**Содержание**

1.Практическая работа №1

2.Практическая работа №2

3.Практическая работа №3

**Практическое задание №1**

Тема : «Построение и анализ компоновки универсальной кухонной установки для предприятий общественного питания»

Цель работы:

- изучение принципов компоновки конструкций технологического оборудования и методов формализации компоновок;

- приобретение практических навыков структурного кодирования компоновки.

План работы:

1.Изучить принципы составления компоновок технологического оборудования и методы их формализации.

2.Изучить состав и устройство универсальной кухонной машины.

3.Изучить методы координатного и структурно-координатного кодирования компоновок.

4.Записать в координатно-структурном коде возможные варианты компоновки универсальной кухонной машины.

Теоретическая часть

## Принципы выполнения компоновок технологического оборудования

Разработка оптимальных конструкций технологического оборудования для предприятий общественного питания связана с необходимостью оценки его свойств по основным показателям качества. Для объективного проведения такой оценки на первых этапах создания нового оборудования необходимо иметь набор правил или критериев предпочтения одного компоновочного варианта другому и технические требования к этим правилам.

Эти критерии должны базироваться на рациональной технологии получения того или иного продукта питания, а также на рациональном размещении подвижных частей машины на ее несущей системе, обеспечивающем достаточную жесткость и уравновешенность конструкции и оказывающем вследствие этого минимальное влияние погрешностей на технологию приготовления пищи.

Принципы получения компоновочных вариантов рассмотрим на примере создания универсального привода для выполнения совокупности операций по смешиванию, измельчению и взбиванию различных пищевых компонентов. В качестве критериев универсального привода примем следующие его выходные характеристики:

* изменение относительных положений рабочих органов привода в процессе выполнения технологических операций,
* распределение давлений на направляющих стыков несущей системы и подвижных блоков привода.

Технические требования к критериям должны вытекать из взаимосвязи технических характеристик привода с его основными технико-экономическими показателями, такими как производительность, степень измельчения продукта, коэффициент вариации доли компонентов в смеси и др.

Влияние компоновки привода, как основы его будущей конструкции, на показатели качества определяется используемыми методами технологии изготовления и принятыми конструктивными элементами. Например, геометрическими погрешностями звеньев компоновки, отклонениями от прямолинейности и несоосностью подвижных стыков, а также силовыми воздействиями, зависящими от условий работы привода и массы элементов компоновки. Силовые воздействия, вызываемые составляющими сил измельчения и смешивания, их отклонения, а также возмущения из-за погрешностей изготовления узлов и деталей универсального привода, неуравновешенности звеньев и других причин, зависят от режимов работы, качества обработки поверхностей, применяемых материалов, принятой конструкции этих узлов и других факторов.

Поэтому целью разработки технологической компоновки привода является определение и оценка компоновочных факторов, так как эти факторы оказывают непосредственное влияние на пространственно-силовое взаимодействие элементов, которое в свою очередь определяет величину статической и динамической деформации узлов привода. Эти деформации, приведенные к приводным валам, непосредственно влияют на стабильность качественных показателей обрабатываемого продукта.

Технологическую компоновку универсального привода, как и любого другого технического изделия, составляет совокупность исполнительных звеньев и элементов несущей системы, характеризуемая их количеством, типом и пространственным расположением.

Для анализа и синтеза компоновок привода используем следующие понятия:

* совокупность подвижных элементов компоновки и соответствующих им подвижных стыков составляет подвижный блок,
* каждый подвижный блок совершает соответствующее координатное движение относительно направляющих подвижных стыков,
* ряд подвижных блоков от исполнительного звена до стационарного элемента образует ветвь компоновки,
* несущая система привода представляет собой стационарный элемент,
* объединение ветвей составляет технологическую компоновку привода в целом.

Разнообразие возможных компоновок, которые можно предложить, приводит к необходимости формализации их синтеза. Формальное описание может быть получено путем моделирования, а также кодирования элементов компоновки. Кодирование элементов компоновки должно раскрывать структуру будущего изделия и давать представление о расположении элементов в пространстве.

