

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

*С.В. АНТИМОНОВ, Р.Ф. САГИТОВ,
В.П. ХАНИН*

ПОТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КУРСУ
ТЕОРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА

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

Оренбург 2006

УДК 664:681.5.5 (07)

ББК 36.81-5я7

П-64

Рецензент

доктор технических наук, профессор В.Ю.Полищук

Антимонов С.В.

**П-64 Поточные технологические линии: методические указания.
/ С.В. Антимонов, Р.Ф. Сагитов, В.П. Ханин – Оренбург:
ГОУ ОГУ, 2006. – 41 с.**

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по курсу "Поточные технологические линии пищевых производств" для студентов специальностей 260601 (МАПП), 260602 (ПИМП), включают лабораторные работы: составление функциональных, технологических, структурных и кинематических схем участка технологической линии; циклограммирование технологических машин поточной линии; совмещение движений рабочих органов технологической машины моечной линии; анализ производительности поточной машины-автомата.

ББК 36.81-5я7

© Антимонов С.В. 2006
Сагитов Р.Ф.
Ханин В.П.
© ГОУ ОГУ, 2006

Содержание

	Введение	4
1	Лабораторная работа №1 «Проектирование функциональных, технологических, кинематических и структурных схем участка технологической линии»	5
2	Лабораторная работа № 2 «Циклограммирование технологических машин поточной линии»	10
3	Лабораторная работа №3 «Совмещение движений рабочих органов технологической машины моечной линии»	14
4	Лабораторная работа № 4 «Анализ производительности поточной линии машины автомата»	25
	Список использованных источников	30
	Приложение А	31

Введение

Технологические потоки производств, перерабатывающих продукцию сельского хозяйства, нельзя рассматривать как сумму отдельных технологических процессов. Каждый отдельный агрегат, работающий в составе линии, влияет как непосредственно, так и косвенно на работу других машин и аппаратов. Поэтому, для совершенствования технологического потока необходим анализ комплекса процессов поточной линии как системы. Применение системного подхода повышает эффективность научных, проектных и конструкторских работ в области создания новой технологии и новой техники перерабатывающих производств.

Настоящие методические указания состоят из четырех работ:

- в первой работе студенты проектируют функциональные, технологические, кинематические и структурные схемы участков линий и узлов машин и аппаратов;
- во второй работе студенты составляют различные виды циклограмм (линейную, прямоугольную, круговую);
- в третьей работе студенты составляют синхрограммы, строят циклограммы с совмещением движения рабочих органов;
- в четвертой работе студенты знакомятся с различными видами производительности, производят соответствующие расчеты.

1 Лабораторная работа №1

Тема: «Проектирование функциональных, технологических, кинематических и структурных схем участка технологической линии»

Цель работы: Приобрести навыки анализа технологического процесса и синтеза наиболее рациональной функциональной схемы рабочей машины. Освоить основы построения кинематической и структурной схем рабочей машины.

1.1 Общие положения

Функциональная схема рабочей машины определяет: число, последовательность выполнения, а также содержание цикловых или элементарных операций, составляющих процесс обработки; число позиций, занимаемых изделием в машине» и распределение первичных технологических операций в них.

Под первичной обработочной операцией понимают такую, которая выполняется в период рабочего перемещения рабочего органа или прохождения изделия мимо неподвижного рабочего органа.

Функциональные схемы разрабатывают на стадии разработки технического предложения на проектирование машины.

Изделие или заготовку изображают схематически в момент выполнения соответствующей операции обработки. Направление обрабатываемого усилия указывают стрелкой. При необходимости показывают наиболее важные рабочие и транспортирующие органы, при этом вспомогательные операции могут быть опущены.

Функциональные схемы рабочих машин должны содержать:

- условные изображения рабочих органов в начале и конце соответствующей операции;
- условные изображения рабочих органов выполняющих заданную технологическую операцию, с указанием направления и характера закона их рабочих перемещений;
- положения (позиции) изделия внутри машины;
- условное изображение транспортирующих органов с указанием направления и характера их движения;
- представление в табличной форме краткого содержания технологических операций в каждой позиции.

Условные изображения технологических схем допускается выполнять различными цветами.

Правила выполнения технологических схем машины или аппарата

Изделие или заготовку изображают схематически в момент выполнения соответствующей операции обработки. Направление обрабатываемого усилия указывают стрелкой. При необходимости показывают наиболее важные рабочие и транспортирующие органы, при этом вспомогательные операции могут быть опущены.

Отдельные схемы расположения обрабатываемого объекта и рабочего органа для простых машин можно выполнять в зависимости от выбранного угла поворота ведущего звена (главного или распределительного управляющего вала) машины. Количество поворотов вала ведущего звена (который раз на выбранный угол) до поворота его на 360 градусов будет определять количество кадров 1 операции или всего процесса. В многопозиционных машинах возможно выделение отдельных групп элементов операций в самостоятельные технологические операции. Каждая такая технологическая операция будет выполняться серией рабочих органов, сосредоточенных на одной позиции.

Кинематическая схема машины или механизма представляет собой ортогональное или аксонометрическое изображение механизмов машины, выполненное с помощью условных обозначений. Она дает представление о способе передачи движения от источника к ведущим звеньям исполнительных механизмов.

Проектируя кинематическую схему необходимо:

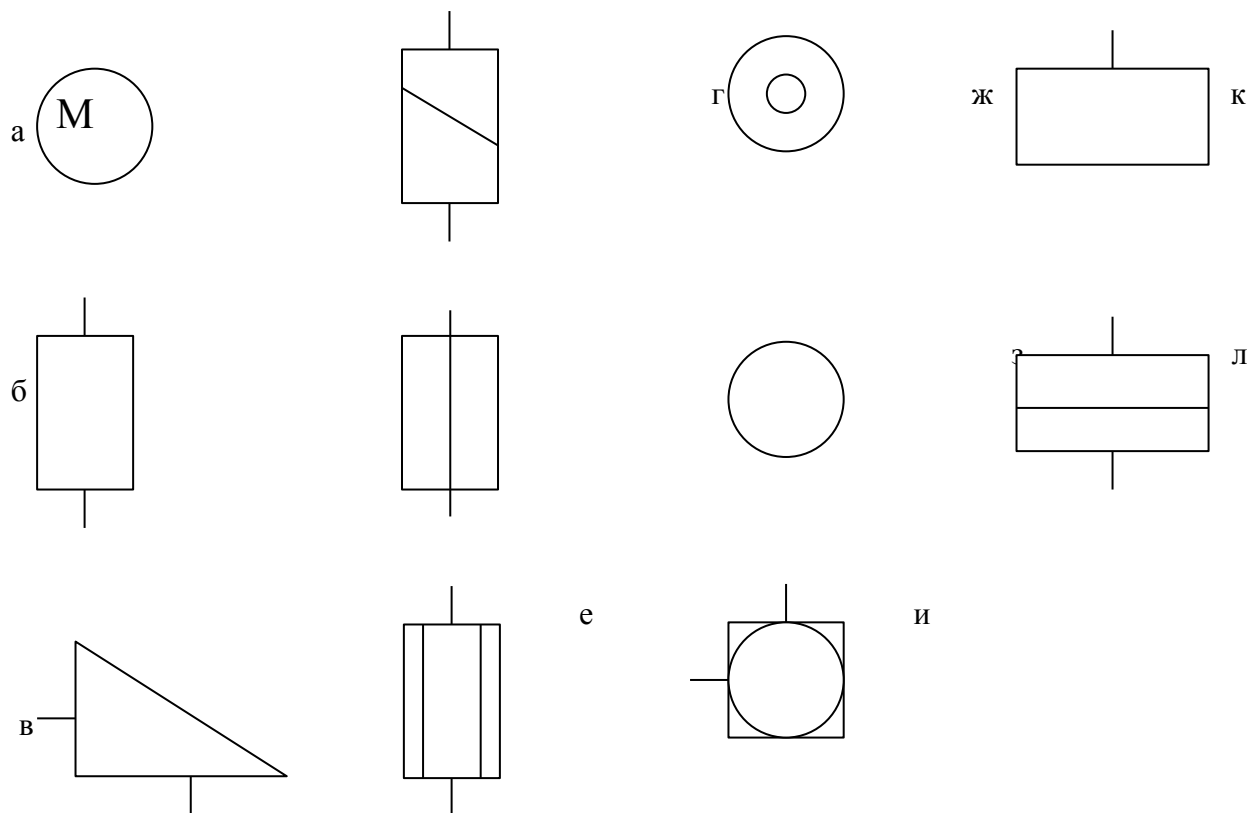
- а) обеспечивать ее максимальную экономичность – путем использования стандартных, унифицированных и нормализованных сборочных единиц и целесообразного их сопряжения;
- б) уменьшать число и размеры деталей;
- в) производить рациональное разделение полного передаточного отношения;
- г) обоснованно выбирать тип и исполнение электродвигателя, передач, редукторов и вариаторов, обеспечивая наибольшее значение к.п.д. машины и ее отдельных механизмов;
- д) учитывать необходимость автоматизации управления работой механизмов машины.

Структурная схема машины составляется в соответствии с рекомендуемыми условными обозначениями (рисунок 1). Нанесение и соединение (линиями или стрелками) условных обозначений для получения структурной схемы начинают от двигателя в последовательности присоединения отдельных передач и механизмов.

На структурной схеме нужно показать мощность двигателя, скорости вращения валов машин и двигателя (частоты их вращения), передаточные числа промежуточных передач, порядковые номера валов, названия

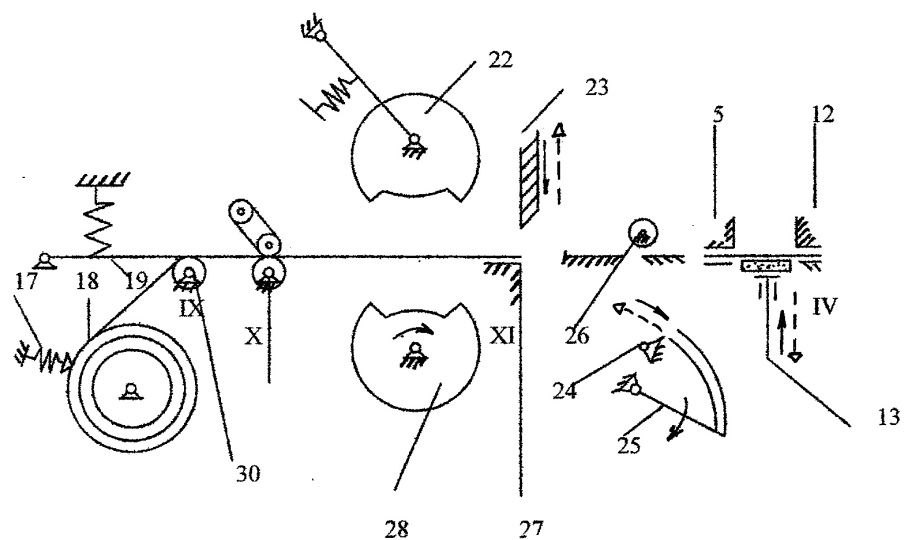
исполнительных механизмов, а также названия рабочих органов, укрепленных непосредственно на валах.

