

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

С.Ю. Соловых, С.В. Антимонов

ЦИКЛОГРАММИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Оренбург
2018

УДК 664(076.5)
ББК 36.81я7
С60

Рецензент – кандидат технических наук, доцент В.П. Попов

Соловых, С.Ю.
С-60 Циклограммирование технологических машин: методические указания/
С.Ю. Соловых, С.В. Антимонов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург:
ОГУ, 2018. – 16 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторно-практических работ по дисциплине «Теория технологического потока» для обучающихся направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

УДК 664(076.5)
ББК 36.81я7

© Соловых С.Ю.,
Антимонов С.В., 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

1 Циклы машины.....	4
2 Циклограммы.....	6
3 Фазовое время и время перекрытий.....	11
4 Порядок выполнения работы	14
5 Контрольные вопросы	15
Список использованных источников	16

Лабораторная работа

Циклограммирование технологических машин

Цель работы: Ознакомиться с различными типами циклограмм. Приобрести навыки циклограммирования машины-автомата. Выполнить построение различных циклограмм для машины, предложенной преподавателем.

1 Циклы машины

Цикл механизма или машины – совокупность движений и остановок (состояний) всех их элементов.

Цикл рабочего органа – совокупность всех его состояний, составляющих кругооборот в течение некоторого промежуточного времени. Этот промежуток времени называется временем цикла.

Циклы рабочих органов, управляемых исполнительными механизмами циклического действия, обычно состоят из следующих перемещений и остановок:

1. Рабочий ход (рабочее перемещение) – движение рабочего органа в направлении выполнения технологической операции, время движения обозначается t_p ;

2. Выстой – остановка рабочего органа после выполнения технологической операции, время остановки обозначается $t_{o.p}$;

3. Холостой ход (холостое перемещение) – движение рабочего органа к первоначальному месту положения (исходному), время движения обозначается t_x ;

4. Выстой рабочего органа в исходном положении, время выстоя в этой ситуации обозначается $t_{o.x}$

Циклы рабочих органов, управляемых механизмами непрерывного действия, состоят из:

- поворота для выполнения технологической операции, т.н. рабочего поворота на угол ψ_p (время поворота обозначается t_p);

- холостого поворота без выполнения технологической операции на угол ψ_x , (время поворота – t_x).

Повороты выбраны по причине того, что, как правило, такие механизмы совершают вращательное движение.

Во время работы машины рабочие органы, поочередно совершая свои ходы и остановки, выполняют технологические операции.

Время кинематического цикла рабочего органа T_k – это время, отсчитанное от момента начала движения рабочего органа в направлении выполнения технологической операции над данным первым объектом до момента начала движения этого же рабочего органа в направлении выполнения аналогичной технологической операции над вторым объектом.

Время кинематического цикла рабочего органа (механизма) представляет собой сумму времен всех его состояний

$$T_k = t_p + t_{o.p} + t_k + t_{o.x} \quad (1)$$

Время кинематического цикла каждого из механизмов одной машины постоянно.

Время кинематического цикла машины – это время, в течение которого все механизмы машины совершат свои кинематические циклы.

Для простых машин время кинематического цикла машины равно времени кинематического цикла любого из механизмов, так как для всех механизмов одной машины оно одинаково и совпадает со временем одного оборота распределительно-управляющего вала (РУВ). Однако в сложных машинах-автоматах время кинематического цикла одного механизма может

отличаться от времени кинематического цикла другого механизма и машины в целом.

Время рабочего цикла – это время, в течение которого машиной выдается одно изделие или группа готовых изделий. Время рабочего цикла обозначается T_p . Часто время рабочего цикла равно времени кинематического цикла.

Время технологического цикла – это время, в течение которого производится обработка объекта в машине, т. е. это время, отсчитанное от момента входа исходного объекта в машину до момента выхода готового изделия из машины. Обозначается это время T_T .

