Энгельсский технологический институт

ЭТИ СГТУ имени ГАГАРИНА Ю.А.

М.Г. Шнайдер

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ УЧАСТКОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Энгельс 2025 г.

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ УЧАСТКОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Электронное издание локального распространения

Методические указания к практической работе
по дисциплине «Управление системами и процессами» для студентов
направлений подготовки:

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств», профиль подготовки «Технология
машиностроения»;

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2023 г

Цель работы - разработка модели и анализ производственного процесса машиностроительного предприятия для условий серийного производства.

1. Основные понятия

Назначение моделирования процесса производства - описание движения предметов труда по всем рабочим местам их обработки. Формируемая модель призвана дать ответ на вопросы, где, когда и в каких количествах должны находиться в процессе производства детали?

Модель производственного процесса занимает важное место в системе управления любым производственным объектом и зависит от свойств и особенностей объектов.

В условиях серийного производства любого машиностроительного предприятия возможны следующие формы организации процесса изготовления партии деталей: последовательная, параллельная и параллельно-последовательная.

Последовательная форма организации производственного процесса обработки называется такая форма, при которой партия деталей всякий раз с операции на операцию (с одного рабочего места на другое) передается целиком без ее разбиения на передаточные партии. При этом под передаточной партией понимается часть деталей производственной партии, которая передается с одной операции на другую, до окончания обработки всех деталей партии.

В этом случае длительность цикла изготовления всех деталей партии определяется по формуле:

$$T_ц = n \sum_{i=1}^{d} t_i$$

где t_i - время выполнения i - той операции технологического процесса;

d - число операций в технологическом процессе.;

n - число деталей в партии.

На рис.1 показан график обработки партии деталей при последовательной форме организации производственного процесса.

Последовательная форма организации производственного процесса имеет преимущества и недостатки. Преимуществом является беспростойная загрузка технологического оборудования и рабочих мест на весь период времени обработки партии деталей. К недостаткам относится большая длительность цикла обработки из-за того, что детали больше пролеживают, чем находятся в обработке. Это требует создания

значительных площадей для хранения деталей и увеличивает себестоимость их изготовления.

Параллельная форма организации производственного процесса - когда одна обработанная деталь или передаточная партия немедленно после ее изготовления на данной операции до окончания обработки всей партии