В качестве примера рассмотрим структурную схему котлетоформовочной машины (рисунок 3).



а – электродвигатель, б – цилиндрическая зубчатая передача, в – коническая зубчатая передача, г – червячная или винтовая передача, д – цепная передача, е – ременная передача, ж – распределительный вал, з – промежуточный вал, и – вариатор, к – исполнительный механизм, л –фрикционная муфта.

Рисунок 1 – Условные обозначения элементов кинематики машин в структурных схемах



5 – заверточная матрица, 12 – бланк, 13 – подъемник, 17,19 – прижимы, 18 –рулонодержатель, 20 – пастодержательное кольцо, 21 – ролик с матрицей печатных знаков, 22 – прижимные ролики, 23 – верхний нож, 24 – толкатели, 25 – секторы, 26 – ролики, 27 – нижний нож, 28 – приводные ролики, 29 –опорный ролик, 30 – направляющий ролик, IX – XII – номера позиций машины.

Рисунок 2 – Часть технологической схемы машины для расфасовки сливочного масла

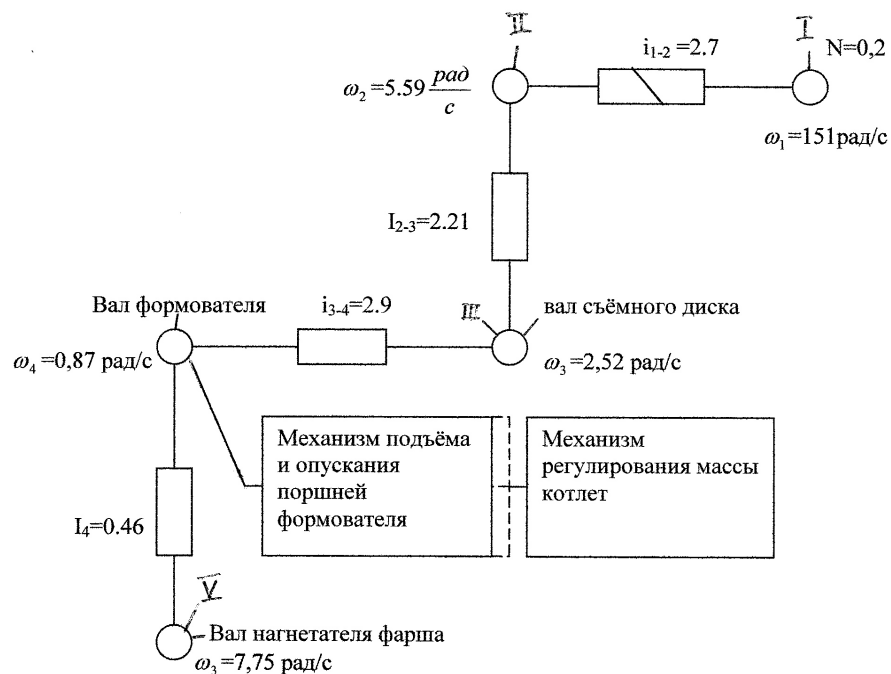
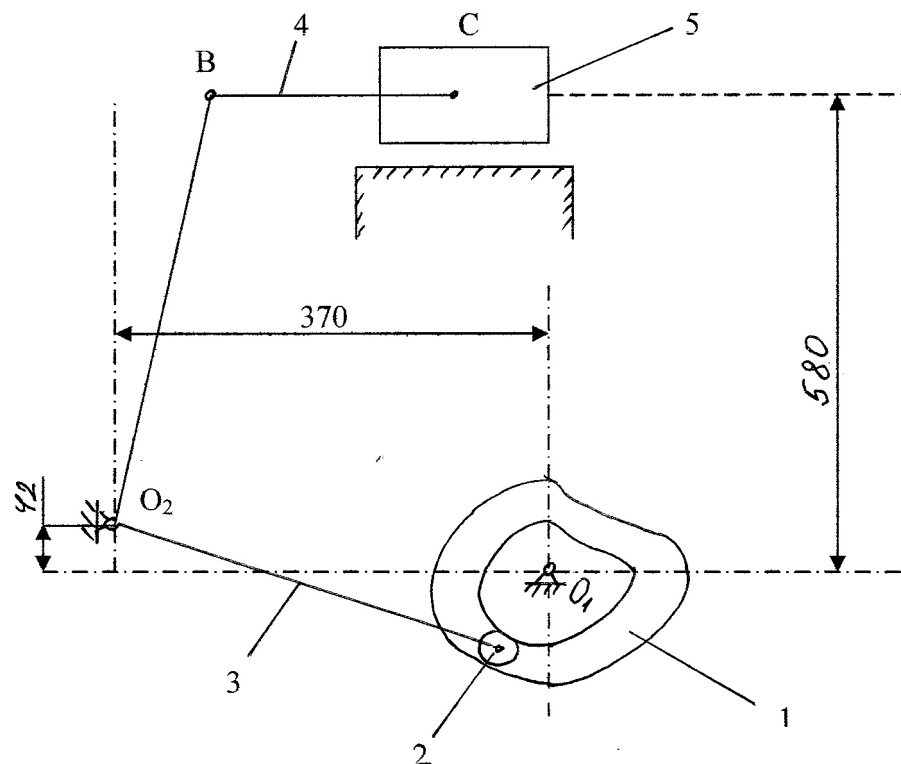


Рисунок 3 – Структурная схема котлетоформирующей машины



1 – кулачок, 2 – ролик, 3 – рычаг-толкатель, 4 – шатун, 5 – ползун, 6 – стойка.

Рисунок 4 – Кинематическая схема механизма заслонки тестомесильной машины

1.2 Порядок выполнения работы

1.2.1 Построить функциональную схему сыркового автомата по аналогии с рисунком.

1.2.2 Получить задание у преподавателя на составление технологической схемы и технологической карты части технологического процесса сыркового автомата по аналогии с рисунком.

1.2.3 Провести дифференцирование процесса на операции и определить число позиций, которое изделие должно занимать в машине, на заданном участке.

1.2.4 Составить технологическую схему и технологическую карту.

1.2.5 Получить задание у преподавателя на проектирование структурной схемы и кинематической схемы.

1.3 Контрольные вопросы

1.3.1 Что называется функциональной схемой, из чего она состоит?

1.3.2 Что представляет собой кинематическая схема, как проектируют кинематические схемы?

1.3.3 Основные правила выполнения структурных схем?

2 Лабораторная работа № 2

Тема: «Циклограммирование технологических машин поточной линии»

2.1 Общие положения

Для выполнения заданного технологического процесса по принятой функциональной схеме необходимо согласовывать работу сопряженных исполнительных механизмов, что достигается разработкой линейной, прямоугольной или круговой циклограммы. Периоды кинематического цикла обычно состоят из интервалов рабочего перемещения t_p , холостого перемещения t_x и остановки t_o ,

Уменьшение t_p обычно ограничивается технологическими возможностями, а t_x - динамическим нагружением деталей исполнительных механизмов.

Началом циклограммы машины является начальное положение механизма, выполняющего основную операцию либо одну из равноценных операций.

Для выполнения машиной, включающей, например, механизмы А, В, С в заданной последовательности операций необходимо, чтобы участок цикловой диаграммы механизма (выполняющий предыдущие операции) занимал вполне определенное положение (рисунок 5).

Время от начального положения основного механизма А до начального положения механизма В и С называют полным фазовым временем $t_{b/a}$ и $t_{c/a}$. Сумма частных фазовых времен равно кинематическому циклу.

Если длину цикловой диаграммы ограничить размером кинематического цикла машины и части цифровых диаграмм механизмов, лежащих за его пределами внести в пределы интервала времени, определяющего кинематический цикл, то получим распространенное изображение цикловой диаграммы (рисунок 6).

Кроме прямоугольных (рисунок 5,6) имеются линейные и круговые циклограммы (рисунки 7,8).

В линейных циклограммах каждому интервалу перемещения рабочего органа, отмеренному по оси абсцисс, соответствует наклонная и каждому выстою - горизонтальная линия, у которых наносят соответствующие надписи. Угол наклона выбирается произвольно.

В круговых циклограммах кинематическому циклу каждого рабочего органа соответствует дуговая полоска (кольцевая) произвольной ширины. Продолжительность выстоя или перемещения рабочего органа определяется отрезком дуговой полоски, заключенной между двумя радиусами, развернутыми на соответствующий угол. Дуговые полоски выполняются в определенном масштабе времени или угла поворота РУВ.

Пользуясь циклограммами, легко определить в каком из интервалов находится каждый, или при заданном положении звена, основной механизм. Для этого в прямоугольной и линейной циклограммах достаточно провести вертикаль через точку на абсциссе, соответствующую времени или углу поворота ведущего звена основного механизма, а в круговой - радиальный луч, образующий с начальным лучом угол, определяющий заданное положение ведущего звена данного механизма.

2.2 Порядок выполнения работы

Практическая часть работы выполняется на машине-автомате для фасования и заворачивания сырковой массы

2.2.1 Получить задание.

2.2.2 Установить РУВ в нулевое положение, а затем для заданных механизмов определяют перемещение рабочего органа.

2.2.3 Снять данные со шкалы перемещений рабочего органа. Поворачивать РУВ с интервалом 10 градусов, определяя какой интервал кинематического цикла происходит при этом (рабочий ход, выстой, холостой ход).

2.2.4 Построить прямоугольную циклограмму. На ней по возможности делают записи функционального характера, если это возможно, например "Открыт". "Закрыт". Для удобства построения циклограммы ее начинают строить не с 0 градусов, а с того угла, который соответствует исходному положению механизма (начало рабочего хода). Значения углов после 360 градусов наносят в начальную часть циклограммы.

2.2.5 Построить линейную циклограмму тех механизмов, для которых построена прямоугольная циклограмма.

2.2.6 Проанализировать возможность уплотнения циклограммы.

2.2.7 Оформить протокол лабораторной работы.

