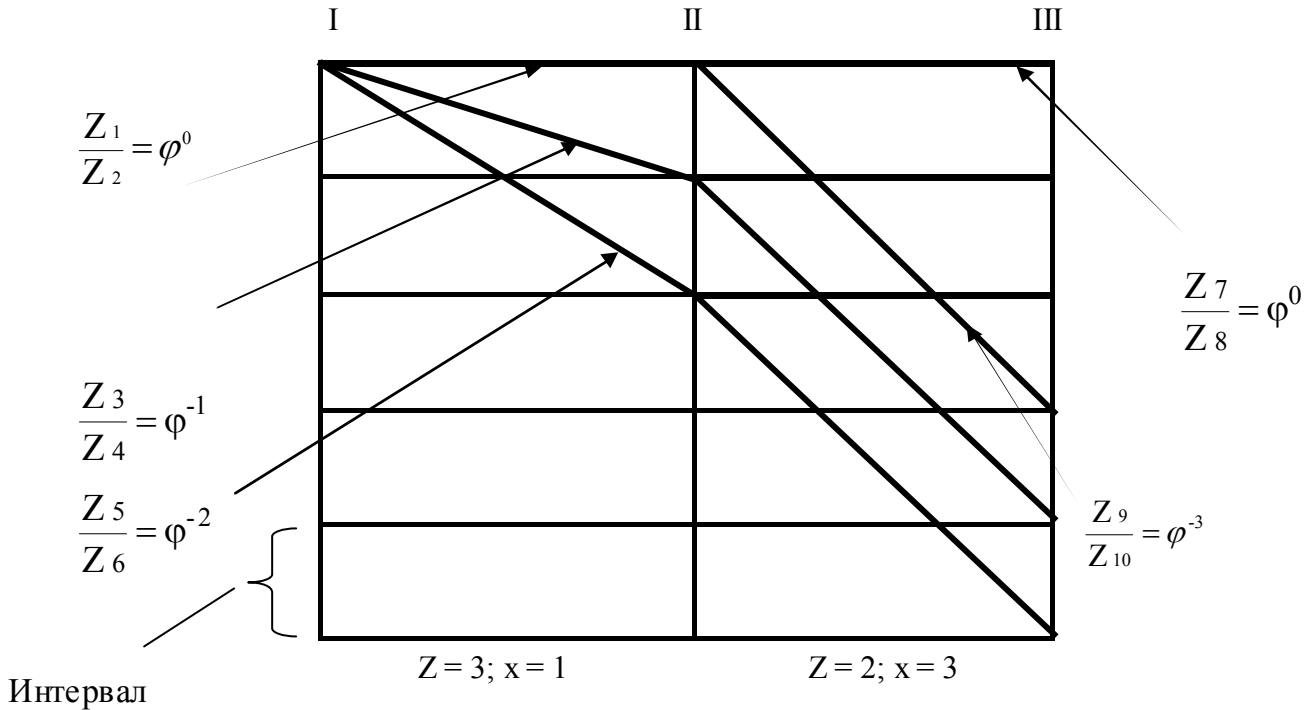


Рис. 1. График частот вращения:

I – первичный вал; II – промежуточный вал; III – шпиндель;
 Z – числа зубьев колес; X – кинематические характеристики групп колес;
 φ – знаменатель геометрического ряда ($\varphi = 1,26$)

Передаточные отношения для каждой пары зубчатых колес коробки определяют по отношению их чисел зубьев и выражают через знаменатель геометрического ряда φ :

$$i = \varphi^{\pm k},$$

где k – число интервалов между смежными валами, которые пересекает данный луч на графике частот вращения.

Знак «+» принимается для ускоряющей передачи, «-» – для замедляющей передачи; для горизонтальных лучей $k = 0$, $i = 1$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема работы «Настройка токарно-винторезного станка на нарезание различных видов резьбы»

Цель работы: ознакомиться со способами настройки токарно-винторезного станка на нарезание различных видов резьбы. Произвести настройку модели токарно-винторезного станка на нарезание метрической резьбы.

Оборудование: модель токарно-винторезного станка, набор сменных зубчатых колес, модель гитары, модели суппортов токарно-винторезного станка.

Теоретические сведения. На токарно – винторезных станках можно нарезать резцом резьбы различных типов. Для нарезания резьбы предназначена винторезная цепь станка, которая получает вращение от шпинделя и через трензель и гитару зубчатых колес передает его на ходовой винт, который связан с разъемной гайкой. Разъемная гайка жестко связана с суппортом станка. Для настройки станка на нарезание резьбы определенного шага предназначены такие механизмы, как гитара сменных колес и механизм Нортон (см рис 3). Механизм Нортон позволяет настроить станок на нарезание метрической, модульной и дюймовой резьбы. При нарезании метрической и модульной резьбы ведущим является блок колес, при нарезании дюймовой резьбы ведущим является передвижное колесо.