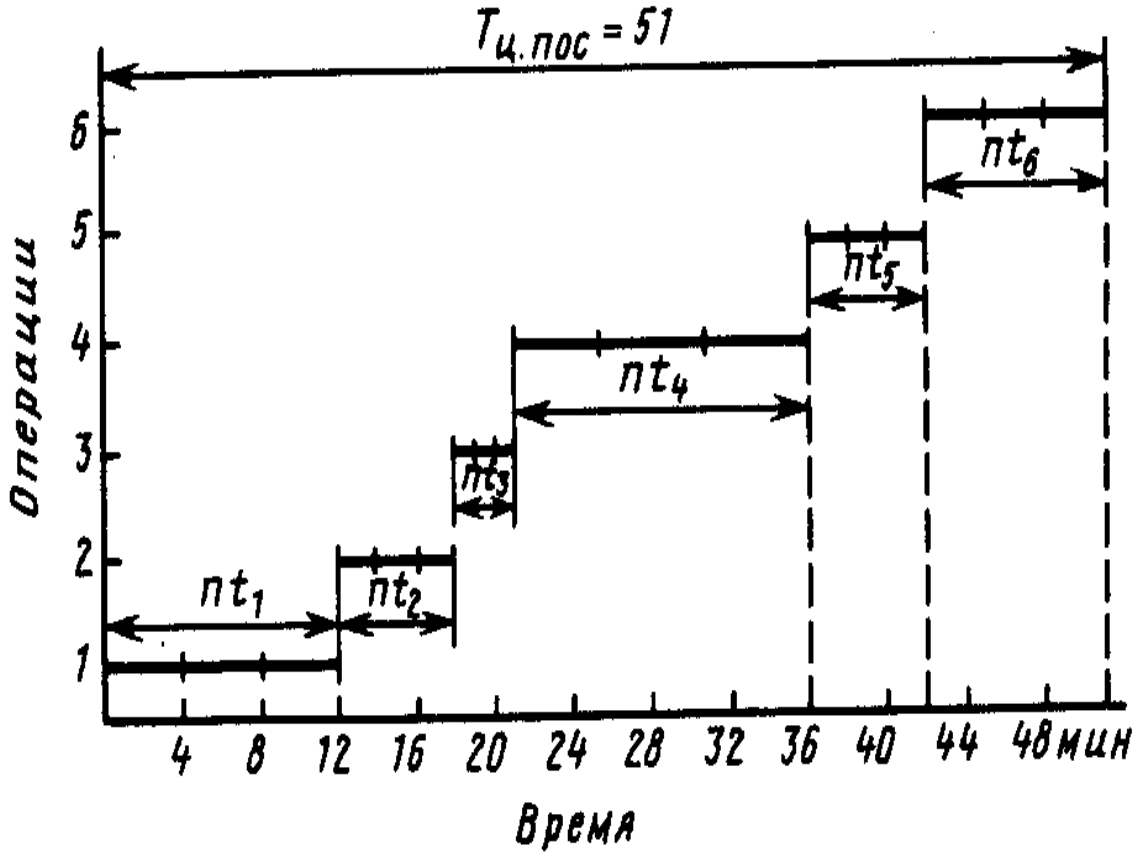

Рис.1.График обработки деталей при последовательной форме организации процесса.

передается на очередную операцию.Формула для определения длительности производственного цикла имеет вид:

$$T_{ц1} = n_{пер} \sum_{i=1}^{d} t_i + (n - n_{пер})\, t_{max}$$

n - число деталей в партии;

$n_{пер}$ - число деталей в передаточной партии.

На рис.2 показан график формирования цикла обработки при параллельной форме организации процесса.