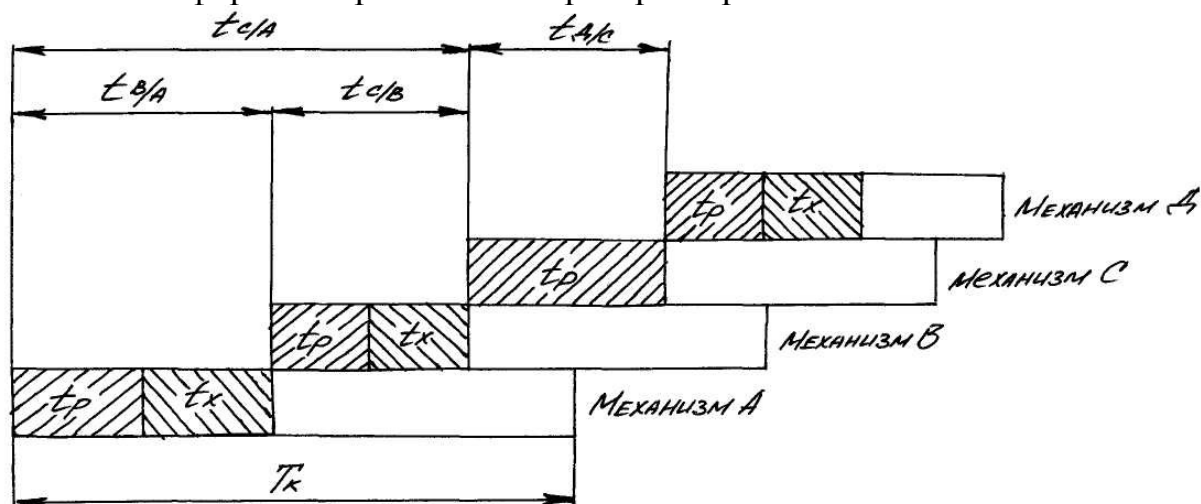


Рисунок 5 – Прямоугольная циклограмма

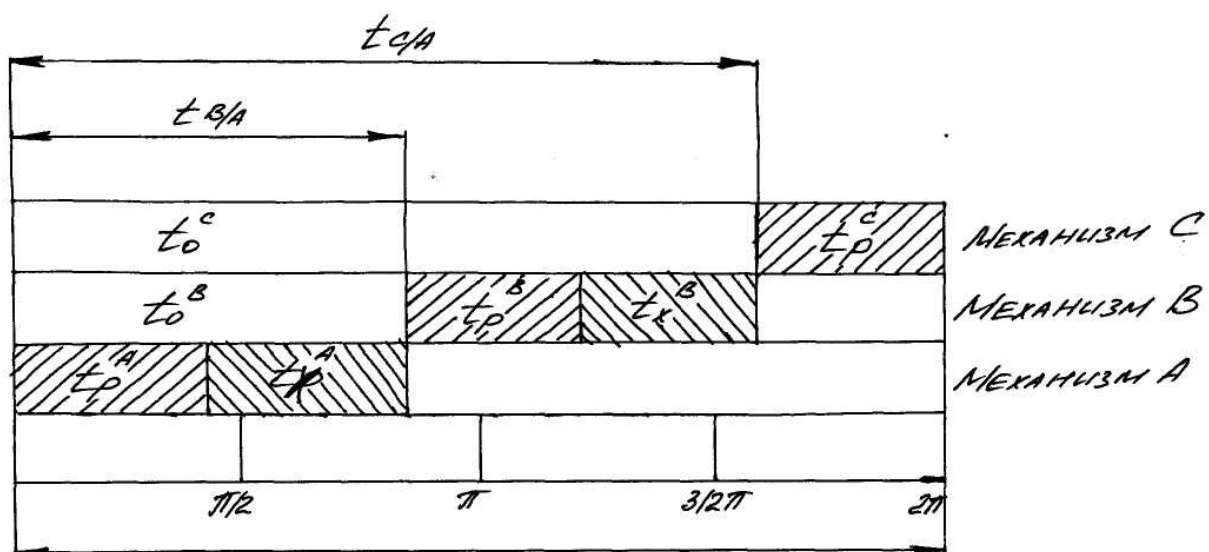
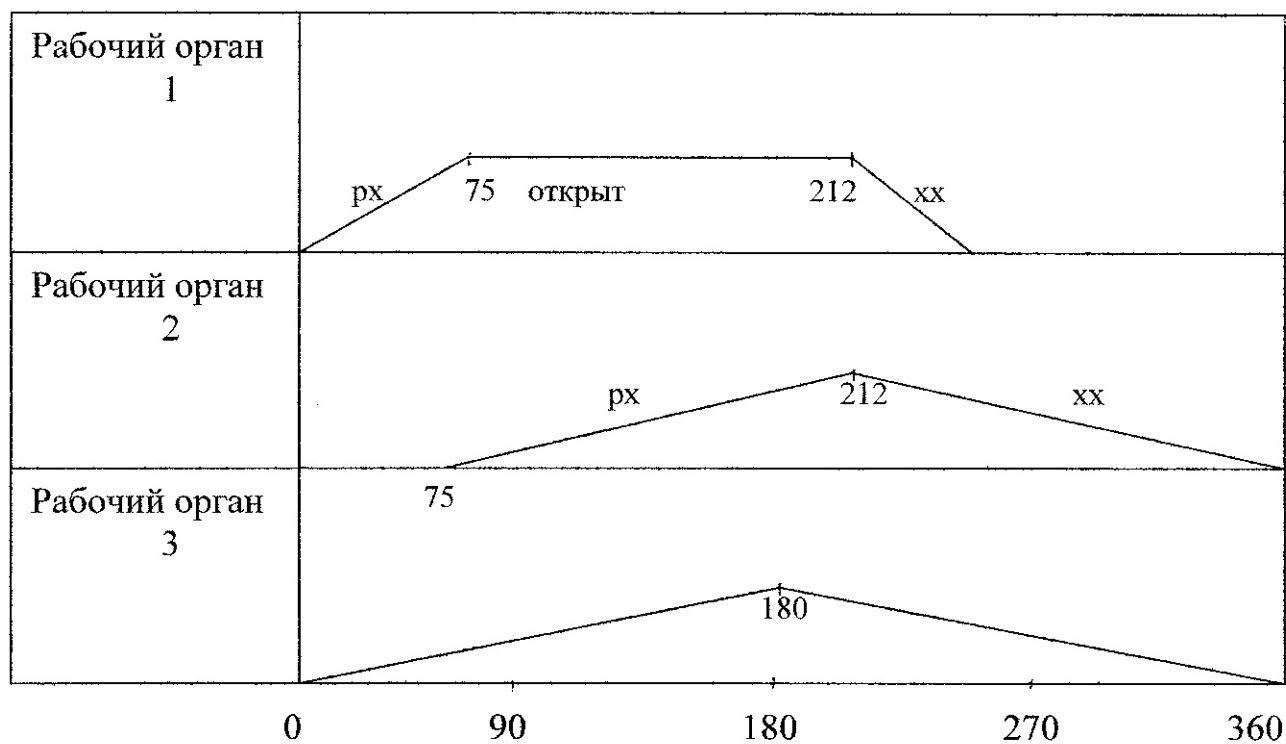
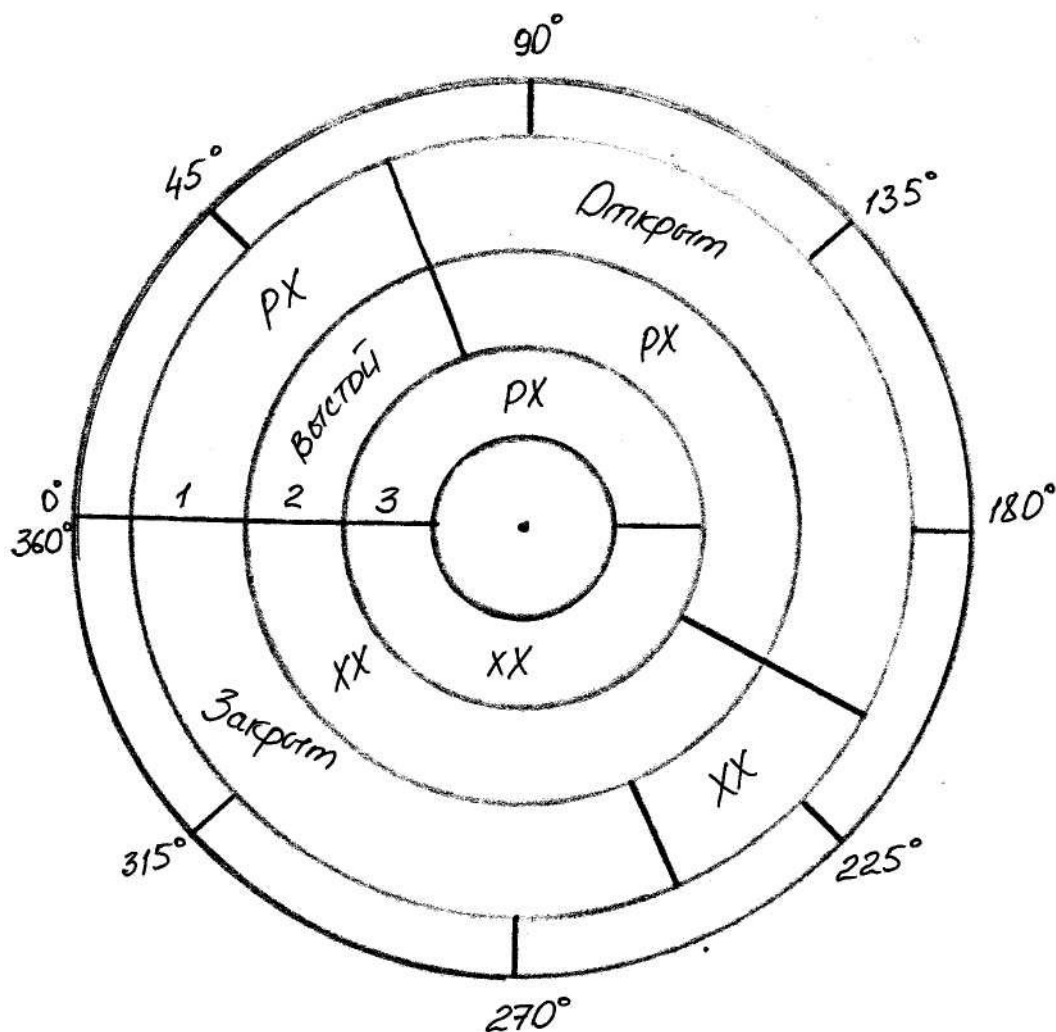


Рисунок 6 – Прямоугольная циклограмма



РХ - рабочий ход; ХХ - холостой ход

Рисунок 7 - Линейная циклограмма



1,2,3 - номера рабочих органов; РХ - рабочий ход; ХХ - холостой ход

Рисунок 8 - Круговая циклограмма

2.3 Контрольные вопросы

2.3.1 Что такое циклограмма?

2.3.2 Отличие интервала рабочего и холостого перемещения рабочего звена?

2.3.3 Чем ограничиваются интервалы t_p и t_x ?

2.3.4 Что такое полное и частное фазовое время?

2.3.5 Правила построения полной и линейной цикловой диаграммы машин?

2.3.6 Правила построения круговой циклограммы машины?