Системы кодирования используются, например, при разработке компоновок металлообрабатывающего оборудования в станкостроении. Из известных систем кодирования представляет интерес использование координатного и координатно-структурного кода, которые позволяют описать компоновку в определенной системе координат по каждой ветви от исполнительного механизма до несущей системы, а последний код - число, вид и последовательность координатных движений подвижных блоков, пространственное расположение стыков, а также тип и форму элемента компоновки. То есть данные коды могут использоваться в качестве инструмента исследования при отборе и преобразовании компоновок.

Из всего многообразия возможных компоновок практическое количество принимаемых вариантов ограничивается рядом требований, которые оговариваются в техническом задании и исходных данных на проектирование той или иной машины. Например, таких как степень унификации блоков, пределы изменения технологических параметров рабочих зон изделия, разрешение или запрещение определенных видов движений в данной ветви компоновки, указание на размещение блока в определенном месте структуры ветви и др.

Координатный код базовой части компоновки записывается в виде последовательности цифр, обозначающих координатные движения входящих подвижных блоков,  , где n – число координатных движений (число подвижных блоков),  - стационарный элемент компоновки.

Каждому символу  в координатном коде ставятся в соответствие две цифры: первая – тип перемещения (1 – поступательное, 2 – вращательное), вторая – ось координат, вдоль и вокруг которой осуществляется движение (1,2,3 соответствуют осям X,Y,Z). Однако данный код в отличие от координатно-структурного, не содержит информации о расположении в пространстве плоскостей стыков, их типе и форме элементов компоновки. Например, координатный код компоновок, приведенных на рис. 1, а – б и в – г один и тот же, хотя направление расположения стыков разное.

Код 23 00 Код 22 00

z

x y

б) в) г)

Рис.1. Варианты и коды компоновок

На рис.2. приведены гипотетические варианты компоновок тестомесительных машин, записанные с помощью координатного кода, в тех же координатных осях, что и на рис. 1.

23 12 13 00 23 13 00

23 12 13 00 23 13 00

23 13 12 00 23 13 00 11

Рис. 2 Варианты компоновок тестомесильных машин

Координатно-структурный семизначный код записывается семью цифрами, а стационарный элемент, которым заканчивается i-ая ветвь компоновки, - семью нулями: , где n – число подвижных блоков.

 - тип перемещения элемента компоновки;

1,2,3 - прямолинейное поступательное, вращательное, колебательное соответственно;

 - ось перемещения для поступательного движения;

1,2,3 – вдоль осей  соответственно;

 - ось вращения (колебания) для вращательного или колебательного движений;

1,2,3 – вокруг осей  соответственно;

 - ось нормали к плоскости стыка при поступательном движении;

1,2,3 – вдоль осей  соответственно;

 - ось вращения (как и ) для вращательного или колебательного движений;

1,2,3 – вокруг осей  соответственно;

 - информация о наклоне стыка или оси вращения;

0,1,2,3 – отсутствие наклона или наклон оси вращения (или поворот нормали) вокруг осей  соответственно;

 - тип подвижного стыка;

1,2 – вращение в подшипниках качения или скольжения соответственно;

3,4 – качение или скольжение по плоскости;

- направление перехода через стык при движении от начала к концу ветви компоновки;

1 – совпадает с положительным направлением оси ;

2 – противоположно этому направлению;

 - форма элемента компоновки, входящего в подвижный блок;

1,2,3,4,5,6 – квадрат, цилиндр, призма, конус, сфера, кольцо соответственно.

Общим подходом к решению задач структурного синтеза компоновок является перебор вариантов, который целесообразно осуществлять с помощью направленного графа. Граф имеет семь уровней по числу позиций кодов подвижных блоков. При переборе вариантов на каждом уровне графа осуществляется проверка позиций по принятым ограничениям, и отмечаются отвергнутые варианты.

Задача синтеза технологической компоновки универсального привода может быть разбита на два этапа: синтез возможных вариантов подвижных блоков и компоновка ветвей привода.

Используя метод перебора вариантов и координатно-структурное кодирование, построим направленный граф и выявим некоторые варианты компоновок привода.