Время технологического цикла машины обычно больше времени, необходимого на выполнение технологического процесса $T_T > T_{T.п.}$. В общем случае время технологического цикла машины складывается из времени, потребного для выполнения технологической операции $T_{T.п.}$, времени t_{Tp} транспортировки объекта внутри машины и времени $t_{y.c}$ установки объекта на машину и съема готового изделия с машины:

$$T_T = T_{Tn} + t_{Tp} + t_{y.c} \quad (2)$$

Наиболее совершенной считается та машина, в которой время на транспортировку, установку объекта и съем изделия наименьшее, а в идеале последние операции совмещены с технологической обработкой объекта.

2 Циклограммы

Для осуществления заданного технологического процесса необходимо, чтобы рабочие органы машины перемещались с определенными скоростями и ускорениями, и чтобы их перемещения производились в требуемой последовательности. Для проектирования этого и проверки полученных результатов используют циклограммы.

Цикловая диаграмма (циклограмма) – графическое изображение последовательности перемещений и остановок рабочих органов машины. Циклограмма машины составляется из циклограмм ее рабочих органов.

По циклограмме машины определяют начало и конец перемещения рабочих органов в пределах кинематического цикла. Отсчет времени ведется от времени начала рабочего хода ведомого звена исполнительного механизма, принятого за основной. В качестве основного рекомендуется выбирать механизм, выполняющий наиболее длительную или трудоемкую технологическую операцию или первую по порядку в технологическом процессе.

Циклограммы машин выполняются в определенном масштабе времени или угла поворота ведущего звена основного исполнительного механизма или распределительно-управляющего вала (РУВ).

По форме графического изображения циклограммы могут быть прямоугольными, линейными и круговыми.

В прямоугольных циклограммах (рисунок 1) каждому интервалу перемещения рабочего органа соответствует свой прямоугольник с основанием, выполненным в определенном масштабе, и с высотой, выполненной без учета какого-либо масштаба. В середине каждого прямоугольника помещается надпись или условное обозначение соответствующего перемещения или выстоя рабочего органа.

В линейных циклограммах (рисунок 2) каждому интервалу перемещения рабочего органа, отмеренному по оси абсцисс (горизонтальная прямая), соответствует наклонная линия, а каждому выстоя — горизонтальная линия. Иногда у линий наносят поясняющие надписи: «подъем», «опускание», «ход вперед», «выстой внизу» и пр. Надписи могут быть также и технологического содержания: «опрокидывание бутылок» и др. Угол наклона линий выбирается произвольным.

В круговых циклограммах (рисунок 3) кинематическому циклу каждого механизма соответствует кольцевая полоска произвольной ширины.

Продолжительность интервалов определяется отрезками этих полосок, заключенными между двумя радиусами, развернутыми на соответствующий угол в определенных масштабах времени или угла поворота РУВ. Если кинематический цикл машины происходит за один оборот РУВ, то отмеренные углы по циклограмме являются истинными значениями углов поворота РУВ. Если кинематический цикл машины происходит, например, за 0,5 оборота РУВ, то отмеренные углы по циклограмме будут больше истинных в два раза. При большом количестве механизмов круговые диаграммы недостаточно наглядны и в них труднее ориентироваться, поэтому большее распространение получили прямоугольные и линейные циклограммы.

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	мин
<i>Ротор</i>	<i>Главный двигатель</i>	XX		PX			PX	PX	XX	Выстой			
	<i>Вспомогательный двигатель</i>	<i>Выстой</i>	<i>Выстой</i>							<i>Выстой</i>	PX		
<i>Исполнительные механизмы</i>	1 <i>Загрузочного клапана</i>	<i>Выстой</i>	<i>Выстой</i>	PX	<i>Выстой</i>	<i>Выстой</i>							
	2 <i>Клапана подвода фугата</i>	<i>Выстой</i>	<i>Выстой</i>	PX			<i>Выстой</i>	<i>Выстой</i>					
	3 <i>Клапана подачи прамывочной жидкости</i>	<i>Выстой</i>				<i>Выстой</i>	PX	<i>Выстой</i>	<i>Выстой</i>				
	4 <i>Клапана отвода прамывочной жидкости</i>	<i>Выстой</i>				<i>Выстой</i>	PX		<i>Выстой</i>	<i>Выстой</i>			
	5 <i>Запорного конуса</i>	<i>Выстой</i>								<i>Выстой</i>	PX		XX
	6 <i>Поворота ножа</i>	<i>Выстой</i>								<i>Выстой</i>	PX		<i>Выстой</i>
	7 <i>Вертикального перемещения ножа</i>	<i>Выстой</i>								XX	PX	<i>Выстой</i>	<i>Выстой</i>
	8 <i>Клапана подачи регенерационной жидкости</i>	<i>Выстой</i>											
	9 <i>Клапана отвода регенерационной жидкости</i>	<i>Выстой</i>											