3 Лабораторная работа №3

Тема: «Совмещение движений рабочих органов технологической машины линии»

3.1 Общие положения

Если длину цикловой диаграммы ограничить размером кинематического цикла машины и части цикловых диаграмм механизмов, лежащих за его пределами внесем в пределы интервала времени, определяющий кинематический цикл, то получим изображение цикловой диаграммы машины.

Технологический процесс и устройство рабочих органов может допускать совмещение интервалов работы различных органов машины. Тогда новая уплотненная циклограмма машины будет с меньшим кинематическим числом $T_{1к} T_{2к}$ за счет уменьшения частного фазового времени каждого из двух последовательно работающих исполнительных механизмов. Такое уплотнение циклограммы проведено без формирования работы отдельных исполнительных механизмов интервалы времени t_p и t_x , остались прежними.

Уменьшение фазового времени ограничивается:

- а) возможностью столкновения рабочего органа и объекта обработки;
- б) необходимости обеспечения неподвижности рабочего органа внутри определенного интервала времени движения машины, либо осуществления совместного движения органа и объекта.

Возможность совмещения выявляют с помощью анализа траекторий взаимосвязанных движений рабочих органов и возможности уплотнения предварительной циклограммы.

Разметку траекторий движения характерных точек рабочих органов производят на технологической компоновочной схеме рассматриваемого узла. Схему выполняют в масштабе (1 или 2 плоскости). По схеме устанавливают, какие переходы можно совместить полностью или частично. Точки пересечения траекторий двух рабочих органов являются критическими. В них или за ними возможны столкновения. Имея разметку траекторий, устанавливаем время (или соответствующий ему угол поворота РУВ) возможных перекрытий. Для этого паре задаются законные движения рабочих органов, выражая их в форме графиков или аналитически. Для приближенного составления предварительной циклограммы обычно пользуются графическим приемом. Он заключается в

выполнении единичного графика перемещения с обозначенными критическими точками на общей оси времени, со сдвинутыми значениями один относительно другого, определяя желательные или допустимые. Полученная т.о. совокупность графиков и является циклограммой. Составление синхрограммы облегчает циклограммирование и в то же время наглядно показывает, как нужно изменить первоначально выбранные законы движения, чтобы обеспечить возможность наибольшего уплотнения циклограммы.

Существует точный, но менее наглядный аналитический метод расчета предварительной циклограммы, который заключается в численном определении времени перемещения рабочих органов до критических точек и в составлении расчетной таблицы цикла.

3.2 Пример составления синхрограммы

Синхрограммы строятся в прямоугольной системе координат. На оси ординат (рисунок 9) откладывается абсолютное перемещение рабочего органа: путь S , пройденный рабочим органом, или угол поворота ψ^0 , если он вращается или совершает качательное движение.

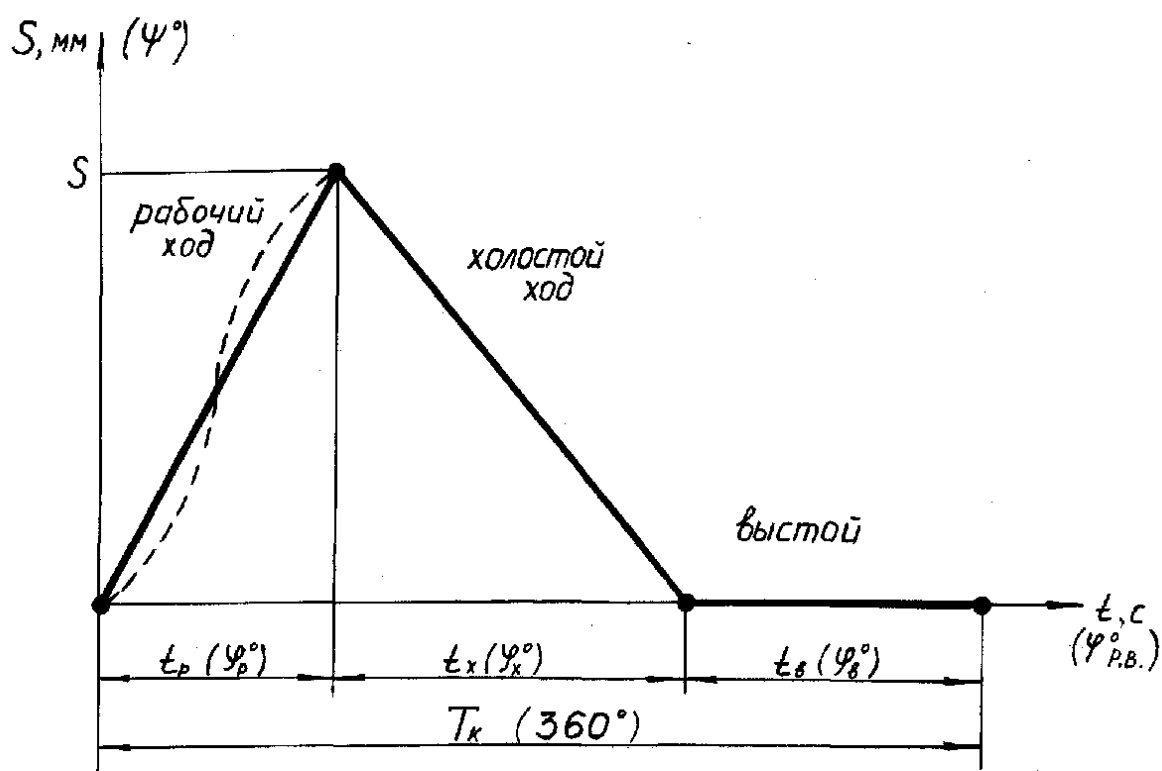


Рисунок 9 – Синхрограмма

На оси абсцисс откладывается либо время t в пределах одного кинематического цикла T_k , либо угол поворота φ распределительного вала в пределах его одного поворота (360°).

На синхрограмме так же, как и на циклограмме интервалов, указывается последовательность и продолжительность рабочих ходов, холостых ходов и выстоев. По синхрограмме, кроме того, для любого момента времени t можно определить:

- 1) путь S_i , пройденный рабочим органом в указанный момент времени, то есть узнать место положение рабочего органа в любой момент времени.
- 2) закон движения рабочего органа, то есть закон изменения линейной или угловой скорости и ускорения.

Очень важно, что по форме графика синхрограммы можно судить о законе движения рабочего органа, то есть судить о законе изменения во времени скорости и ускорения. Так, на рисунке 9 путь рабочего органа графически изображается прямой наклонной линией (сплошной) – это означает, что он движется с постоянной скоростью, а его ускорение равно нулю. Мог бы быть и другой закон (пунктирный график), например, движение с ускорением, меняющимся по синусоидальному закону.

3.3 Законы движения рабочих органов

Законами движения принято называть при поступательном движении зависимость пути S , скорости V и ускорения a от времени t , а при вращательном движении – зависимости угла поворота α , угловой скорости ω и углового ускорения ε от времени t . Эти зависимости связаны между собой известными соотношениями:

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}; \quad \text{и} \quad \varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\alpha}{dt^2}$$

Поэтому задание одной из них вполне определяет закон движения рабочего органа.

Конструктору, проектирующему автомат, закон движения рабочих органов задается обычно в виде закона изменения перемещений $S(\alpha)$, скорости $V(\omega)$, или ускорения $a(\varepsilon)$. В некоторых случаях интервал времени рабочего перемещения t_p задается непосредственно в технологической операции. В других случаях технологический процесс или мощность двигателя дополнительно ограничивают максимально допустимую скорость $V_{\max}$ рабочего органа внутри интервала t_p , так как при превышении заданного значения $V_{\max}$ машина может выдать бракованную продукцию, или слишком возрастет мощность двигателя.

Иногда технологическим процессом лимитируется и максимально-допустимые ускорения $a_{\max}$. Так, если автомат для закатки наполненных продуктом банок будет иметь чрезмерно большие ускорения ротора, то из закрепленных на нем банок жидкость может вытесниться.

Наиболее удобно характер движения рабочего органа задавать законом изменения ускорений. Задание может быть как в графической, так и в аналитической форме. Путем графического или аналитического интегрирования функции $a = f(t)$ можно найти закон изменения скорости ведомого звена, то есть $V f_1(t)$. Вторичным интегрированием можно определить закон перемещения ведомого звена $S = f_2(t)$.

График пути по времени $S = f(t)$, изображающий перемещение рабочего органа за один кинематический цикл T_k (за один оборот распределительного вала), называется синхрограммой или диаграммой перемещений. Синхрограмма обычно состоит из графиков прямого (рабочего) и обратного (холостого) хода и может иметь участки, соответствующие выстою ведомого звена исполнительного механизма или рабочего органа. Так, например, на рисунке 10а показана синхрограмма возвратно-поступательного движения без выстоев, а на рисунке 10б синхрограмма движения с двумя выстоями: после совершения рабочего хода (участок 1 – 2) и после окончания холостого хода (участок 3 – 4).

Рисунок 10 – Примеры синхрограмм рабочих органов машин-автоматов

Для интервала движения рабочего органа в общем случае характерны три периода изменения скорости:

- а) нарастание скорости от нуля до максимального значения – период разгона;
- б) движение с постоянной скоростью;
- в) снижение скорости до нуля – период торможения.

Иногда движения с постоянной скоростью не требуются – тогда мы имеем лишь периоды разгона и торможения.

3.4 Построение циклограмм с совмещением движения рабочих органов

Ознакомимся с методикой построения циклограмм и расчетом совмещения операций на примере машины для закрытия двух клапанов картонного короба. На рисунке 11а показан короб с раскрытыми клапанами, на рисунке 11б – короб с закрытыми клапанами. Клапаны закрыты «внакладку». Сначала следует закрыть правый клапан, затем – левый.