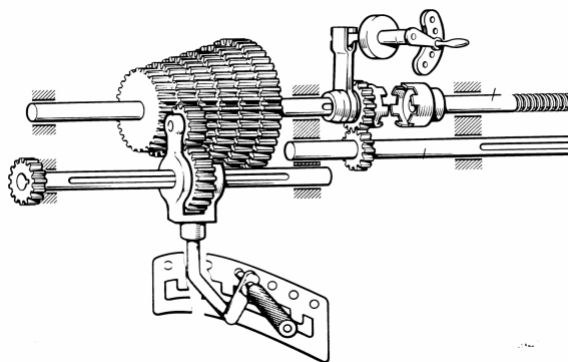


Рисунок 3 - Механизм Нортон

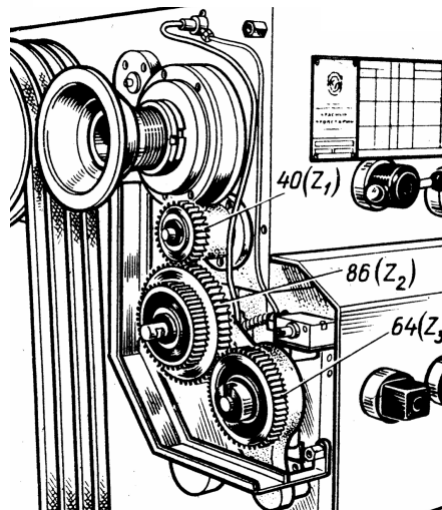


Рисунок 4 - Гитара сменных колес

Набор сменных зубчатых колес гитары токарно-винторезного станка:

$Z = 20, 24, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 44, 45, 46, 48, 50, 55, 60, 65, 68, 70, 71, 72, 75, 76, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 113, 120, 127.$

Условие сцепляемости сменных колес двухпарной гитары:

$$A + B > C + 15$$

$$C + d > B + 15$$

Характеристики резьбы:

Метрическая резьба: шаг T (мм)

Дюймовая резьба: n - число ниток на один дюйм (25,4 мм), то есть шаг $T = 25,4/n$ (мм)

Модульная резьба: m – модуль резьбы, то есть шаг $T = \pi \times m$ (мм)

План выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с устройством резьбонарезной цепи токарно-винторезного станка.

1.1. Составить уравнение кинематического баланса для нарезания резьбы на модели токарно-винторезного станка.

1.2. В первом случае вращающий момент производится настройка с помощью гитары сменных колес. Во втором случае настройка производится с помощью механизма Нортон

- 1.3. Подсчитать числа зубьев гитары сменных колес.
 - 1.4. Подсчитать числа зубьев механизма Нортона.
 - 1.5. Измерить шаг ходового винта.
 - 1.6. Сосчитать шаг резьбы которая может быть нарезана на модели станка через гитару и через каждую ступень механизма Нортона.
2. Если расчетный шаг резьбы получится нестандартным, то округлить его до ближайшего стандартного и пересчитать числа зубьев гитары сменных колес и механизма Нортона.
3. Оформить отчет по лабораторной работе.

Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель работы и применяемое оборудование.
3. Схему резьбонарезной цепи модели станка с участием гитары сменных колес с указанием чисел зубьев колес гитары и шага ходового винта.
4. Схему резьбонарезной цепи модели станка с участием механизма Нортона с указанием чисел зубьев механизма Нортона и шага ходового винта.
5. Два уравнения кинематического баланса (через гитару и через гитару с механизмом Нортона).
6. Расчет шага нарезаемой резьбы для четырех случаев:
 - 6.1. Использование гитары сменных колес
 - 6.2. Три ступени механизма Нортона.
7. Величину выбранного стандартного шага резьбы.
8. Расчет чисел зубьев колес гитары для выбранного стандартного шага резьбы.
9. Заключение по результатам работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема работы «Анализ конструкции и кинематики механизмов металло-режущих станков»

Цель работы: Провести анализ конструкции и кинематики механизма Нортонa, конического и цилиндрического механизмов реверса, механизма меандра.

Оборудование: Модели механизма Нортонa, механизмов реверса, механизма меандра.

Теоретические сведения. При помощи коробки подач изменяют скорость подачи инструмента (на токарных, револьверных, сверлильных и других станках) или заготовки (на фрезерных, строгальных и других станках). По сравнению с коробками скоростей коробки подач обеспечивают больший диапазон регулирования, так как величины подачи более разнообразны, чем величины чисел оборотов шпинделя, особенно при токарных и резьбонарезных работах. В коробках подач применяются зубчатые, фрикционные и гидравлические механизмы. Сменные зубчатые колеса устанавливаются на гитару коробки подач. Эта самая простая передача обеспечивает наладку на очень широкий диапазон подач.

Механизм Нортонa представляет собой механизм зубчатого конуса с накидным колесом, или передача, состоит из меньшего количества зубчатых колес, чем предыдущий механизм, а количество разных скоростей вращения такое же, так как накидное колесо, устанавливаемое при помощи рычага, может быть введено в зацепление с любым колесом ведомого вала (см. рисунок 8).

Механизм, называемый меандром, также имеет накидное зубчатое колесо, которое может быть введено в зацепление поочередно с любым из четырех колес двух блоков (см рисунок 9).