Введем следующие ограничения:

* вращательные движения должны совершаться параллельно осям и ,
* допускается наклонное расположение стыков подвижных блоков,
* тип стыков – вращение в подшипниках качения или скольжения,
* форма элементов, входящих в блоки не ограничивается.

1 2 z

x y

3

3 4

а)

2220212 2110222 2110112

Рис. 3. Варианты компоновок универсального привода кухонного оборудования и принятая система координат

1 – мясорубка, 2 – блендер, 3 – миксер, 4 – универсальный привод

Вывод: Изучила построение и анализ компоновки универсальной кухонной установки для предприятия общественного питания

**Практическое задание №2**

Тема: «Построение профиля кулачка и проектирование кулачкового механизма»

Цель работы:

- изучение типовых конструкций трехзвенных кулачковых механизмов и методики построения профиля плоских кулачков;

- приобретение практических навыков построения профиля кулачка.

План работы:

1.Изучить типовые конструкции кулачковых механизмов и методику их проектирования.

2. Изучить правила построения профилей плоских кулачков.

3. Построить профиль плоского кулачка по заданному закону движения толкателя.

Теоретическая часть

Плоские трехзвенные кулачковые механизмы. Эти механизмы позволяют получать движение ведомого звена по любому заданному закону. Ведущее звено – кулачок имеет вращательное движение, а ведомое звено выполняется в виде ползуна или качающегося рычага с роликом. Кулачок имеет участки рабочего и холостого хода. Профиль участка рабочего хода кулачка определяется рабочим процессом машины. Для получения плавного движения и небольших динамических нагрузок на участке холостого хода используют законы движения ведомого звена с косинусоидальным или синусоидальным изменением ускорения. Схема дискового кулачкового механизма приведена на рис. 1.

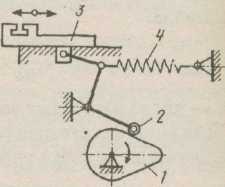


Рис. 1. Схема кулачкового механизма

1 – ведущее звено – кулачок, 2 – ролик, 3 – исполнительный орган, 4 - пружина

При проектировании кулачковых механизмов можно использовать аналитические зависимости для ускорения, скорости и перемещения ведомого звена.

Косинусоидальный закон дает скачкообразное изменение ускорения в начале и конце хода. Для него:

;

;

.

Синусоидальный закон дает плавное изменение ускорения, но приводит к увеличению . Для него

;

;

.

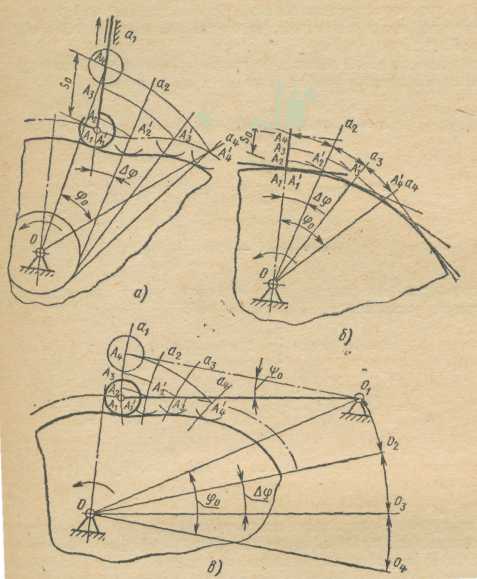


Рис.2. Схемы построения профилей кулачков

При построении профиля кулачка используется метод обращения движения: кулачок условно останавливается, а стойке сообщается вращение с угловой скоростью кулачка , но в противоположном направлении.

Последовательность построения профиля (рис.2):

- на прямолинейной или дуговой траектории движения характерной точки А ведомого звена наносят последовательные положения , которые эта точка займет при повороте кулачка на равные углы ;

- наносят последовательные положения  траектории точки А в обращенном движении и засечками из центра вращения кулачка находят последовательные положения  точки А в обращенном движении. При центральном механизме (рис.2 а) прямые  проходят через центр О;

- соединив  (рис.2а, в) плавной кривой, получают теоретический профиль кулачка. Проведя из центров  дуги радиусом ролика ведомого звена, получают действительный профиль кулачка. На рис. 2б действительный профиль кулачка будет огибающей прямых, проведенных через точки  перпендикулярно соответственно лучам 

Во избежание заклинивания необходимо чтобы угол давления между направлением скорости ведомого звена и направлением действующей на него силы не оказался слишком большим. Для кулачково-рычажных механизмов этот принимают .