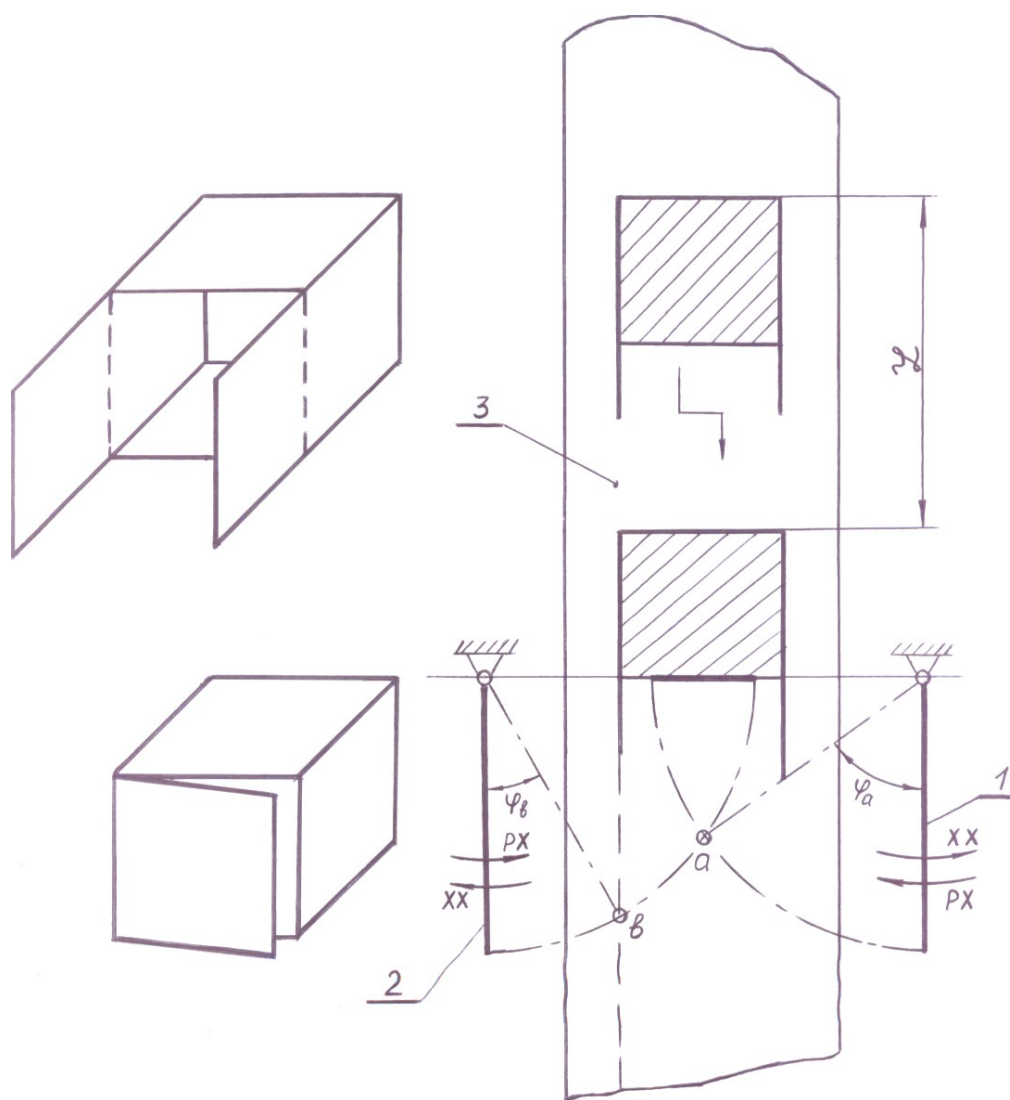


Рисунок 11 – Схема машины для закрытия клапанов короба

Машина (рисунок 11в) состоит из двух рычагов 1 и 2 совершающих повороты на угол 90° над горизонтальным транспортером 3, движущимся с периодическими остановками.

Транспортер 3 движется периодически, подавая короб на рабочую позицию. Рычаг 1, поворачиваясь на 90° , закрывает правый клапан короба и возвращается в исходное положение. После этого рычаг 2 закрывает левый клапан короба и возвращается назад в исходное положение. Затем транспортер 3 выводит первый короб с рабочей позиции и подает на нее следующий короб.

В этой машине имеется только одна рабочая позиция, то есть она является однопозиционной машиной I класса. Транспортер 3 здесь является органом, механизирующим подачу короба на рабочую позицию и удаление с нее закрытого короба.

Циклограмма интервалов времени машины показана на рисунке 12 а, а синхрограмма – на рисунке 12б. Для простоты изображения условно принят закон движения рабочих органов с постоянной скоростью. График 1 показывает поворот рычага 1 (ОА - рабочий ход вперед за время t_{p1} ; АВ

– холостой ход назад за время t_{x1}); график 2 описывает поворот рычага 2 (BC – рабочий ход вперед за время t_{p2} ; CD – холостой ход назад за время t_{x2} , и график 3 показывает движение транспортера 3 вперед за время t_{p3}). Отрезки времени t_{2-1} ; t_{3-2} ; t_{1-3} – называют относительным фазовым смещением, они показывают, через сколько времени начинает работать каждый последующий механизм по отношению к предыдущему.

Рабочий цикл машины T_p равен кинематическому циклу машины T_k , который определится, как сумма этих времен:

$$T_p = T_k = t_{2-1} + t_{3-2} + t_{1-3} \quad (3.1)$$

Углы поворота распределительного вала φ_{2-1} ; φ_{3-2} ; φ_{1-3} соответствующие фазовым смещениям, называются относительными фазовыми углами, они показывают, на какой угол должен повернуться распределительный вал, чтобы началась работа следующего механизма.

При монтаже машины кулачки устанавливаются и заклиниваются на распределительном валу в соответствии с циклограммой по фазовым углам.

Для повышения производительности машины путем сокращения кинематического цикла можно совместить движение рычага 2 с движением рычага 1 так, чтобы они не столкнулись в точке a (рисунок 11в). Измерим угол φ_a , соответствующий положению рычага 1 в точке a при его движении ходом назад, отложим его на синхрограмме и найдем точку a на графике АВ холостого хода.

Для определения возможного совмещения передвинем влево графики 2 и 3 так, чтобы линия графика рабочего хода BC рычага 2 прошла несколько позднее точки a (рисунок 12в). Тогда этот график пересечет ось абсцисс в точке B' и определит новое смещение t'_{2-1} рычага 2, причем $t'_{2-1} < t_{2-1}$. Следовательно, мы получим новый кинематический цикл T'_k , меньший, чем он был до совмещения движения:

$$T'_p = T'_k = t'_{2-1} + t_{3-2} + t_{1-3} < T_k \quad (3.2)$$

Можно также начать движение транспортера 3 до того, как рычаг 2 придет в исходное положение, необходимо только чтобы короб не натолкнулся на рычаг 2 в точке b . Измерим угол φ_b (рисунок 11в), соответствующий положению рычага 2 в точке возможного столкновения b , отложим его на графике холостого хода $C' - D'$ рычага 2 (рисунок 12в).

Затем сдвинем график $D' - E'$ транспортера влево так, чтобы он прошел несколько позднее точки b . График $D'' - E''$ отсечет на оси времени новое фазовое смещение t'_{3-2} , меньше, чем бывшее ранее t_{3-2} . Кинематический T_k в этом случае опять сократится и станет

$$T''_p = T''_k = t'_{2-1} + t'_{3-2} + t_{1-3} < T'_k < T_k \quad (3.3)$$

В целях дальнейшего сокращения кинематического цикла и повышения производительности машины можно совместить таким же образом поворот рычага 1 с движением транспортера: поворот можно начать до того, как транспортер остановится.

Полное совмещение рабочих органов, при котором T_k был бы наименьшим, в этой машине невозможно, так как рабочие органы и короб могут столкнуться и, кроме того, клапаны для закрытия «внахлестку» не могут закрываться одновременно. Единственным путем дальнейшего сокращения кинематического цикла является переход от однопозиционной машины к двухпозиционной, в которой рычаги 1 и 2 будут установлены на двух позициях последовательно друг за другом на расстоянии, равном шагу между коробами L . В этом случае синхрограмма машины имеет вид, показанный на рисунке 13. Работа рычагов 1 и 2 полностью совмещена, фазовое смещение t_{2-1} стало равным нулю, и мы получим наименьший цикл T'''_k .

распред. вал					0°	360°
рычаг 1	рабочий ход	холостой ход	выстой		$T_{к,с}$	
рычаг 2	выстой		рабочий ход	холостой ход	выстой	
транспорт. 3	выстой				рабочий ход	

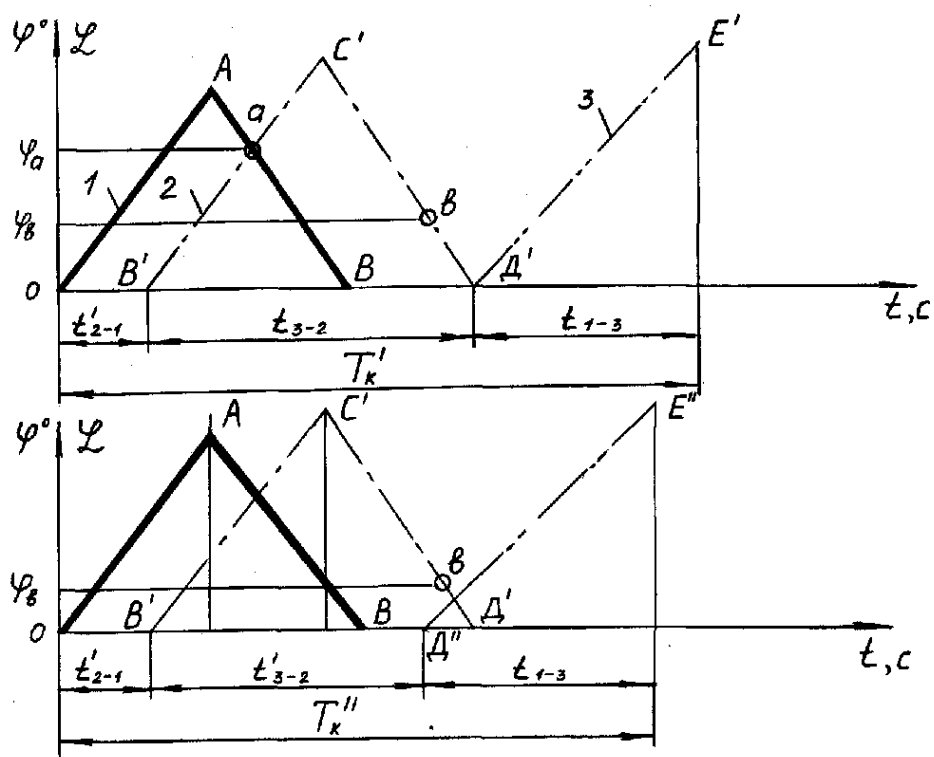
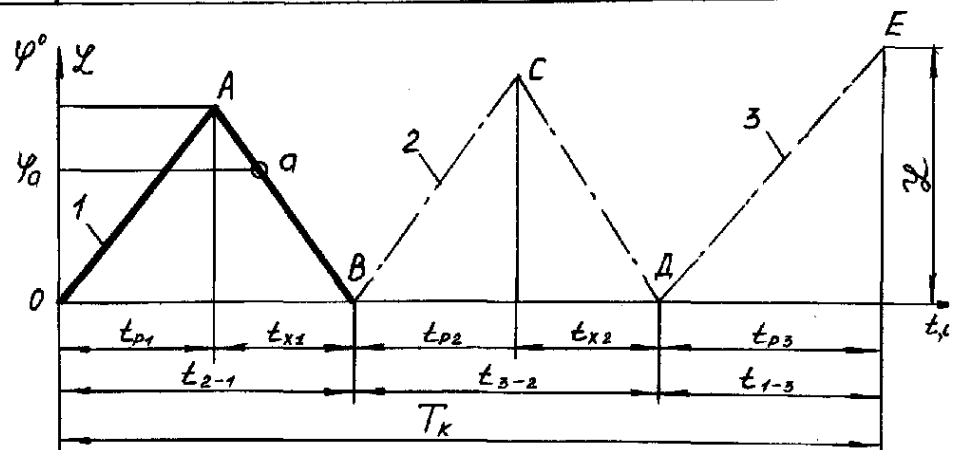