XX – холостой ход, PX – рабочий ход

Рисунок 1 – Пример прямоугольной циклограммы (центрифуги)

С помощью циклограммы определяют относительное положение интервалов циклов исполнительных механизмов в общем цикле автомата. Пользуясь этими циклограммами, легко определить, в каком из интервалов находится каждый рабочий орган в заданный момент времени или при

заданном положении ведущего звена основного механизма. 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 заданного механизма. Началу цикловой диаграммы машины может соответствовать исходное положение каждого из ее рабочих органов. Обычно за начало цикловой диаграммы машины принимают начало цикловой диаграммы основного рабочего органа.

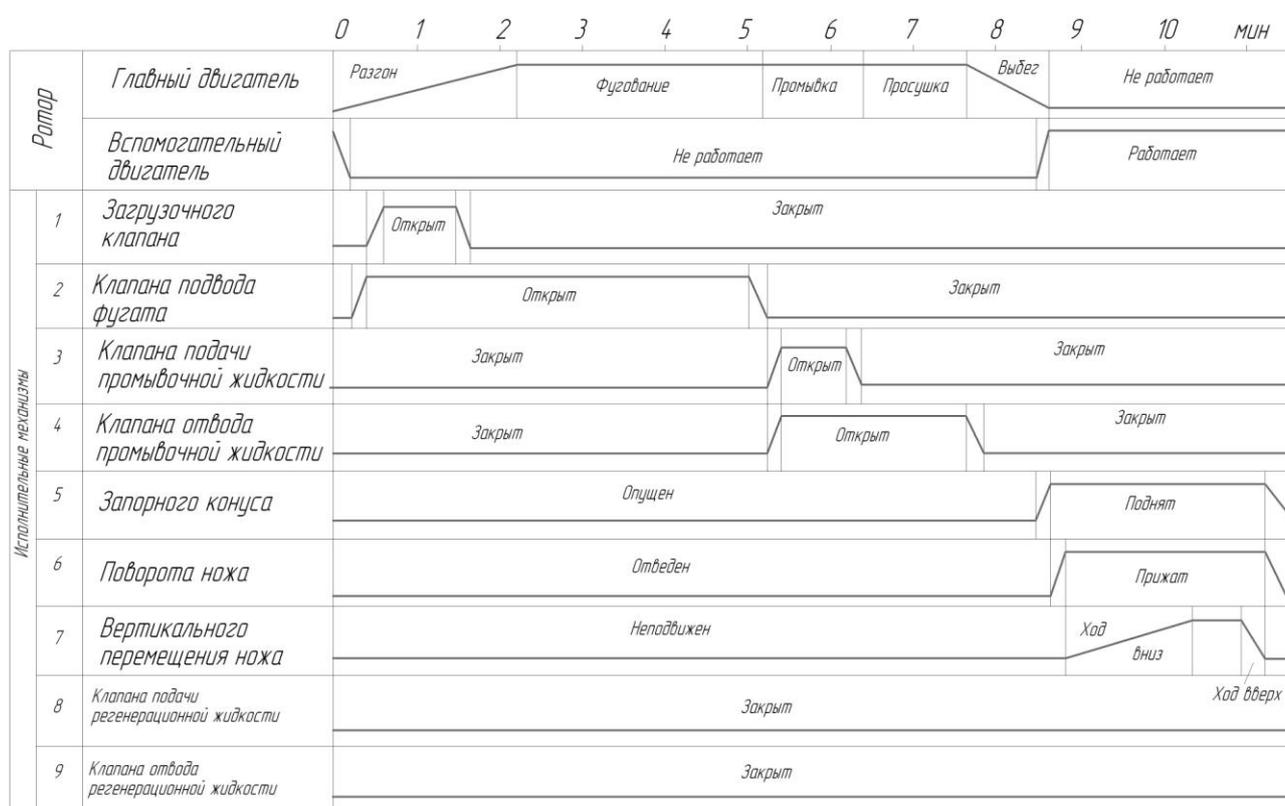


Рисунок 2 – Пример линейной циклограммы (центрифуги)

Цикловые диаграммы выполняют разную роль в зависимости от того, когда и для какой цели они составляются.

Проектная циклограмма составляется на начальной стадии разработки новой машины и в дальнейшем постоянно уточняется. В этом случае циклограмма играет роль необходимого и удобного оперативного вспомогательного документа.

Исполнительная циклограмма является окончательным документом, в полной мере отражающим согласованную работу рабочих органов разработанной (изготовленной) машины. На этапе изготовления машины циклограмма является основным конструкторским документом для сборщика и наладчика при установке на РУВ ведущих звеньев (кривошипов, кулачков и др.) исполнительных механизмов в нужном положении. На этапе эксплуатации машины циклограмма нужна при проведении ремонта, регулировки, а также при модернизации машины.