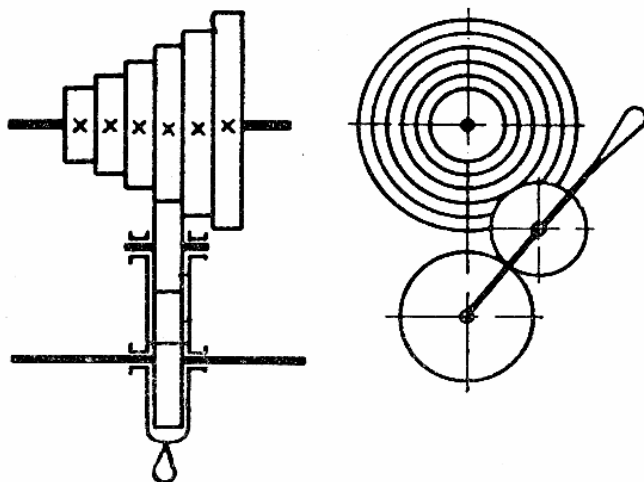


Рисунок 8 – Механизм Нортон.

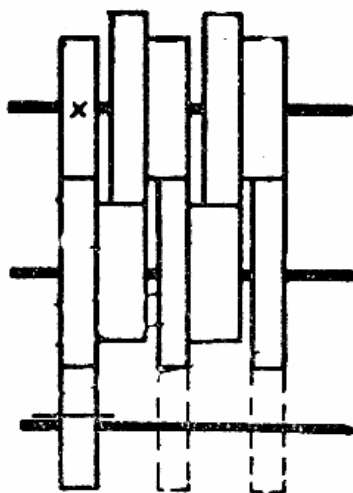


Рисунок 9 – Механизм Меандра.

Реверсивные механизмы изменяют направление движения рабочих органов станка. Реверсирование можно осуществлять механическим, электрическим или гидравлическим способом.

Изменять направление движения можно с помощью механизма с цилиндрическими зубчатыми колесами благодаря введению между двумя цилиндрическими колесами третьего, паразитного, колеса, которое не передает мощность, а вращаясь вокруг оси, изменяет направление вращения ведомого вала (см. рисунок 10).

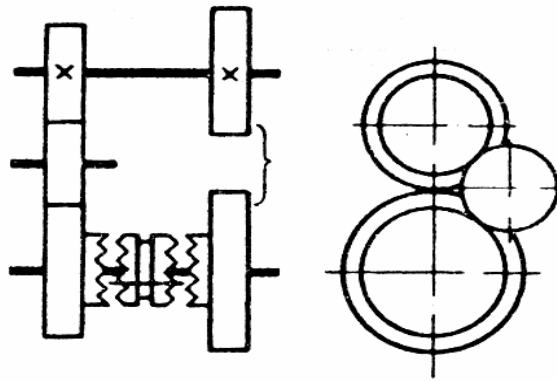


Рисунок 10 – Реверсивный механизм с цилиндрическими колесами

Также изменять направление движения можно с помощью механизма с коническими зубчатыми колесами, которые свободно вращаются на валу и соединяются с валом с помощью муфты, которая соединяется с валом с помощью призматической шпонки (см. рисунок 11).

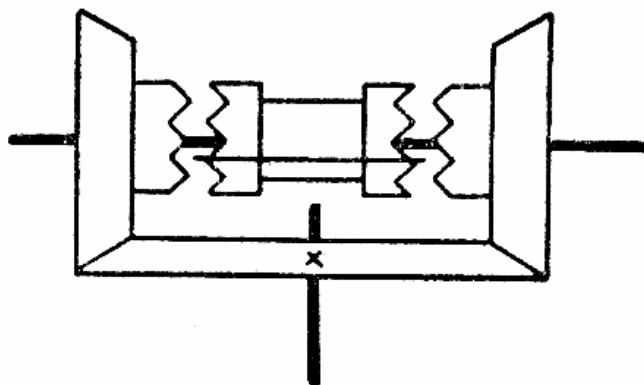


Рисунок 11 – Реверсивный механизм с коническими колесами

План выполнения лабораторной работы

1. Изобразить кинематическую схему всех механизмов.
2. Определить принцип работы механизмов.
3. Рассчитать все возможные передаточные отношения ступеней механизма Нортон.
4. Рассчитать все возможные передаточные отношения ступеней механизма меандра.

5. Определить назначение всех механизмов.
6. Приняв шаг ходового винта равным 4 мм, рассчитать:
 - 6.1 Величину шага нарезаемой резьбы для каждой ступени механизма Нортонa.
 - 6.2 Величину шага нарезаемой резьбы для каждой ступени механизма меандра.
7. По всем пунктам оформить отчет.

Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель работы и применяемое оборудование.
3. Кинематические схемы механизмов Нортонa, меандра, реверса.
4. Расчет передаточных отношений всех ступеней механизма Нортонa
5. Расчет передаточных отношений всех ступеней механизма меандра
6. Описание способа реверсирования движения с помощью механизмов реверса.
7. Расчет шагов нарезаемой резьбы для механизмов Нортонa и меандра
8. Заключение по результатам работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема работы: «Настройка универсальной делительной головки»

Цель работы: формирование умений наладки делительной головки для непосредственного, простого и дифференциального делений.