Рисунок 12 – Циклограммы машины для закрытия клапанов короба

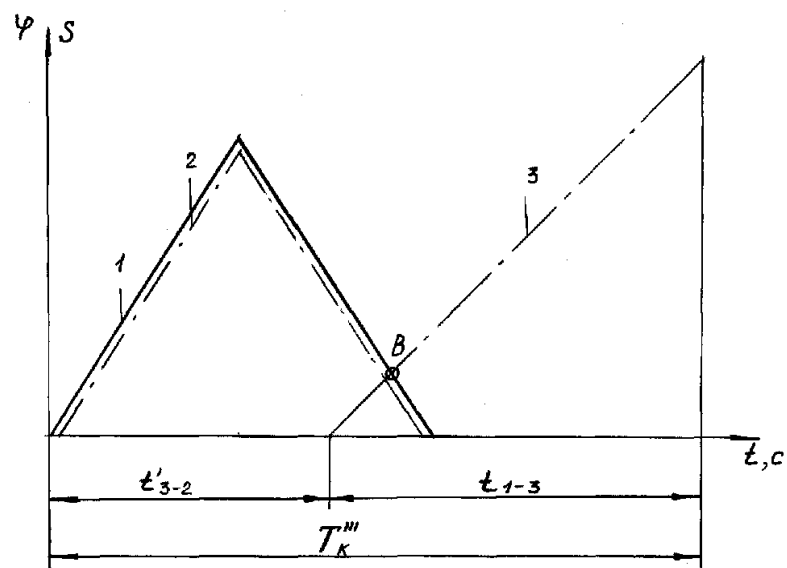


Рисунок 13 – Синхрограмма двухпозиционной машины

Из этого примера видно преимущество многопозиционных машин перед однопозиционными: в многопозиционных машинах отдельные операции выполняются одновременно, с полным совмещением, что позволяет получить наименьший кинематический цикл и наибольшую производительность машины.

3.5 Порядок выполнения работы

3.5.1 Получают задание.

3.5.2 Устанавливают РУВ в нулевое положение по его шкале.

3.5.3 Снимают данные со шкалы перемещения рабочего органа (поворачиваем РУВ с шагом 10 градусов до 360).

3.5.4 По полученным данным построить синхрограмму перемещений заданного механизма (рисунок 15), как функцию поворота РУВ.

3.5.5 Построить схему перемещения рабочих органов (рисунок 14), определить на ней критические точки. Нанести эти точки на синхрограмму (рисунок 15).

3.5.6 Задавшись углом поворота, гарантирующим невозможность столкновения ≈ 10 градусов, строят уплотнительную синхрограмму, как функцию поворота РУВ.

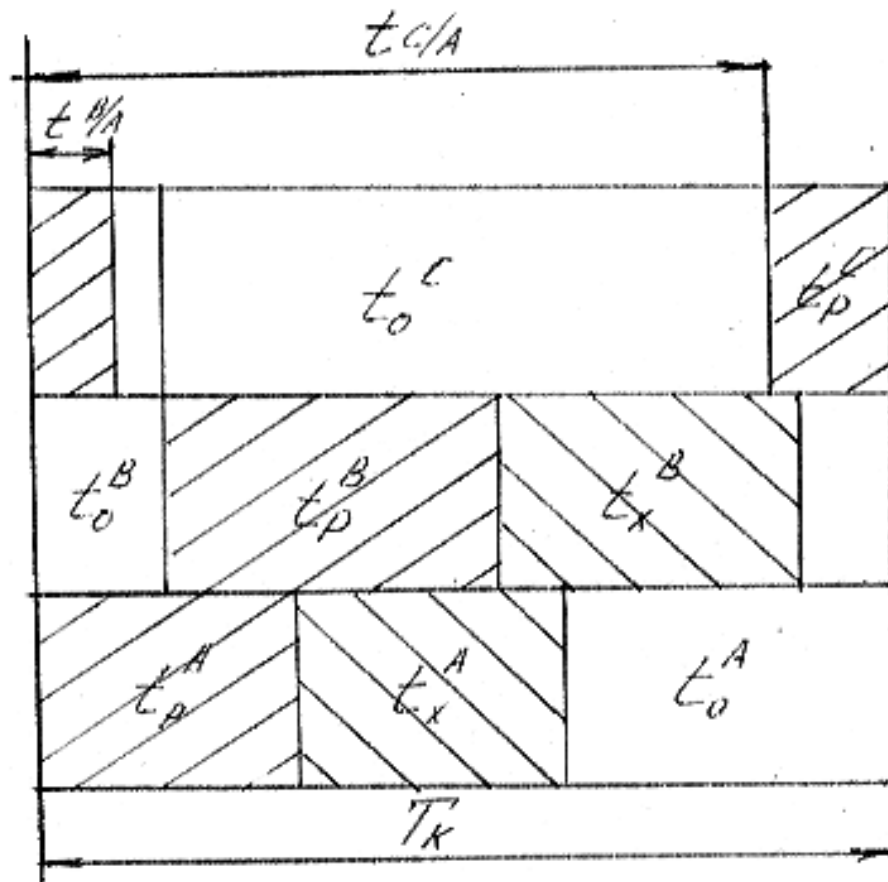


Рисунок 14 – Уплотненная циклограмма

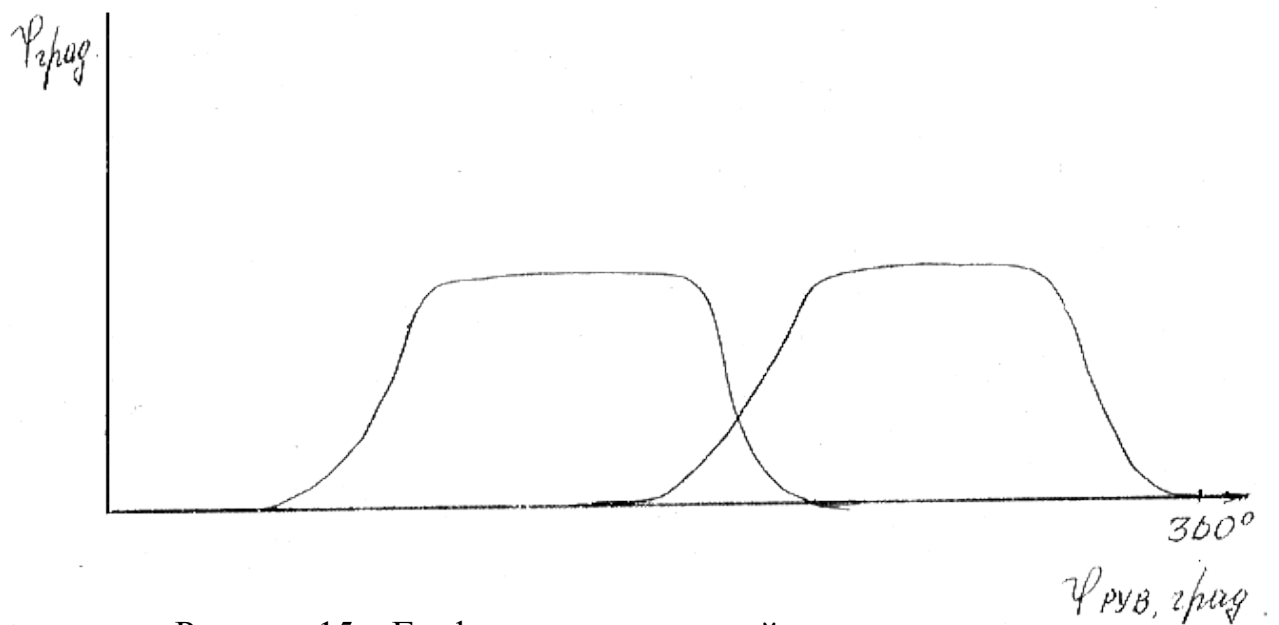


Рисунок 15 – График уплотнительной циклограммы

3.6 Контрольные вопросы

- 3.6.1. Что такое уплотнительная синхrogramма?
- 3.6.2. Способы уплотнения циклограммы?
- 3.6.3. Что такое синхrogramма?
- 3.6.4. Проанализировать процесс уплотнения на разработанной синхrogramме?

4 Лабораторная работа № 4

Тема: «Анализ производительности поточной линии машины - автомата»

4.1 Общие сведения

Производительность машины (П) - количество продукции, которое она производит в единицу времени.

У любой машины производительность должна отражать сущность технологического процесса, его результат и быть максимально удобной для сопоставления с другими характеристиками.

Различают действительную П, теоретическую П' и технологическую П''

Действительная (фактическая) производительность машины определяется реальным количеством кондиционной продукции, которую она выдает в среднем в единицу времени (при условии, что она эксплуатируется в течение смены или другого периода, включающего различного рода внецикловые потери - наладку машины, установку и смену инструмента, ремонт механизмов и узлов, заправку машины материалами и т.д.)

Пусть циклическая машина из общего числа часов $T_{\text{общ}}$ работала $T_{\text{маш}}$ часов (машинное время), а остальное время было потеряно, то есть $T_{\text{пот}}$ часов она стояла по различным причинам.

Если за время $T_{\text{маш}}$ машина совершила n циклов, причем за каждый цикл T_p она выдавала одно готовое изделие, то

$$П = \frac{n}{T_{\text{общ}}} = \frac{n}{T_{\text{маш}} + T_{\text{пот}}} = \frac{n}{\sum_1^n T_p + T_{\text{пот}}} = \frac{1}{T_p + t_{\text{пот}}}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{пот}} = \frac{T_{\text{пот}}}{n}$ - внецикловая затрата времени (потеря машинного времени), отнесенная к одному циклу или к одному обработанному объекту.

Теоретической производительностью (или выпускной способностью) машины называют количество продукции, которое могла бы выпускать машина за единицу времени при бесперебойной и непрерывной работе. В применении к циклическим машинам эту производительность можно называть также цикловой, поскольку она прямо пропорциональна числу циклов. Если по истечении каждого рабочего цикла T_p выдается одно готовое изделие и $T_{\text{пот}} = 0$, то теоретическая производительность П' будет равна количеству непрерывно повторяющихся циклов, осуществленных в единицу времени,

$$\Pi' = \frac{n}{T_{\text{маш}}} = \frac{n}{\sum_1^n T_p} = \frac{1}{T_p}. \quad (4.2)$$

Теоретическая производительность для данной конструкции машины есть величина постоянная. Действительная производительность, конечно, является функцией от теоретической. Однако она зависит и от продолжительности остановок для наладки, подготовки, уборки, технического обслуживания, отдыха рабочего и т.п., то есть от условий организации данного производства. Одна и та же машина в разных условиях может иметь разную действительную производительность.