Расчет и проектирование дисковых кулачков заключается в построении профиля, для чего необходимо:

- распределить функции между отдельными участками кулачка по выполнению рабочих и вспомогательных движений;

- установить размеры, определяющие положение кривых профиля в плоскости кулачка.

Требования к профилю кулачков:

- обеспечение равномерного движения исполнительных механизмов в процессе выполнения цикла;

- быстрый подвод и отвод исполнительных механизмов;

- точная синхронизация движений всех исполнительных механизмов .

Для каждого вида кулачка устанавливаются определенные диски –заготовки, которые характеризуются следующими размерами:

- максимальный и минимальный диаметр диска, в пределах которых располагается профиль;

- диаметр посадочного отверстия кулачка на распределительном валу;

- диаметр отверстий для фиксирования кулачка в определенном положении;

- диаметры роликов рычагов, находящихся в контакте с кулачками.

Диск-заготовка разбивается на 100 равных участков, соответствующих 3600 , и угол поворота кулачка оценивается количеством сотых делений, на которые он поворачивается. Нулевое деление, как правило, совпадает с осью фиксируемого отверстия.

Требованию равномерности движения исполнительного органа отвечает профиль рабочих ходов, очерченный по спирали Архимеда. Для построения профиля необходимо знать начальный и конечный радиус- векторы, а также деления кулачка, между которыми располагается данный участок профиля.

Методика построения участка рабочего профиля дискового кулачка. Предположим, что между точками  и  (рис. 1 ) располагается участок рабочего хода исполнительного механизма с радиусами и в начале и в конце хода. Делим дугу  на несколько равных частей и через точки деления  проведем прямые в виде радиусов. Опишем окружность 0-6 до пересечения в точке 1 и участок 1-5 делим на то же количество равных частей (точки, 2, 3, 4). Проводим через эти точки окружности до пересечения с соответствующими прямыми. Полученные точки 7, 8, 9 и точки 6 и 5 соединим плавной кривой.

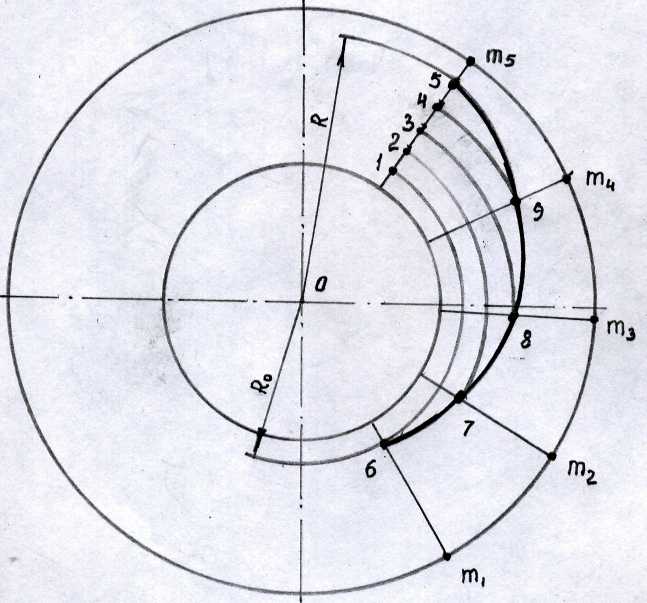


Рис. 1. Построение профиля участка подъема дискового кулачка

Требования и рекомендации при построении кулачков. Для обеспечения движения всех исполнительных механизмов необходимо так проектировать кулачки, чтобы операции проходили в заданной последовательности согласно циклограмме автомата с минимальной потерей времени между переходами.

Для чего необходимо:

- установить размеры отдельных участков (углов поворота) кулачка в зависимости от длительности переходов;

- затем расположить их в определенном порядке.

Размеры участков удобнее всего выражать числом делений кулачков, а их расположение обозначать номерами начального и конечного деления. При распределении участков должны учитываться как рабочие, так и вспомогательные движения.