Оборудование: Универсальная делительная головка с набором сменных зубчатых колес.

Теоретические сведения. Делительная головка УДГ – 250 (рисунок 5) устроена следующим образом. На чугунном основании со стяжными цапфами установлен поворотный корпус, который можно поворачивать вокруг

своей оси на угол в пределах 0-10 град вниз и 0-100 град вверх. Угол поворота устанавливают по шкале с нониусом, В корпусе расположен шпиндель со сквозным отверстием, на переднем конце которого можно закрепить центр, либо поводковый или кулачковый патрон и диск (лимб) для непосредственного деления. На заднем конце шпинделя устанавливается оправа для сменных зубчатых колес. В средней части шпинделя расположено червячное колесо, которое при необходимости стопорится зажимом.

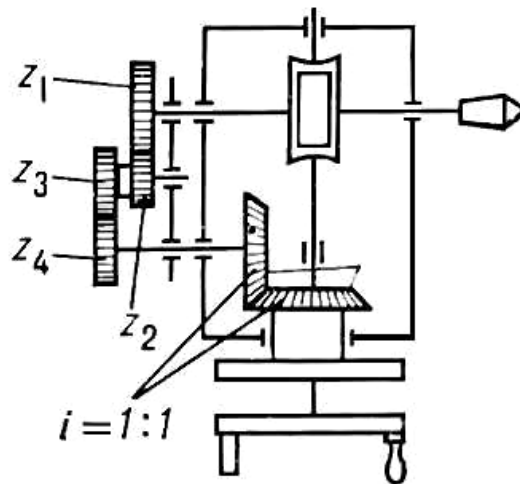


Рисунок 5 – Устройство УДГ-250

На боковой стороне делительной головки имеется основной делительный диск (лимб), с двух сторон которого имеются отверстия. С одной стороны окружности с 24, 25, 26, 28, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 44 отверстиями, а с другой - с 46, 47, 49, 51, 52, 54, 58, 60, 62, 66 отверстиями.

При работе необходимо пользоваться то одной, то другой стороной диска, для чего его снимают с валика и закрепляют противоположной стороной. К делительному диску с помощью пружины прижат раздвижной сектор состоящий из раздвижных ножек и зажимного винта. Вращение шпинделю передается от рукоятки с фиксатором, которая перемещается по делительному диску.

Применяют следующие способы наладки универсальных делительных головок (рисунок 5):

- для непосредственного деления;
- простого деления;
- дифференциального деления.

Непосредственное деление:

Заготовка закрепляется в трехкулачковом патроне, установленном на шпинделе делительной головки. Поворот заготовки осуществляется вращением шпинделя. Отсчет угла поворота производится по делительному диску (лимбу), установленному на шпинделе головки. Червяк головки должен быть выведен из зацепления с червячным колесом. Поворот обрабатываемой заготовки осуществляют вращением шпинделя, Отсчет угла поворота производят по градуированному на 360° диску. Угол поворота шпинделя (в град) при делении на Z частей

$$\alpha = 360 / Z$$

Например, надо определить угол поворота шпинделя при фрезеровании заготовки с 8 гранями. По формуле определяем угол поворота шпинделя

$$\alpha = 360 / Z = 360 \setminus 8 = 45^\circ$$

Если диск вместо градуировки на шкале имеет отверстия, то поворот шпинделя осуществляют на соответствующее число промежутков "П" между отверстиями на выбранном делительном круге диска.

Простое деление:

Боковой делительный диск должен быть закреплен стопором, а червяк введен в зацепление с червячным колесом. Поворот шпинделя производят вращением рукоятки с фиксатором относительно делительного диска. Число оборотов рукоятки можно определить из кинематического уравнения головки (см. рис 5).

$N = 40$ - число зубьев червячного колеса, которое называется характеристикой головки;

Из этого уравнения получаем формулу настройки.

$$n \text{ рук} = 40/Z$$

Полученную дробь необходимо преобразовать так, чтобы знаменатель дроби соответствовал количеству делений какой-либо концентрической окружности лимба. Тогда числитель укажет, число промежутков, которое необходимо пропускать на n-ой шкале с делениями.

Пример. Надо определить круг и угол разворота линеек сектора для фрезерования зубчатого колеса с $Z = 35$.

$$\begin{aligned} \text{Тогда} \qquad \qquad \qquad n \text{ рук} &= 40/35 \\ 40/35 &= 1 * 5/35 = 1 * 1/7 = 1 + 7/49 \end{aligned}$$

Т.е. производим один полный оборот рукоятки и 7 промежутков на круге с 49 делениями.

Дифференциальное деление:

Его применяют тогда, когда пустое деление осуществить невозможно, т.к. на делительном диске нет окружности с необходимым количеством отверстий, например, нельзя разделить на 61, 67, 73, 49 и т.д.

При дифференциальном делении шпиндель головки соединяют гитарой сменных зубчатых колес $Z_1 \setminus Z_2 * Z_3 \setminus Z_4$ с делительным диском, который освобождается от фиксаторов (защелки).