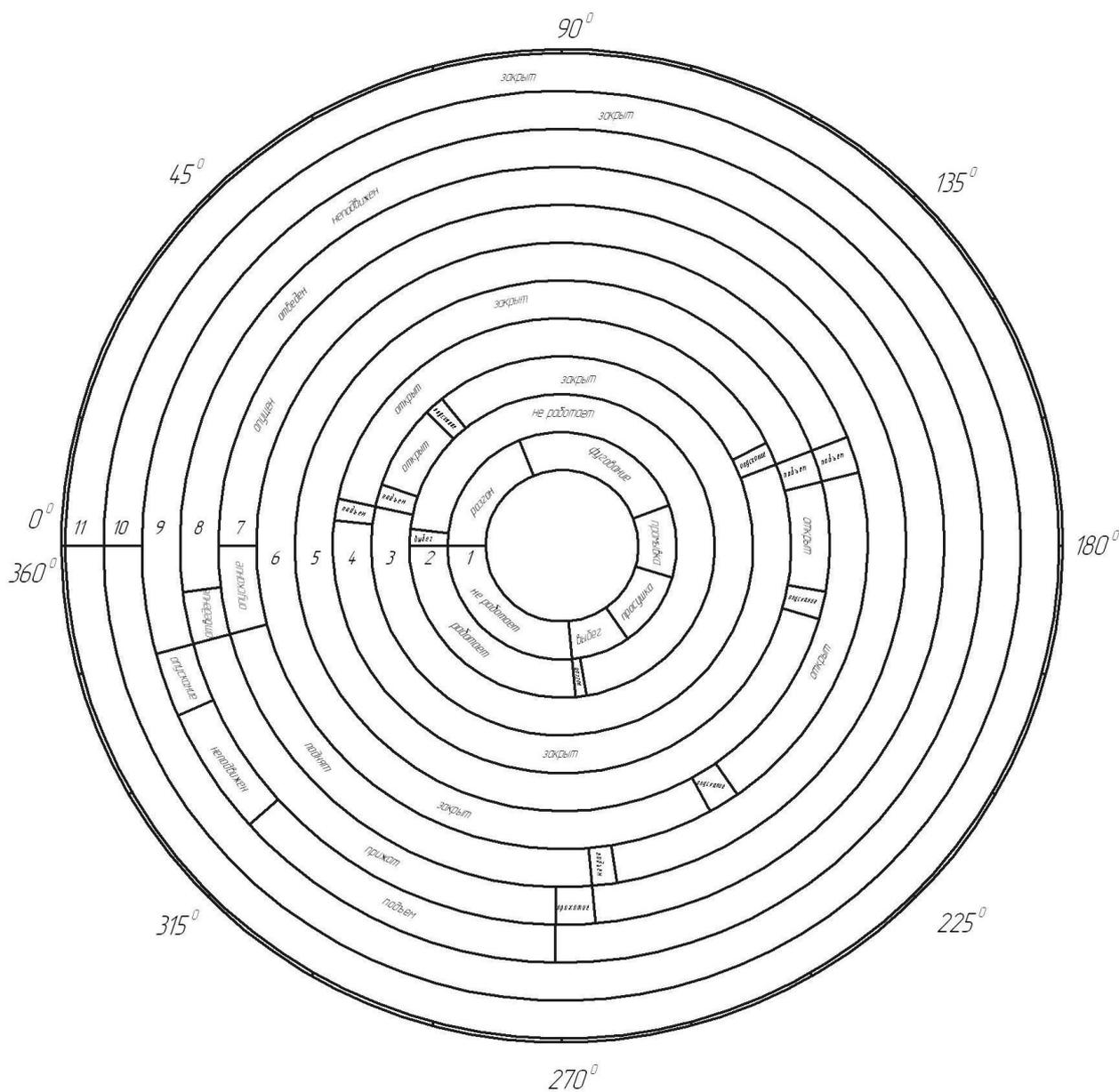


Рисунок 3 – Пример круговой циклограммы (центрифуги)

Проектную и исполнительную циклограммы можно назвать теоретическими в отличие от экспериментальных, снятых с действующей машины с целью анализа ее работы. Экспериментальные циклограммы строят по данным измерений времени перемещений рабочих органов.

Статическая экспериментальная циклограмма снимается с машины, распределительно-управляющий вал которой медленно прокручивают вручную. Она позволяет выявить, насколько последовательность и продолжительность срабатывания рабочих органов машины отличается от проектных. При этом выявляются также дефекты изготовления отдельных элементов и сборки машины.

Динамическая экспериментальная циклограмма снимается с машины (с помощью специальных приборов) при рабочей скорости вращения РУВ. Такая реальная, действительная циклограмма показывает, насколько возникающие при работе машины упругие деформации звеньев искажают статическую циклограмму.

3 Фазовое время и время перекрытий

Обычно в пищевых машинах-автоматах степень неравномерности вращения РУВ весьма незначительна, поэтому его угловую скорость принимают постоянной. Тогда становится справедливым равенство, связывающее угол поворота, время поворота и угловую скорость ведущего звена $\varphi = \omega t$. Как правило, время кинематического цикла машины T_k равно времени одного полного оборота РУВ, поэтому $2\pi = \omega T_k$. Это позволяет изображенные в циклограмме соотношения между интервалами перемещения считать справедливыми и для соответствующих углов поворота РУВ (с учетом возможного использования масштабных коэффициентов).