Отношение действительной производительности к теоретической характеризует относительную величину всякого рода потерь времени работы машины. Это отношение:

$$\eta' = \frac{\Pi}{\Pi'} = \frac{T_{\text{маш}}}{T_{\text{маш}} + T_{\text{ном}}} = \frac{T_p}{T_p + t_{\text{ном}}} = \frac{1}{1 + \frac{t_{\text{ном}}}{T_p}} < 1 \quad (4.3)$$

называется коэффициентом использования теоретической производительности машины, или просто общим коэффициентом использования машины. Он является показателем рациональной эксплуатации машины.

Технологической, или «идеальной» (по терминологии Г. А. Шаумяна), производительностью называется такое фиктивное максимально возможное при данной технологии количество продукции в единицу времени, которое могло бы быть выпущено, если бы не было потерь на холостые ходы, и в течение всего времени пребывания обрабатываемого объекта в машине он непрерывно подвергался бы обработке, как это и происходит в машинах непрерывного действия.

Отношение теоретической производительности к идеальной

$$\eta'' = \frac{\Pi'}{\Pi''} \quad (4.4)$$

называют коэффициентом производительности. Нам кажется, лучше сказать — коэффициент непрерывности обработки. Исходя из понятий об интервалах цикла, его можно представить для циклической машины с одним рабочим органом в виде

$$\eta'' = \frac{t'_p}{T_k}, \quad (4.5)$$

где T_k — кинематический цикл, причем:

$$T_k = t'_p + t_x + t_{ocm} + (t_p - t'_p), \quad (4.6)$$

где t'_p — часть интервала рабочего хода, используемая для непосредственного воздействия на обрабатываемый объект;

$t_p - t'_p$ — время части рабочего хода, не использованное для обработки (например, время подвода инструмента).

Если многооперационная или многопозиционная машина имеет m рабочих органов, каждый из которых участвует в непосредственной обработке объектов только t_p времени из своего кинематического цикла T_k , то общий коэффициент непрерывности машины

$$\eta'' = \frac{\sum_1^m t'_p}{\sum_1^m T_k}, \quad (4.7)$$

При ациклических роторных рабочих органах (типа шнека), непрерывно обрабатывающих изделие, $\eta'' = 1$

Таким образом,

$$П = \eta' \eta'' П'' = \eta' П', \quad (4.8)$$

При этом предполагается, что вся выпущенная машиной продукция является кондиционной. Если это не так, то следует ввести еще один сомножитель — коэффициент качества η''' . Последний представляет собой отношение количества выданной доброкачественной продукции ко всей продукции, которая была выпущена за полное количество рабочих циклов.

Как видно из формулы (4.8), повышения фактической производительности $П$ можно достичь путем увеличения:

а) технологической производительности $П''$, т. е. за счет интенсификации режима обработки;

б) коэффициента непрерывности η'' , т. е. за счет увеличения относительного времени непосредственной обработки; уменьшение времени обратных ходов, остановок, более полное использование рабочего хода приближают технологический процесс к процессу непрерывной обработки;

в) коэффициента использования машины η' , т. е. за счет сокращения внецикловых потерь, лучшей организации производства, увеличения сменности.

Увеличение одной технологической производительности Π'' при неизменном η'' или увеличение одного коэффициента непрерывности η'' при неизменной Π'' не может дать пропорционального увеличения теоретической производительности Π' . В равной мере увеличение Π' при $\eta' = \text{const}$ или увеличение η' при $\Pi' = \text{const}$ не дает пропорционального увеличения фактической производительности Π . В самом деле, приняв во внимание формулы (4.2) и (4.1), можно Π представить в виде

$$\Pi = \frac{I}{T_p + t_{nom}} = \frac{I}{\frac{I}{\Pi'} + t_{nom}}, \quad (4.9)$$

или

$$\Pi = \frac{\Pi'}{1 + t_{nom} \cdot \Pi'}, \quad (4.10)$$

Из формулы (4.9) видно, что пределом повышения Π при $\Pi' \rightarrow \infty$ и при постоянном t_{nom} будет:

$$\Pi_{max} = \frac{I}{t_{nom}}. \quad (4.11)$$

Из формулы (4.10) видно, что пределом повышения Π при $t_{nom} \rightarrow 0$ будет:

$$\Pi_{max} = \Pi' \quad (4.12)$$

В машинах, у которых коэффициент непрерывности $\eta'' < 0,5$, следует в первую очередь стараться сократить время холостых ходов и вспомогательных операций, заменять, где возможно, возвратно-поступательные движения рабочих органов равномерно-вращательными (ротационными), совмещать операции во времени. Только при $\eta'' > 0,5$ увеличение технологической производительности путем интенсификации самого процесса обработки приведет к заметному повышению теоретической производительности. Наиболее простой и эффективный способ повышения фактической производительности машин с коэффициентом использования $\eta' < 0,5$ — это сокращение внецикловых затрат, простоев машин. При $\eta' > 0,5$ нужно в первую очередь выяснить, нельзя ли увеличить теоретическую производительность. Наибольший

эффект повышения фактической производительности получается при одновременном увеличении η' и P' .

Основной характеристикой самой машины является ее теоретическая (цикловая) производительность P' . Она зависит от класса машины, числа ручьев (одновременно обрабатываемых объектов) ω , от скоростей рабочих органов, от степени совмещения отдельных цикловых операций.

Таким образом, производительность любой машины обратно пропорциональна времени, затраченного на выпуск единицы продукции. Для машин непрерывного действия, обрабатывающих сырье, это время объема сырья.

4.2 Порядок выполнения работы

4.2.1 Получить задание.

4.2.2 Повернуть РУВ на угол, в котором начинается технологическая операция.

4.2.3 Повернуть РУВ на угол, в котором заканчивается технологическая операция.

4.2.4 Определить угол поворота φ , (в зависимости от операции).

4.2.5 Угловая скорость РУВ $\omega = 5,24$ рад/с.

4.3 Контрольные вопросы

4.3.1 Что называется производительностью?

4.3.2 Определение действительной производительности машины-автомата?

4.3.3 Определение теоретической производительности машины-автомата?

4.3.4 Определение технологической или идеальной производительности машины-автомата?

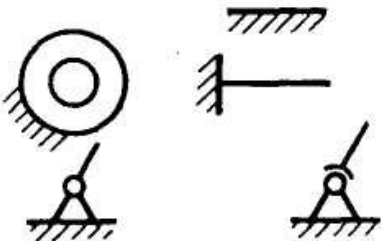
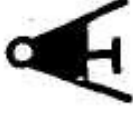
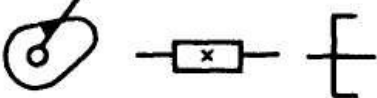
4.3.5 Определение коэффициентов производительности?

Список использованных источников

1. Панфилов В.А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока) [Текст] / В.А. Панфилов. – М.: Колос, 1993. – 288 с.
2. Азаров Б.М. Технологическое оборудование пищевых производств [Текст] /под ред. проф. Б.М. Азарова. - М.: Агропромиздат, 1988. – 286 с.
3. Шувалов В.Н. Машины-автоматы и поточные линии [Текст] / В.Н. Шувалов. – Л.: Машиностроение, 1973. – 482 с.
4. Кошкин Л.Н. Роторные и роторно-конвейерные линии [Текст] / Л.Н. Кошкин. – М.: Машиностроение, 1985. – 326 с.
5. Лунин О.Г. Поточные линии кондитерской промышленности [Текст] / О.Г. Лунин. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 248 с.
6. Лунин О.Г. Основы проектирования и расчета циклических машин-автоматов [Текст]: учебное пособие. / О.Г. Лунин., В.Н. Вельтищев - М.: ВЗИПП, 1982, - 105 с.
7. ЕСКД Обозначения условные графические в схемах: [сборник] – М.: Изд-во стандартов, 1988 – 300 с – Содерж.: 28 док..

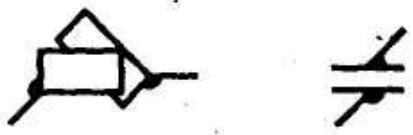
Приложение А (обязательное)

**Таблица А.1 – Обозначения условные графические в схемах.
Элементы кинематики (ГОСТ 2.770-68 [7])**

Наименование	Обозначение
1. Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.п.	
2. Неподвижное звено (стойка). Для указания неподвижности любого звена часть его контура покрывают штриховкой.	
3. Соединение частей звена а) неподвижное	
б) неподвижное, допускающее регулировку	
б) неподвижное соединение детали с валом, стержнем	
4. Кинематическая пара а) вращательная	
б) вращательная, многократная, например, двукратная	

Продолжение таблицы А.1

1	2
в) поступательная	

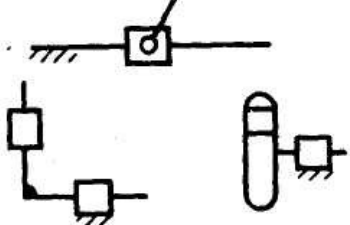
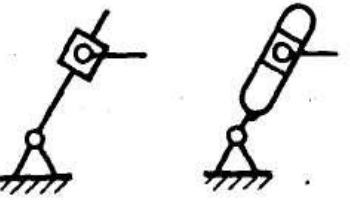
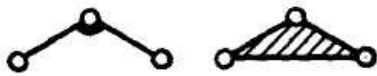
	
г) винтовая	
д) цилиндрическая	
е) сферическая с пальцем	
ж) карданный шарнир	
з) сферическая (шаровая)	
и) плоскостная	
к) трубчатая (шар-цилиндр)	
л) точечная (шар-плоскость)	
5. Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа):	
а) радиальные	
б) упорные	
6. Подшипники скольжения:	
а) радиальные	
б) радиально-упорные: односторонние	

Продолжение таблицы А.1

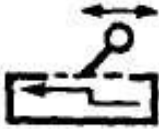
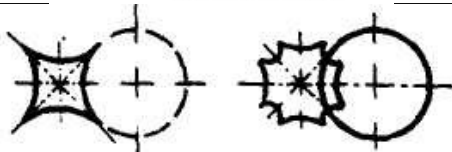
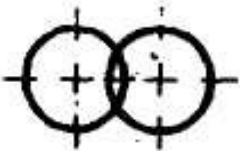
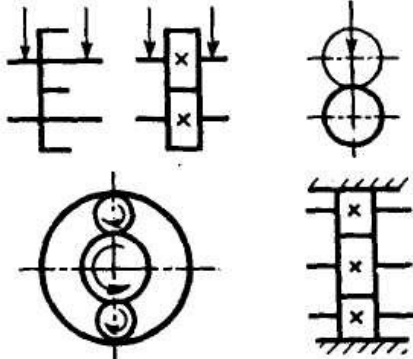
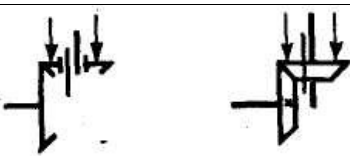
1	2
---	---