При расчете дифференциального деления, вместо заданного числа делений, которое нельзя осуществить способом простого деления, задаются произвольным вспомогательным числом делений X , которое должно быть близким к требуемому числу делений Z .

При делении на X частей простым способом при $N = 40$ количество оборотов рукоятки было бы:

$$n \text{ рук} = 40 / X$$

Но в то же время делительный диск, связанный с рукояткой передачей $Z_1 \setminus Z_2 * Z_3 \setminus Z_4$ дополнительно повернется на некоторую величину, причем если передаточное отношение гитары сменных колес положительное, то направление вращения рукоятки и диска совпадают. При отрицательном же передаточном отношении гитары сменных колес рукоятка и диск должны вра-

щаться в противоположном направлении. Нужное направление вращения лимба обеспечивается установкой в гитаре паразитной шестерни.

Количество оборотов рукоятки для деления заготовки на $1/Z$ частей можно выразить в виде алгебраической суммы двух движений : Π м величины оборотов рукоятки относительно делительного диска и H вместе с диском, откуда получаем передаточное отношение сменных колес гитары

$$\frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{40}{X} \times (X - Z)$$

Если передаточное отношение сменных колес положительное, то делительный диск должен вращаться в ту же сторону, что и рукоятки, а если отрицательное, то навстречу рукоятке. Нужное направление вращения достигается при помощи промежуточных колес, которые устанавливаются на пальце гитары.

План работы

1. Осуществить непосредственное деление окружности заготовки на 8 частей. (φ шп = $360/Z$)

2. Настроить делительную головку на простое деление окружности на 27 и на 45 частей.

2.1 Подсчитать число оборотов рукоятки по формуле $n \text{ рук} = 40/Z$

2.2 Преобразовать полученную дробь так, чтобы знаменатель ее соответствовал числу делений одной из окружностей лимба. Тогда числитель укажет число промежутков, которое нужно пропускать при делении.

Числа отверстий делительного диска: 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66.

2.3 Определить угол разворота линеек сектора.

3. Определить на сколько частей разделится окружность, если известно передаточное число гитары дифференциального деления.

Содержание отчета

1. Тема, цель работы, используемое оборудование.
2. Кинематическая схема УДГ-250.
3. Описание и расчет настройки УДГ-250 на непосредственное деление.
4. Описание и расчет настройки УДГ-250 на простое деление.
5. Описание и расчет настройки УДГ-250 на дифференциальное деление.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема работы «Анализ конструкции и кинематики механизмов металло-режущих станков»

Цель работы: Провести анализ конструкции и кинематики механизма Нортона, конического и цилиндрического механизмов реверса, механизма меандра.

Оборудование: Модели механизма Нортона, механизмов реверса, механизма меандра.

Теоретические сведения. При помощи коробки подач изменяют скорость подачи инструмента (на токарных, револьверных, сверлильных и других станках) или заготовки (на фрезерных, строгальных и других станках). По сравнению с коробками скоростей коробки подач обеспечивают больший диапазон регулирования, так как величины подачи более разнообразны, чем величины чисел оборотов шпинделя, особенно при токарных и резьбонарезных работах. В коробках подач применяются зубчатые, фрикционные и гидравлические механизмы. Сменные зубчатые колеса устанавливаются на гитару коробки подач. Эта самая простая передача обеспечивает наладку на очень широкий диапазон подач.

Механизм Нортона представляет собой механизм зубчатого конуса с накатным колесом, или передача, состоит из меньшего количества зубчатых колес, чем предыдущий механизм, а количество разных скоростей вращения

такое же, так как накидное колесо, устанавливаемое при помощи рычага, может быть введено в зацепление с любым колесом ведомого вала (см. рисунок 8).

Механизм, называемый меандром, также имеет накидное зубчатое колесо, которое может быть введено в зацепление поочередно с любым из четырех колес двух блоков (см рисунок 9).

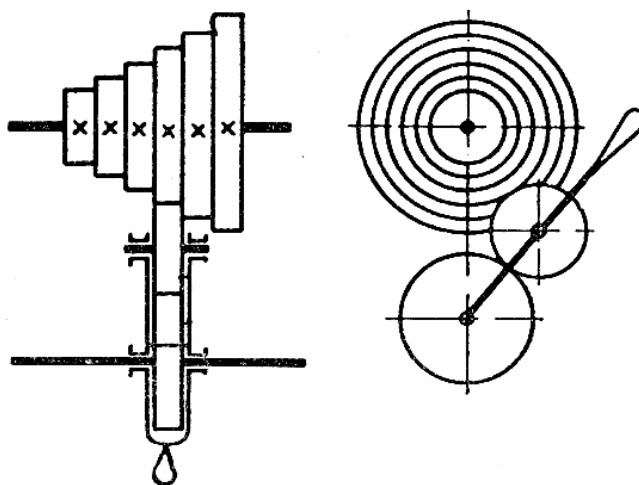


Рисунок 8 – Механизм Нортон.