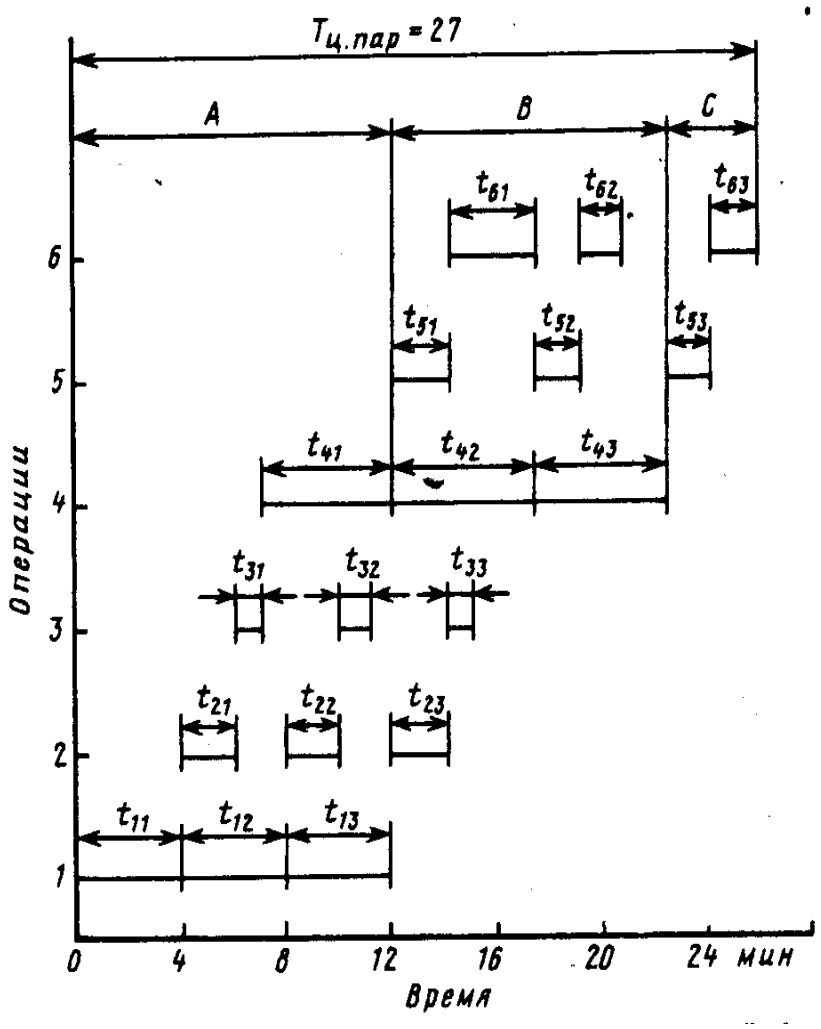

Рис.2. График формирования цикла обработки деталей при параллельной форме организации процесса.

Преимуществом параллельной формы организации в сравнении с последовательной является существенное сокращение длительности производственного цикла и отсутствие площадей (их небольшие размеры) для хранения оборотного задела между смежными операциями.

Недостатком являются простои оборудования и рабочего.

Параллельно-последовательная форма организации производственного процесса предполагает обработку передаточными партиями, при этом обработка деталей на каждой операции производится непрерывно с максимально возможной параллельностью

на смежных операциях. На рис.3 представлен график движения деталей при параллельно-последовательной форме организации процесса.

Длительность производственного цикла обработки (для рассматриваемой формы) можно представить как цикл при последовательной форме за вычетом времени перекрытия обработки на смежных операциях:

$$T_{ц2} = T_ц - T_{пер}$$

Время перекрытия определиться по формуле:

$$T_{пер} = \sum (n - n_{пер}) \sum_{i=1}^{d-1} t_i^{min}$$

Полученная по этой формуле величина длительности производственного цикла занимает промежуточное значение между