Кулачки отдельных исполнительных механизмов проектируют отдельно, но с последующей увязкой и согласованием между собой.

В общем виде размеры участков кулачка можно определить из следующих соображений: за один цикл обработки кулачок поворачивается на 100 делений и расчет ведется в зависимости от времени обработки продукта с момента его подачи в зону обработки до момента выхода готового изделия. Положение того или иного исполнительного механизма относительно какой-либо неподвижной плоскости зависит от положения ролика на кулачке. Если ролик занимает положение соответствующее наибольшему радиусу кулачка , то расстояние исполнительного органа до неподвижной плоскости будет минимальным и наоборот.

При конструировании кулачковых механизмов необходимо стремиться к минимальным размерам и обеспечению прочности кулачка и ролика. А также точности воспроизведения закона движения толкателя.

Существенную роль в обеспечении прочности элементов кулачка играет угол давления между направлением движения толкателя и нормалью к профилю кулачка в точке касания ролика. Для центрального кулачкового механизма с возвратно-поступательным движением толкателя этот угол определяется по формуле

, где  - угол поворота кулачка.

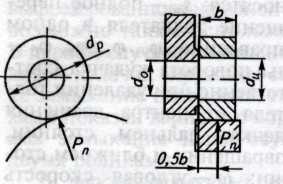


Рис. 3 Схема определения нормального усилия, действующего на ролик толкателя

Нормальное усилие, действующее на ролик (рис. ) может быть определено как

,

где , - максимальное значение технологического усилия, Н; - время перемещения толкателя.

Нормальное усилие из условия прочности оси ролика на изгиб , где - допускаемое напряжение при изгибе для материала оси ролика.

Нормальное усилие из условия невыдавливания смазки , где - допускаемое удельное давление на цапфу.

Отношение . Из этого отношения находят  и . Диаметр цапфы принимают на 2…4 мм больше . Обычно , а диаметр ролика .

Под действием нормальной силы в материале ролика и кулачка возникают контактные напряжения смятия

, где - приведенный модуль упругости, - модули упругости материала кулачка и ролика,  - обратное значение приведенного радиуса кривизны, - радиус ролика, - минимальный радиус кривизны действительного профиля кулачка в месте касания с роликом, - допускаемое напряжение при смятии. Чем меньше минимальный радиус кривизны профиля кулачка, тем больше величина напряжения смятия.

3.Построение профиля кулачка

Вывод: Изучила типовые конструкции трёхзвенных кулачковых механизмов и методику построения плоских кулачков. Приобрела практические навыки в построении профиля кулачка.

**Практическое задание №3**

Тема : «Кинематическая настройка технологического оборудования»

Цель работы:

- изучение структуры и связей кинематических групп технологического оборудования;

- приобретение практических навыков настройки кинематических цепей.

План работы:

1.Изучить строение и назначение элементов в кинематических группах и их связи.

2.Изучить правила настройки кинематических групп.

3.Рассчитать настройку кинематической цепи .

Теоретическая часть

Кинематические группы и связи в технологическом оборудовании. Любое исполнительное движение в технологическом оборудовании создается и реализуется с помощью кинематической группы.

Кинематическая группа включает:

- один или несколько источников движения (ИД).

- пространственно-временные связи между ними.

Источники движения машин Технологические машины пищевых производств, независимо от отраслевого назначения, для создания необходимых перемещений исполнительных органов имеют один или несколько источников движения.

В качестве источников движения могут использоваться:

- асинхронные двигатели переменного тока

- электродвигатели постоянного тока,

- асинхронные двигатели переменного тока с преобразователями частоты,

- гидропневмодвигатели,

- шаговые электродвигатели,

- источники движения в виде пружин и других аккумуляторов энергии.

Источники движения по признаку регулируемости делятся на нерегулируемые и регулируемые (по скорости, по направлению, по скорости и направлению)

При нерегулируемом источнике движения кинематическая группа содержит механические устройства для настройки параметров движения (органы настройки). Наименование кинематической группы аналогично наименованию регулируемого ею исполнительного органа движения.