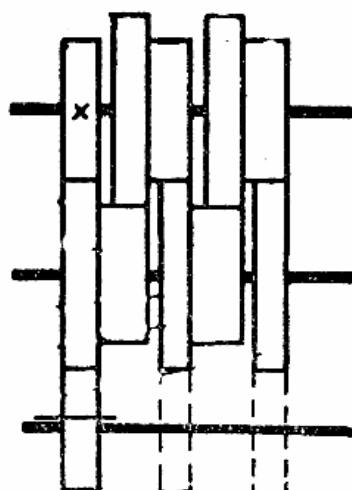


Рисунок 9 – Механизм Меандра.

Реверсивные механизмы изменяют направление движения рабочих органов станка. Реверсирование можно осуществлять механическим, электрическим или гидравлическим способом.

Изменять направление движения можно с помощью механизма с цилиндрическими зубчатыми колесами благодаря введению между двумя цилиндрическими колесами третьего, паразитного, колеса, которое не передает мощность, а вращаясь вокруг оси, изменяет направление вращения ведомого вала (см. рисунок 10).

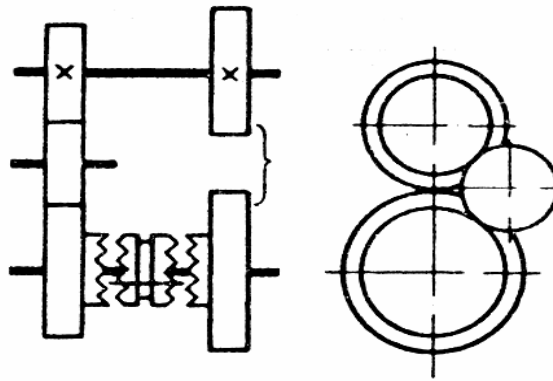


Рисунок 10 – Реверсивный механизм с цилиндрическими колесами

Также изменять направление движения можно с помощью механизма с коническими зубчатыми колесами, которые свободно вращаются на валу и соединяются с валом с помощью муфты, которая соединяется с валом с помощью призматической шпонки (см. рисунок 11).

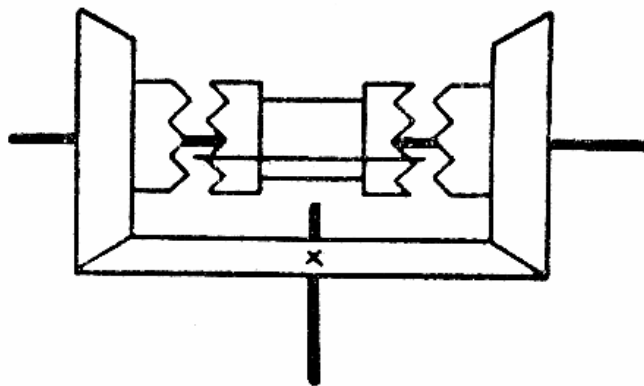


Рисунок 11 – Реверсивный механизм с коническими колесами

План выполнения лабораторной работы

1. Изобразить кинематическую схему всех механизмов.
2. Определить принцип работы механизмов.
3. Рассчитать все возможные передаточные отношения ступеней механизма Нортонa.
4. Рассчитать все возможные передаточные отношения ступеней механизма меандра.
5. Определить назначение всех механизмов.
6. Приняв шаг ходового винта равным 4 мм, рассчитать:
 - 6.1 Величину шага нарезаемой резьбы для каждой ступени механизма Нортонa.
 - 6.2 Величину шага нарезаемой резьбы для каждой ступени механизма меандра.
7. По всем пунктам оформить отчет.

Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель работы и применяемое оборудование.
3. Кинематические схемы механизмов Нортонa, меандра, реверса.
4. Расчет передаточных отношений всех ступеней механизма Нортонa
5. Расчет передаточных отношений всех ступеней механизма меандра
6. Описание способа реверсирования движения с помощью механизмов реверса.
7. Расчет шагов нарезаемой резьбы для механизмов Нортонa и меандра
8. Заключение по результатам работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Тема работы «Изучение конструкции и кинематики конического дифференциального механизма»

Цели работы:

1. Изучить устройство конического дифференциального механизма
2. Определить передаточные отношения между валами конического дифференциального механизма
3. Сформулировать принцип суммирования движений

Оборудование: модель конического дифференциального механизма

Теоретические сведения. Дифференциальный механизм, устройство, позволяющее получать результирующее движение как сумму или разность составляющих движений. В дифференциальном механизме с одной степенью свободы составляющие движения кинематически связаны и осуществляются одним приводом, а результирующее получается как разность этих движений. Дифференциальный механизм с одной степенью свободы применяют для получения малых точных перемещений или больших сил (например, в приборах, металлорежущих станках и т.п.).

В дифференциальном механизме с двумя и более степенями свободы составляющие движения независимы и выполняются каждое своим звеном. Известны разные типы таких дифференциальных механизмов, но наибольшее распространение получил дифференциальный механизм с коническими зубчатыми колёсами (обычно называемый просто дифференциалом) (см. рисунок 13), применяемый в автомобилях и др. транспортных машинах, механических приводах и т.п. Зависимость между действительными скоростями звеньев дифференциального механизма выражается формулой $\omega_1 + \omega_2 = 2\omega_B$ или $n_1 + n_2 = 2n_B$, где ω_1 , ω_2 , ω_B и n_1 , n_2 и n_B соответственно угловые скорости и частоты вращения центральных колёс и водила.