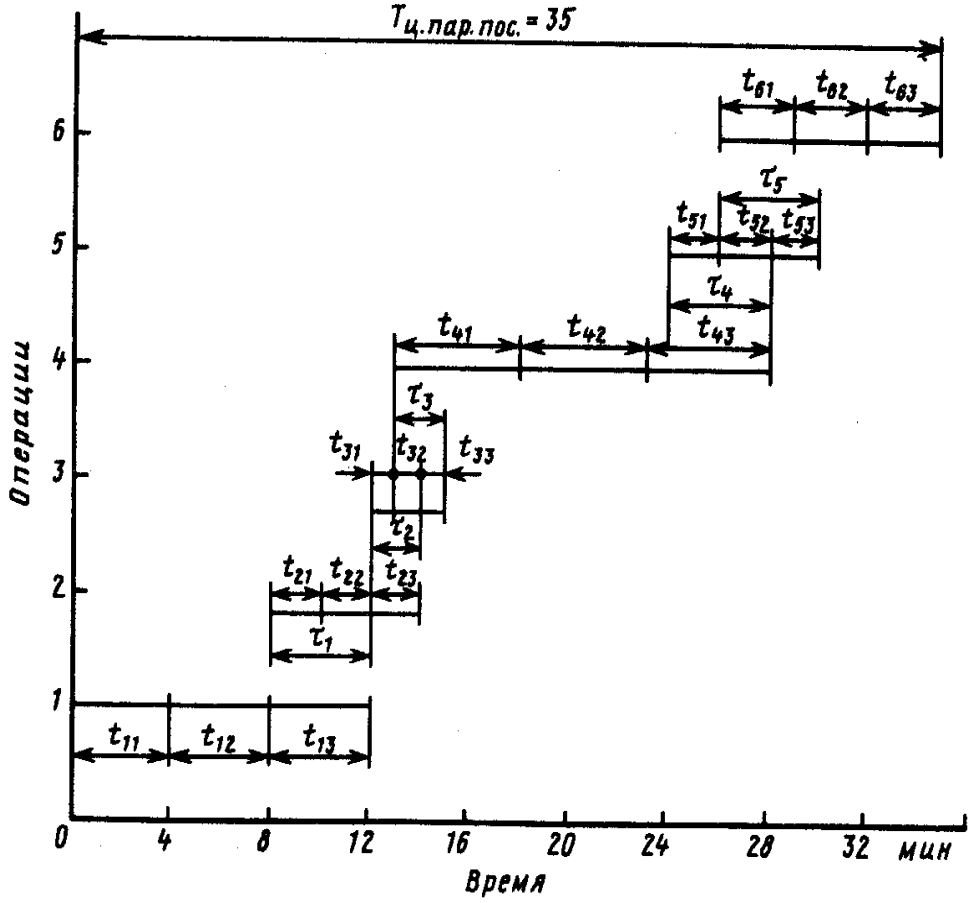

Рис.3 . График обработки партии деталей при параллельно - последовательной форме организации производственного процесса.

циклом при последовательной и параллельной формах организации процесса во времени.

Непрерывная работа производственного участка серийного производства невозможна без создания оборотного задела. Под оборотным заделом следует понимать необходимый запас деталей на рабочих местах с целью обеспечения нормальной работы на каждом рабочем месте. Величина оборотного задела зависит от степени синхронизации технологического процесса обработки деталей на отдельных операциях, соотношений длительности операций, выполняемых на каждой паре технологически связанных рабочих мест.

Возможны следующие случаи:

1 случай - длительность операции, выполняемая на подающем детали рабочем месте $\mathbf{t_1}$ равна времени обработки детали на получающем рабочем месте $\mathbf{t_2}$. В этом случае задел не нужен, так как процесс обработки деталей в этом случае синхронизирован и каждая очередная деталь псле ее обработки на подающем рабочем месте незамедлительно поступает на получающее рабочее место.

2 случай - длительность операции на подающем рабочем месте больше времени обработки детали на получающем рабочем месте: $\mathbf{t_1 > t_2}$. В этом случае необходимо на первой операции организовать задел, так как в противном случае обработка детали в течение смены будет иметь прерывистый характер. Величина оборотного задела $\mathbf{z_0}$ определится по формуле:

$$z_0 = n_c - (t_{min}\, n_c)/ t_{max}$$

$\mathbf{t_{min}}$ - минимальное время из двух смежных операций;

$\mathbf{t_{max}}$ - из двух смежных операций максимальное время;

$\mathbf{n_c}$ - количество деталей обрабатываемых в одну смену.

$$n_c = 480/T_{max}$$

Схема об движении (изменении) оборотного задела между рабочими местами 1 и 2 приведена на рис. 4 .

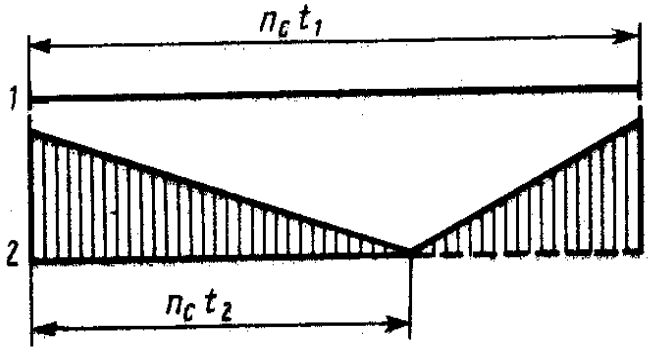

Рис.4. Схема движения оборотного задела между смежными рабочими местами при значениях $t_1 > t_2$.

3 случай - длительность операции, выполняемой на подающем рабочем месте, меньше времени операции, выполняемой на получающем детали рабочем месте, т.е. $t_1<t_2$.

Формула расчета оборотного задела имеет вид:

$$z_0 = n_c - t_{min}\, n_c/t_{max} = n_c\,(1 - t_{min}/t_{max})$$

При этом, очевидно, что на рабочем месте №1 специально создавать оборотный задел не следует.

График изменения оборотного задела на рабочем месте №2 представлен на рис.5.