Продолжительности периодов, соответствующих перемещениям и выстоям рабочих органов вычисляются по формуле

$$t = \frac{\varphi}{\omega}, \quad (3)$$

где φ – угол поворота соответствующего периода, рад;

t – время поворота РУВ на угол φ , с;

ω – угловая скорость поворота, рад/с.

В циклограмме выделяют пять различных видов времени, используемых для расчета и анализа циклограмм.

1. Время полного перехода i -того рабочего органа t_i – сумма интервалов времени рабочего хода, выстоя в конечном положении и холостого хода.

2. Полное фазовое время рабочего органа t_{i1} – время, определяющее смещение цикловой диаграммы каждого из рабочих органов относительно начала диаграммы основного рабочего органа (или механизма), где i – порядковый номер рабочего органа. Более «наглядно» другое определение полного фазового времени рабочего органа – время, отсчитанное от времени начала работы машины, по истечении которого этот рабочий орган начинает свою работу.

3. Частное (относительное) фазовое время t_{ij} – время, определяющее смещение цикловой диаграммы рабочего органа, выполняющего последующую операцию, по отношению к циклограмме рабочего органа, выполняющего предыдущую операцию (в порядке последовательности). Например, t_{32} – частное фазовое время рабочего органа 3 по отношению к рабочему органу 2.