Структура кинематической группы зависит от характера движения, числа исполнительных органов, вида источника движения, системы управления и потребности в регулировании.

Исполнительный орган – это подвижные конечные звенья кинематической группы, участвующие в образовании траектории исполнительного движения.

Рабочие исполнительные органы – это органы, осуществляющие абсолютное или относительное движение в процессе преобразования продукции.

Исполнительные органы в технологическом оборудовании совершают вращательные или поступательные движения, т.е. являются подвижными звеньями вращательной или поступательной кинематической пары, называемой исполнительной.

В зависимости от числа исполнительных органов кинематические группы делятся на простые и сложные. Простые имеют только один исполнительный орган, сложные два и более.

Под пространственно-кинематической связью понимается такая связь между двумя любыми ее звеньями, которая не позволяет им занимать в пространстве произвольные положения и иметь произвольные скорости.

Пространственно-кинематические связи в технологическом оборудовании осуществляются через технологические цепи и механические и немеханические каналы связи. Механические связи и цепи реализуются в машинах через механические звенья – передачи, устройства и механизмы, а немеханические – через гидропневмоавтоматику, электрические и электронные каналы связи.

Структурно пространственно-кинематические связи кинематической группы подразделяют на внутренние и внешние.

Внутренняя связь кинематической группы – это совокупность всех звеньев кинематических пар и устройств в группе, обеспечивающая условия получения движения с необходимой траекторией и требуемой точностью ее формы.

Внешняя связь кинематической группы – это совокупность всех звеньев кинематических пар, устройств и источника движения, обеспечивающая количественные характеристики движения (скорость, направление, путь).

Примеры структурных схем кинематических групп:

* Сложная с двумя исполнительными органами

1 B1

3 i2  4

B2

a b 2

Рис.1. Блок-схема сложной кинематической группы

а – орган настройки на направление движения, b – орган настройки на траекторию и скорость движения, 3М-4 – внешняя связь

* Простая группа

1 i 2 B

Рис.2. Блок-схема простой кинематической группы

1(М)-2 – внешняя связь

* Простая группа с регулируемым ИД

В

Рис.3 Блок-схема простой группы с регулируемым ИД

Органы настройки, регулирующие скорость и направление, располагаются во внешней структурной связи кинематической группы – в цепи между источником движения и звеном внутренней связи группы.. Органы настройки, регулирующие форму траектории, располагаются во внутренней структурной связи группы.

Кинематические структуры оборудования. Кинематическая структура машины - это совокупность кинематических групп и их соединений. Группы между собой могут быть объединены разными способами в зависимости от общности их исполнительных органов и источников движения. Всякое соединение двух кинематических групп осуществляется через дополнительные устройства – суммирующие механизмы, муфты, реверсы и др.

Определяющей частью кинематической структуры любой машины является его формообразующая часть. Структуры машин можно разделить на три класса:

1.Класс простых структур (П) представляют машины с кинематической структурой, содержащей только простые группы, т.е. имеющие только один исполнительный орган , например Ф(В) или Ф (П) (с вращательным или поступательным движением) – машина для калибровки растительного сырья с транспортерным движителем, волчок для измельчения мясного сырья и др.

2.Класс сложных структур (С) представляет машины с кинематической структурой, содержащей сложные группы, т.е. группы имеющие по два и более исполнительных органов, например, создающие движения Ф (В1 В2) – тестомесильная машина с планетарным механизмом, Ф (В П) – ротационная формующая машина для производства тестовых заготовок для печенья с формующим барабаном и транспортером и др.

3.Класс комбинированных структур (К) представляет машины с кинематической структурой, содержащей одновременно простые и сложные группы, например, Ф (В) или Ф (П) и Ф (В П) или Ф (В1 В2) – тестомесильная машина с планетарным механизмом и нижним способом выгрузки теста с помощью транспортера и др.

Синтез и анализ кинематической структуры. При составлении и анализе кинематической структуры, являющейся основой для последующего проектирования технологической машины, необходимо четко представлять получаемый в зоне обработки продукт и ту поверхность исходного материала, на которую оказывается воздействие в данной машине. Это означает, что поверхность необходимо охарактеризовать определенными параметрами в продольном и поперечном сечениях.