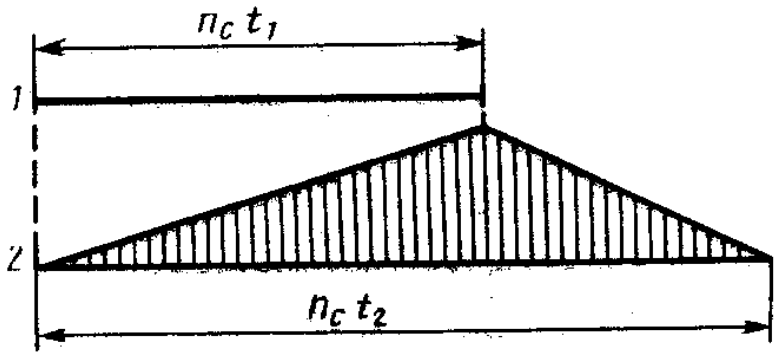

Рис. 5. Схема изменения оборотного задела на рабочем месте №2 при значениях времени обработки $t_1<t_2$.

Если какая-либо операция выполняется на нескольких параллельно организованных рабочих местах, то при расчете оборотных заделов время таких операций должно уменьшаться в соответствии с количеством мест.

2.Моделирование производственных процессов на многопредметных участках.

Основой формирования математической модели обработки деталей является время опережения (смещения) запуска деталей в обработку в технологически связанных рабочих местах с целью получения минимального технологического цикла изготовления деталей и минимальных простоев оборудования.

Величина смещения **а** на каждой паре технологически связанных рабочих мест зависит от соотношения времени обработки на них

деталей.При значениях $t_1 > t_2$ величина смещения может быть рассчитана по формуле:

$$\mathbf{a = (t_1 - t_2) + C}$$

где **С** - время обработки передаточной партии.

Из рис.6 видно, что величина смещения при рассматриваемом соотношении t_1 и t_2 лимитируется окончанием обработки партии деталей на рабочих местах связанной пары. И если из смещения **а** исключить составляющую **С** , то время окончания обработки деталей на общих рабочих местах связанной пары совместятся.

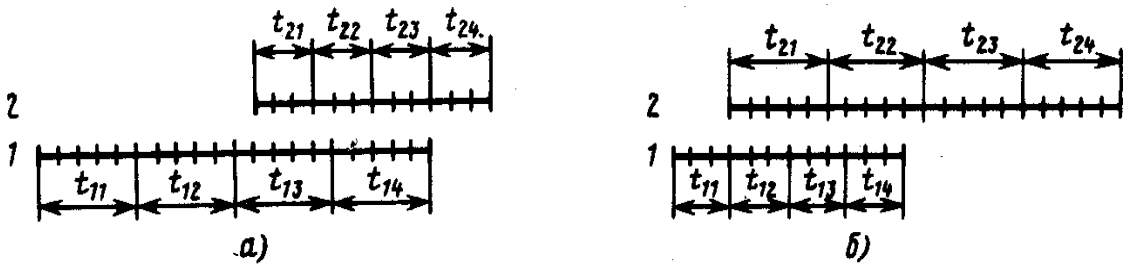

Рис.6. Схема обработки партии деталей на рабочих местах 1 и 2
а- $t_1 > t_2$; б- $t_1 < t_2$

На рис.7 представлен цикловой график обработки группы деталей с параметрическими данными времени обработки на операциях приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Рабочее место	Детали							
	А		Б		В		Г	
	№операции	Время обр-ки	№операции	Время обр-ки	№операции	Время обр-ки	№операции	Время обр-ки
1	5	6n	-	-	5	12n	5	2n
2	10	4n	5	3n	10	6n	10	5n
3	15	8n	10	3n	15	4n	15	6n
4	20	4n	15	3n	20	4n	20	8n
5	25	2n	20	6n	25	11n	-	-