4. Время перекрытия i -того перехода t_i'' – время опережающего смещения его, отсчитываемого по циклограмме влево от того положения, которое он бы занимал, если бы начинался только после завершения предыдущего перехода.

5. Время неперекрытого перехода t_i' – часть времени полного перехода, не совмещенного с предыдущим переходом. На рисунке 4 неперекрытые переходы изображены толстыми отрезками.

Таким образом, опираясь на обозначения циклограммы (в качестве примера), изображенной на рисунке 4, можно утверждать, что продолжительность кинематического цикла определяется следующим образом:

1. Как сумма неперекрываемых переходов

$$T_{\kappa} = t_1' + t_2' + t_3' = \sum t_i' \quad (4)$$

2. Как сумма полных переходов за вычетом перекрытий

$$T_{\kappa} = t_1 + (t_2 - t_2'') + (t_3 - t_3'') = \sum t_i - \sum t_i'' \quad (5)$$

3. Как сумма относительных фазовых времен

$$T_{\kappa} = t_{21} + t_{32} + t_{13} \quad (6)$$

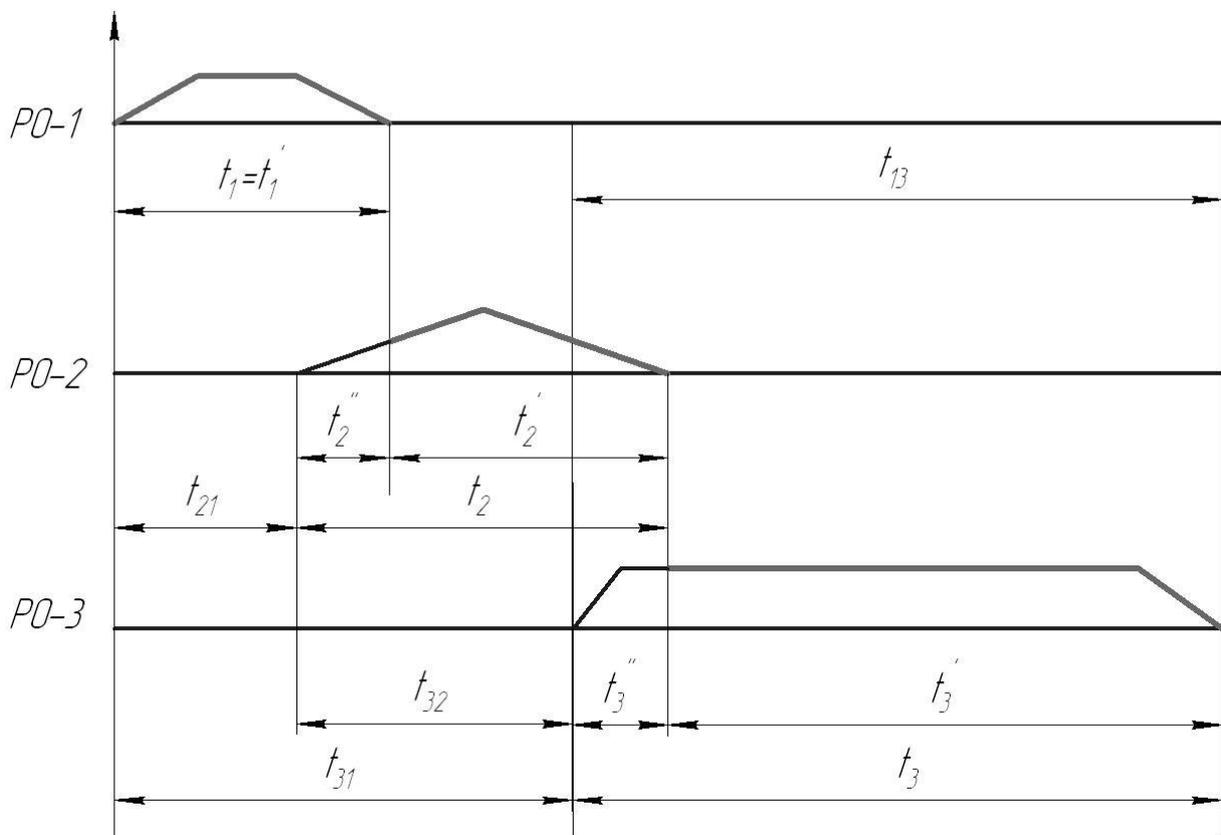


Рисунок 4 – Фазовое время, время перехода и перекрытий

Зная кинематический цикл и полный переход какого-либо рабочего органа (рабочий ход, холостой ход, остановка в крайнем положении), можно определить и остаток времени на выстой в исходном положении.