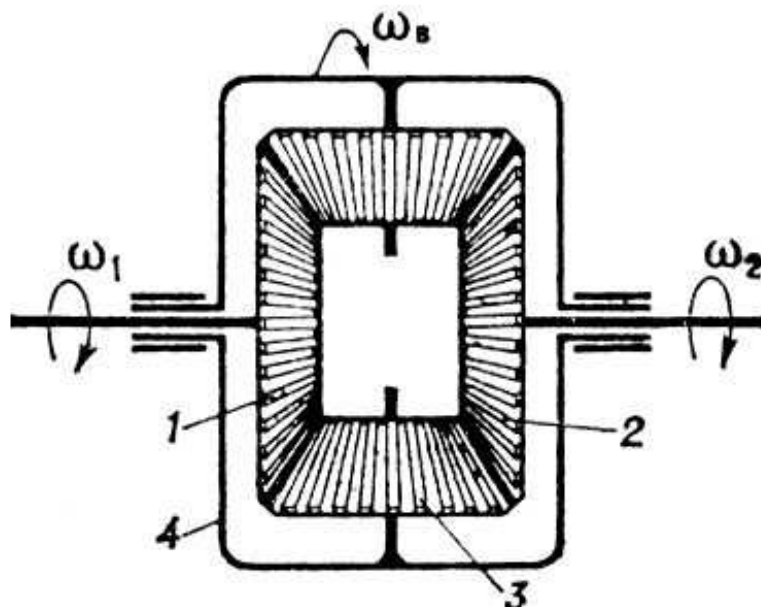


Рисунок 13 – Конический дифференциальный механизм

1 и 2 - центральные колёса; 3 - сателлит; 4 - водило; ω_1 , ω_2 , и $\omega_в$ - угловые скорости центральных колёс и водила

Кинематическое исследование пространственных планетарных механизмов методом планов угловых скоростей.

Рассмотрим этот метод исследования на примере планетарного механизма конического дифференциала заднего моста автомобиля. На рисунке 14 изображена схема механизма и планы угловых скоростей. Планы угловых скоростей строятся в соответствии с векторными уравнениями:

$$\omega_2 = \omega_1 + \omega_{21}; \quad \omega_3 = \omega_2 + \omega_{32};$$

$$\omega_4 = \omega_3 + \omega_{43} \quad \omega_5 = \omega_3 + \omega_{53}$$

Вектора относительных угловых скоростей направлены по осям мгновенного относительного вращения: ω_{21} - по линии контакта начальных конусов звеньев 2 и 1; ω_{32} - по оси шарнира С; ω_{43} - по линии контакта начальных конусов звеньев 4 и 3; ω_{53} - по линии контакта начальных конусов звеньев 5 и 3. Вектора абсолютных угловых скоростей направлены по осям кинематических пар, которые образуют звенья со стойкой:

$$\omega_2 - \text{по оси пары В} ; \omega_1 - \text{по оси пары А} ;$$

$$\omega_4 - \text{по оси пары Е} ; \omega_5 - \text{по оси пары D} .$$

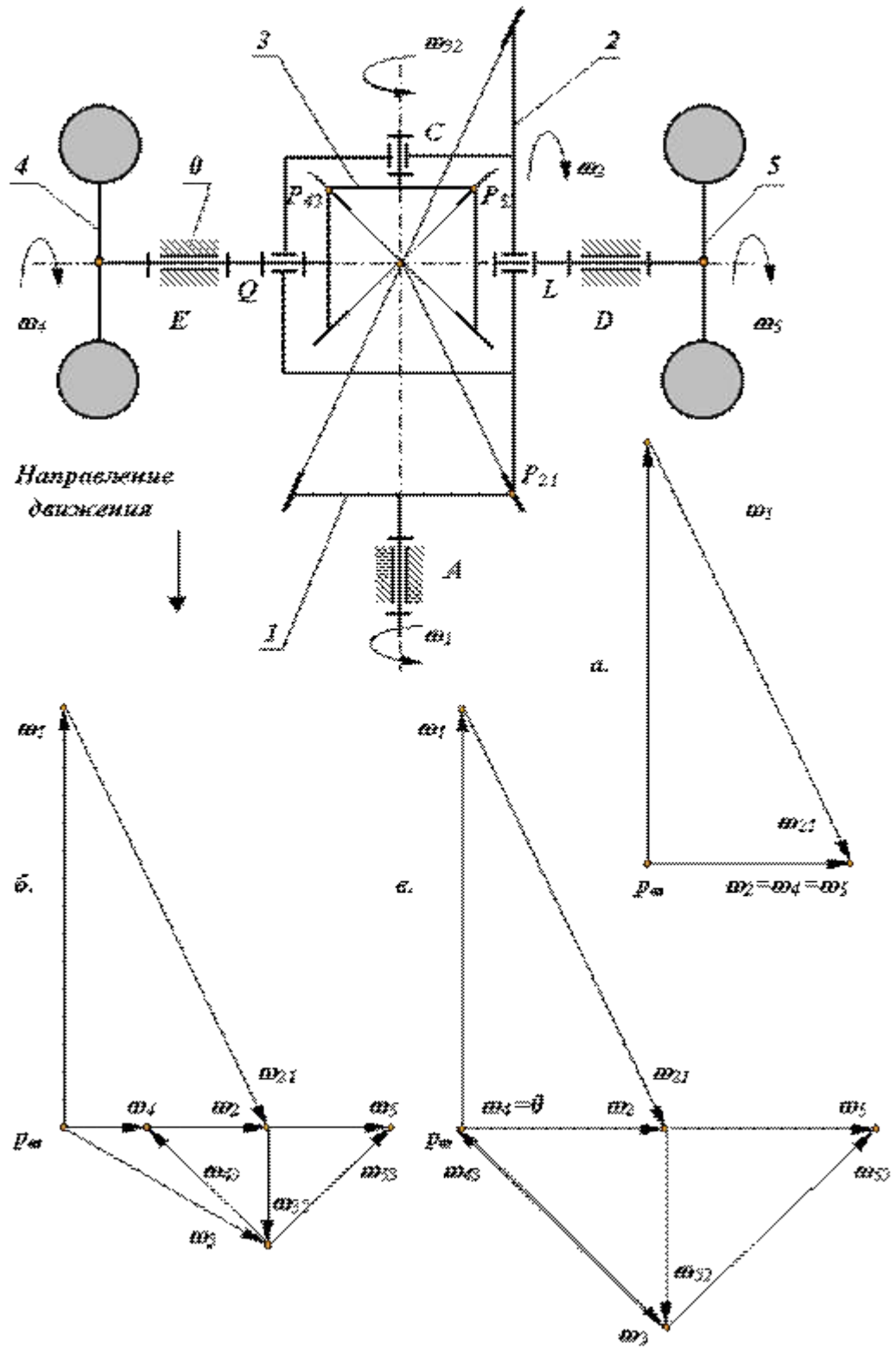


Рисунок 14 – Схема конического дифференциала и планы угловых скоростей

Направление угловой скорости сателлита 3 определяется соотношением величин угловых скоростей ω_2 и ω_{32} .

План выполнения лабораторной работы

1. Изучить устройство конического дифференциального механизма. Назвать все детали конического дифференциального механизма (водило, ведущие и ведомый валы, паразитные зубчатые колеса).
2. Изобразить кинематическую схему конического дифференциального механизма с указанием номеров валов и чисел зубьев зубчатых колес.
3. Определить изменение скорости вращения ведомого вала, вращая первый и второй валы одновременно в одном направлении и в разных направлениях.
4. Используя табличный метод определить передаточное отношение конического дифференциального механизма.
5. Используя графический метод (план скоростей) определить передаточное отношение конического дифференциального механизма.
6. Сформулировать принцип суммирования движений
7. Оформить отчет по лабораторной работе.

Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель работы и применяемое оборудование.
3. Кинематическая схема конического дифференциального механизма с указанием номеров валов и чисел зубьев зубчатых колес.
4. Расчет передаточных отношений конического дифференциального механизма табличным методом
5. Расчет передаточных отношений конического дифференциального механизма графическим методом (с помощью планов скоростей)
6. Описание принципа суммирования движений
7. Заключение по результатам работы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Аврамова Т.М., Бушуев В.В. Гиловой Л.Я.* Металлорежущие станки. Т.1, Т2. [Гриф Минобнауки РФ]. М.: Машиностроение, 2011. – 608 с. (http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3316)
2. *Бушуев В.В. Еремин А.В. Какоило А.А.* Металлорежущие станки: учебник для вузов [Гриф Минобрнауки РФ]. М.: Машиностроение, 2011. – 586 с. (http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3317).
3. *Вешкурцев В.И., Мирошин Д.Г.* Практикум по дисциплине «Оборудование отрасли». Учеб. пособие, [Гриф УМО по ППО]. - Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2012. - 60 с. (Режим доступа: http://www.rsvpu.ru/filedirectory/3468/miroshin_praktikum.pdf)
4. *Юркевич В.В.* Надежность и диагностика технических систем. Учеб. для вузов. [Гриф Минобразования РФ]. – М.: Академия, 2011. – 296 с.

Дополнительная

1. *Схиртладзе А.Г.* Технологическое оборудование машиностроительных производств. Учеб. пособие для вузов [Гриф Минобразования РФ]. - М. : Высшая школа, 2002. - 407 с.
2. *Кочергин А.И.* Конструирование и расчет металлорежущих станков станочных комплексов. Учеб. пособие для вузов. - Минск: Высшейш. шк., 1991.-382с.
3. Лабораторный практикум по металлорежущим станкам / Под. ред. А.И. Кочергина,- Минск: Высшейш. шк., 1986. - 134 с.
4. Металлорежущие станки / Н.С. Колев, Л.В. Красниченко, Н.С. Никулин и др. -М.: Машиностроение, 1980 - 500 с.