Необходимо также представлять вид, конструкцию рабочего органа, непосредственно воздействующего на продукт, форму его рабочих граней, а также исходное и относительное взаимное положение обрабатываемого продукта и рабочего элемента при воздействии на продукт в ходе технологического процесса.

Анализ и синтез рабочего органа и его элементов, взаимодействующих с продуктом, а также форм линий позволяет установить количество, состав и характер движений для реализации в конструкции выбранного метода воздействия. После того как будут установлены и выбраны рациональные движения, собственно определяющие кинематику машины, приступают к составлению и анализу структур кинематических групп, который проводится последовательно от одной группы к другой в следующем порядке:

- устанавливают число исполнительных органов, которое, как правило, соответствует числу простых движений, образующих траекторию исполнительного движения;

- определяют характер и состав внутренних структурных связей группы;

- устанавливают источник движения и определяют характер и состав внешней структурной группы;

- устанавливают число и расположение необходимых органов настройки.

Принципы кинематической настройки технологического оборудования. Кинематическая настойка технологического оборудования является составной частью его наладки и проводится с целью подготовки оборудования для выполнения конкретных технологических операций. Собственно кинематическая настройка представляет собой установку скоростей рабочих органов и сводится к настройке кинематических цепей.

Кинематическим параметром любой кинематической цепи является ее передаточное отношение, определяемое как произведение передаточных отношений кинематических пар. Под передаточным отношением понимается отношение частоты вращения ведомого вала к частоте вращения ведущего вала .

Требуемое передаточное отношение конкретного органа определяют по формуле настройки, которую получают из уравнения кинематического баланса, составляемого по кинематической схеме с учетом согласования конечных звеньев цепи по скоростям или перемещениям. Уравнение кинематического баланса представляет собой совокупность сомножителей передаточных отношений всех постоянных передач цепи согласования, включая передаточное отношение органа настройки.

Для вывода формулы настройки необходимо:

- составить условие кинематического согласования перемещений или скоростей конечных звеньев цепи в соответствии с ее функциональным назначением;

- составить уравнение кинематического баланса цепи согласования;

- решить уравнение относительно параметра, определяющего передаточное отношение органа настройки.

Задание

1. Провести анализ кинематической цепи (рис.5)

2. Составить уравнение кинематического баланса настраиваемой цепи и вывести формулу настойки цепи.

3. Провести числовой расчет цепи по заданным значениям чисел зубьев зубчатых колесваемым вариантам

1

2

4

3

х

5

х

6х

7

х

8

9

11

Рис. 5. Схема кинематической цепи привода ползуна

1) Двигатель 1,1 кВт, 1000 об/мин; 2) z1 = 30; 3) z3 = 60; 4) z4 = 20; 5) z5 = 70; 6) z6 = 50; 7) z7 = 100; 8) zсм = 27; 31; 37 9) zсм = 54; 50; 44. 10) Шаг ходового винта tхв = 15 мм; 11) ползун

Решение:

Условие согласования перемещений конечных звеньев:

1 оборот барабана должен соответствовать Р мм продольного перемещения перемешивающего устройства.

Составление уравнения кинематического баланса

1 оборот барабана i1i2…iП …in tХ.В. = Р,

где i1.... in – передаточные отношения всех n постоянных передач цепи перемешивающего устройства, iП – передаточное отношение органа настройки перемешивающего устройства, tХ.В. – шаг передачи «ходовой винт-гайка».

Отсюда формула настройки iП = Р/( i1i2… in tХ.В) или iП = СП · Р.

Для скоростной цепи nM об/мин nБ об/мин, где  означает «следует преобразовать»

Уравнение кинематического баланса

nM i1i2….iV… in = nБ

Отсюда формула настройки .

iV = nБ / nM i1i2… in  или .

(30/60)\*(50/100)\*(27/54)\*15=1,9

(70/50)\*(50/100)\*(31/50)\*15=6,5

(50/100)\*(37/44)\*15=6,3

Вывод: Изучила структуры и связи кинематических групп технологического оборудования, а также приобрела навыки в настройке кинематических цепей.