Углы поворота ведущих звеньев или РУВ, соответствующие каждый фазовому времени своего рабочего органа, называются фазовыми углами.

Приравняв кинематический цикл времени полного поворота РУВ на 360^0 и, считая вращение РУВ равномерным, зная время любого перехода или его части, можно определить соответствующий угол поворота РУВ и, наоборот, зная угол поворота, можно определить соответствующее время по формулам:

$$\varphi_i^o = 360 \frac{t_i}{T_k}, \quad (7)$$

$$t_i = T_k \frac{\varphi_i^o}{360}. \quad (8)$$

Аналогично, можно представить полное t_{i1} и частное t_{ij} фазовые времена в виде соответствующих им фазовых углов Φ_{i1} и Φ_{ij} .

4 Порядок выполнения работы

4.1 Работа проводится на автоматических и полуавтоматических машинах непрерывно-циклического действия. Ознакомиться с устройством и принципом действия машины, проследить за работой машины на естественном продукте или моделях обрабатываемых изделий.

4.2 Получить задание у преподавателя на циклограммирование объекта.

4.3. Установить РУВ в нулевое положение.

4.3 Медленно вращая штурвал (РУВ) машины и наблюдая за действием интересующих звеньев, выяснить характер движения отдельных звеньев машины, определяя перемещение рабочих органов.

4.4 Снять данные о перемещениях рабочего органа, поворачивая РУВ с интервалом в 10 градусов и фиксируя соответствующие положения выбранных рабочих органов – рабочих ход, выстой, холостой ход.

4.5 Опираясь на полученные данные построить прямоугольную, линейную и круговые диаграммы.

4.6 Диаграммы строить в определенных масштабах времени или угла поворота РУВ.

4.7 При построении нанести функциональные записи в соответствующие позиции диаграммы.

4.8 Определить полное фазовое время, частные фазовые времена для заданных рабочих органов, время перехода, перекрытий и кинематического цикла.

5 Контрольные вопросы

1. Что такое цикл рабочего органа?
2. Из чего состоят циклы рабочих органов, управляемых исполнительными механизмами циклического действия?
3. Из чего состоят циклы рабочих органов, управляемых исполнительными механизмами непрерывного действия?
4. Что включает в себя время кинематического цикла рабочего органа?
5. Чем отличается время технологического цикла от времени рабочего цикла?
6. Что такое циклограмма?
7. Объясните правила построения линейной диаграммы.
8. Объясните правила построения круговой диаграммы.
9. Объясните правила построения прямоугольной диаграммы.
10. Как определить, в каком из интервалов находится каждый рабочий орган в заданный момент времени?
11. Что такое полное и частное фазовое время?
12. Как определить продолжительность кинематического цикла?

Список использованных источников

1. Панфилов, В.А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока) / В.А. Панфилов – М.: Колос, 1993. – 288 с.
2. Харламов, С.В. Конструирование технологических машин пищевых производств : учебное пособие для вузов/ С.В. Харламов – Л: Машиностроение, 1991. – 224 с.
3. Шувалов, В.Н. Машины-автоматы и поточные линии / В.Н. Шувалов – Л. : Машиностроение, 1973 – 482 с.
4. Керженцев, В.А. Проектирование оборудования пищевых производств / В.А. Керженцев – Новосибирск : НГТУ, 2011. – Ч. 1. Циклически работающие машины. – 63 с. – ISBN 978-5-7782-1868-0 ; То же [Электронный ресурс]. – [URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228756](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228756)