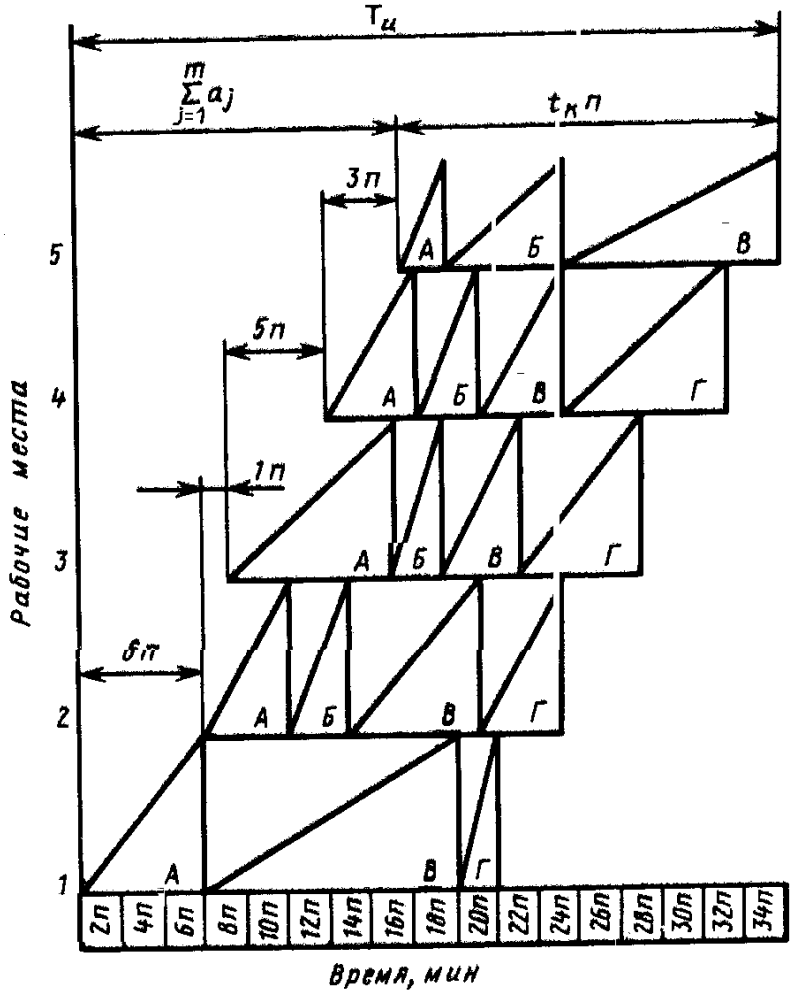

Рис.7. Цикловой график обработки деталей.

3.Порядок выполнения работы

В соответствии с полученным индивидуальным заданием необходимо:

1.Выбрать величину передаточной партии $\mathbf{n_{пер} \leq N}$.
2.Построить цикловой график обработки всех деталей, указанных в индивидуальном задании для случая параллельно-последовательной схемы обработки и определить длительность цикла $T_ц$.З
3.Определить величину оборотных заделов для каждой пары смежных операций ТП.
4.Составить отчет по работе.

4. Содержание и оформление отчета

Отчет по работе должен включать:

1) Название работы;
2) Формулировку цели работы;
3) Краткую теоретическую часть;
4) Цикловой график обработки деталей для 2-х вариантов с разной величиной передаточной партии;
5) Расчет вариантов по длительности цикла обработки $T_ц$ и величине оборотных заделов;
6) Сравнительная таблица рассмотренных вариантов по величине оборотных заделов и определение наилучшего варианта модели.

5. Вопросы для самопроверки

1. Назовите разновидности организации производственного процесса и дайте им сравнительную характеристику?
2. Каково назначение оборотного задела и его расчет?
3. Объясните сущность моделирования производственного процесса?
4. Назовите критерии оценки различных производственных моделей?
5. Как производится выбор оптимальной модели?

Литература

1. Парамонов, Ф.И. Моделирование процессов производства / М.: Машиностроение, 2012. - 232 с.
2. Митрофанов, С.П. Научная организация машиностроительного производства / М.: Машиностроение, 2006. - 712 с.
3. Петров, В.А. Групповое производство и автоматизированное оперативное управление / Л.: Машиностроение, 2005. - 312.

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.

Шнайдер Марина Геннадьевна

Моделирование производственных процессов участков механического цеха

Методические указания

Ответственный за выпуск Шнайдер М.Г.
Оригинал-макет Шнайдер М.Г.

413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы, 17
ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Регистрационный номер __29__