двусторонние	
г) упорные: односторонние	
двусторонние	
7. Подшипники качения: а) радиальные	
б) радиально-упорные: односторонние	
двусторонние	
в) упорные: односторонние	
двусторонние	
8. Муфта. Общее обозначение без уточнения типа.	
9. Муфта нерасцепляемая (неуправляемая) а) глухая	
б) упругая	
в) компенсирующая	
10. Муфта сцепляемая (управляемая) а) общее обозначение	
б) односторонняя	

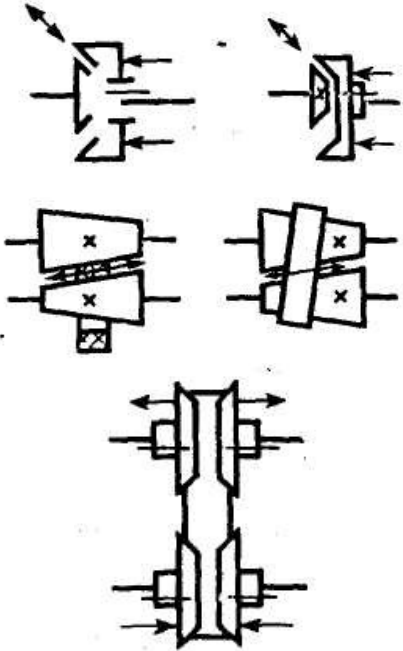
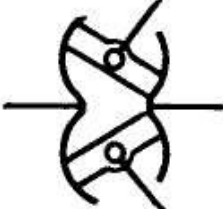
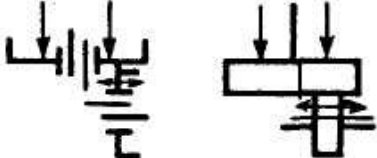
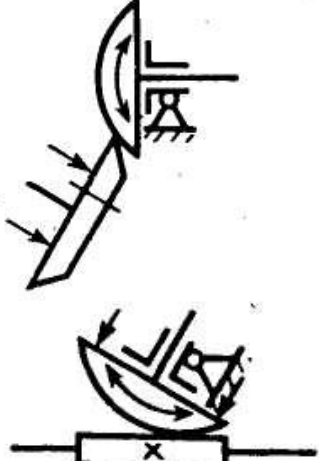
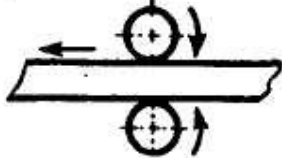
Продолжение таблицы А.1

в) двусторонняя	
11. Муфта сцепляемая механическая	
а) синхронная, например, зубчатая	
б) асинхронная, например, фрикционная	
12. Звено рычажных механизмов двухэлементное	
а) кривошип, коромысло, шатун	
б) эксцентрик	
в) ползун	
г) кулиса	
13. Звено рычажных механизмов трехэлементное	
14. Храповые зубчатые механизмы:	
а) с наружным зацеплением односторонние	
б) с наружным зацеплением двусторонние	

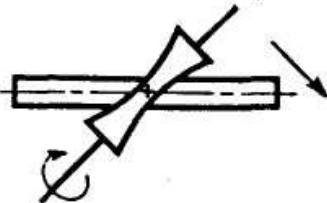
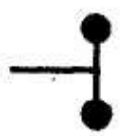
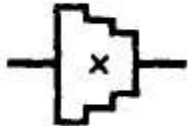
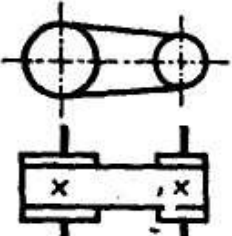
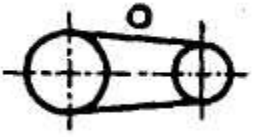
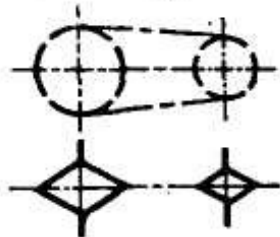
Продолжение таблицы А.1

1	2
в) с внутренним зацеплением односторонние	
г) с реечным зацеплением	
15. Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста: а) с наружным зацеплением	
б) с внутренним зацеплением	
в) общее обозначение	
16. Передачи фрикционные: а) с цилиндрическими роликами	
б) с коническими роликами	

Продолжение таблицы А.1

1	2
в) с коническими роликами регулируемые	
г) с криволинейными образующими рабочих тел и наклоняющимися роликами регулируемые	
д) торцовые (лобовые) регулируемые	
е) со сферическими и коническими (цилиндрическими) роликами регулируемые	
ж) с цилиндрическими роликами, преобразующие вращательное движение в поступательное	

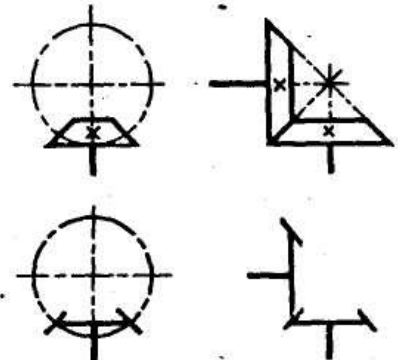
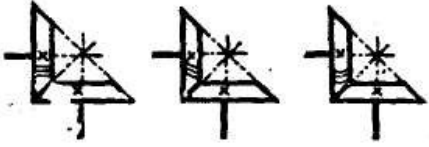
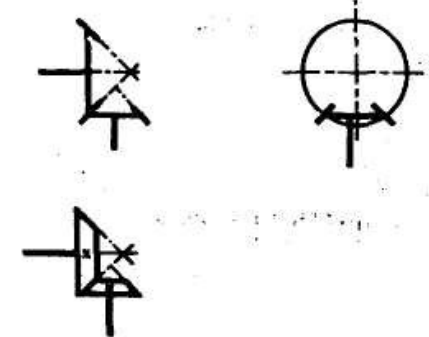
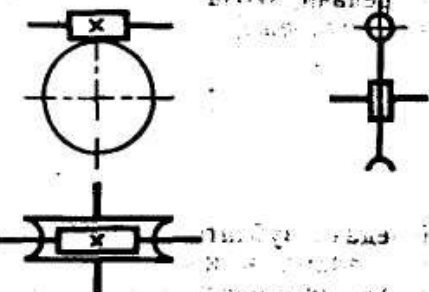
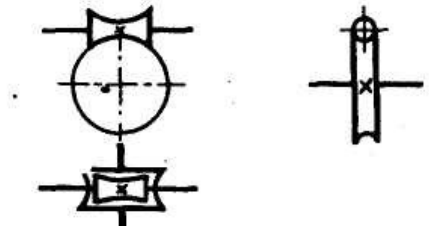
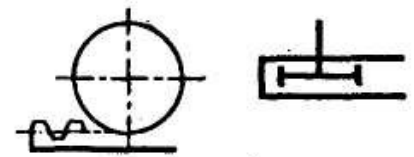
Продолжение таблицы А.1

1	2
з) с гиперболоидными роликами, преобразующими вращательное движение в винтовое	
17. Маховик на валу	
18. Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	
19. Передача ремнем без уточнения типа ремня	
20. Передача плоским ремнем	
21. Передача клиновидным ремнем	
22. Передача круглым ремнем	
23. Передача зубчатым ремнем	
24. Передача цепью: а) общее обозначение без уточнения типа цепи	

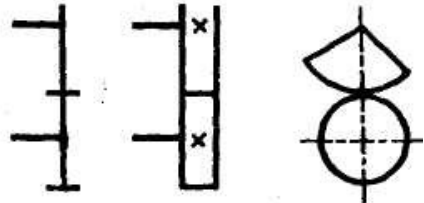
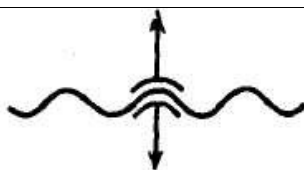
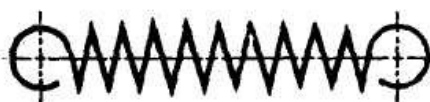
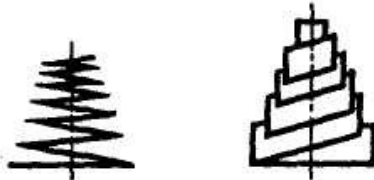
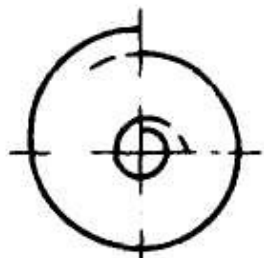
Продолжение таблицы А.1

1	2
б) круглоразветвленной	
в) пластинчатой	
г) зубчатой	
25. Передатки зубчатые (цилиндрические): а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
б) то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
в) внутреннее зацепление	
г) с некруглыми колесами	
26. Передатки зубчатые с гибкими колесами (волновые)	

Продолжение таблицы А.1

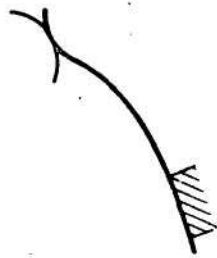
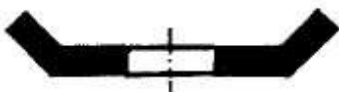
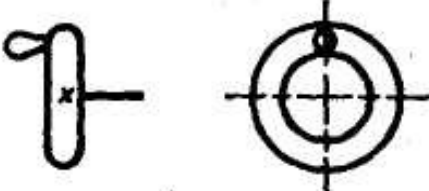
27. Передачи зубчатые с пересекающимися валами и конические: а) общее обозначение без уточнения типа зубьев	2 
б) с прямыми, спиральными и круговыми зубьями	
28. Передачи зубчатые со скрещивающимися валами: а) гипоидные	
б) червячные с цилиндрическим червяком	
в) червячные глобоидные	
29. Передачи зубчатые реечные: а) общее обозначение без уточнения типа зубьев	

Продолжение таблицы А.1

1	2
30. Передача зубчатым сектором без уточнения типа зубьев	
31. Винт, передающий движение	
32. Гайка на винте, передающем движение:	
а) неразъемная	
б) неразъемная с шариками	
в) разъемная	
33. Пружины:	
а) цилиндрические сжатия	
б) цилиндрические растяжения	
в) конические сжатия	
г) цилиндрические, работающие на кручение	
д) спиральные	

Продолжение таблицы А.1

1	2
---	---

е) листовые: одинарная	
рессора	
ж) тарельчатые	
34. Рычаг переключения	
35. Конец вала под съемную рукоятку	
36. Рукоятка	
37. Маховичок	
38. Передвижные упоры	
39. Гибкий вал для передачи вращающего момента	