

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образова-
тельное учреждение высшего образования**

**«Воронежский государственный технический
университет»**

Строительно-политехнический колледж

201-2023

**ОРГАНИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению практических работ № 1-5
для студентов специальности 15.02.16
«Технология машиностроения»
очной формы обучения**

Воронеж 2023

УДК 658.5:621(07)
ББК 65.301я73

Составитель: преподаватель И. И. Извеков

Организация машиностроительного производства:
методические указания к выполнению практических работ для студентов специальности 15.02.16 «Технология машиностроения» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. И. И. Извеков. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. – 51 с.

Методические указания содержат практические работы для проведения занятий по МДК05.02 «Организация машиностроительного производства». Каждая работа содержит теоретические сведения по рассматриваемой теме, домашнее задание для успешного выполнения работы, указания по оформлению отчета и контрольные вопросы для сдачи зачета.

Предназначены для студентов специальности 15.02.16 «Технология машиностроения» очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле ПР_ОМП_2023.pdf.

Ил. 3. Табл. 13. Библиогр.: 4 назв.

УДК 658.5:621(07)
ББК 65.301я73

Рецензент – В. А. Рябцев, канд. тех. наук, доц. кафедры
прикладная математика и механика ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Основной задачей выполнения практических работ по МДК05.02 «Организация машиностроительного производства» является закрепление знаний, полученных в процессе изучения теоретического материала, а также приобретение умений пользоваться справочной и другой технической литературой.

Каждая практическая работа включает выполнение задания, состоящего из теоретической и расчетной частей.

В процессе подготовки к практическому занятию студент должен ознакомиться с описанием выполняемой работы, изучить соответствующий теоретический материал, уяснить цель и задачи, поставленные в работе.

Контроль, связанный с теоретической готовностью к выполнению работы, проводится преподавателем в начале занятия.

Отчет по выполненной работе выполняется в соответствии с требованиями указаний к каждой работе.

Заключительным этапом практического занятия является защита отчета, которая проводится в виде устного собеседования по контрольным вопросам, приведенным в методическом указании к каждой работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА ПО ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКЕ - КОЭФФИЦИЕНТУ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Цель работы: приобретение практических навыков определения типа производства по его характеристике - коэффициенту закрепления операций $K_{з.о}$ и изучение влияния величины $K_{з.о}$ на себестоимость выпускаемой продукции.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Согласно ГОСТ 3.1119-83, ГОСТ 14.004-83 ЕСТД и РД 50-174-80 ЕСТПП одной из характеристик типа производства, т.е. классификационной категории производства, выделяемой по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности, объема выпуска изделий является коэффициент закрепления операций $K_{з.о}$.

Таблица 1.1

Тип производства в зависимости от величины $K_{з.о}$

№ п/п	Величина $K_{з.о}$	Тип производства
1	2	3
1	До 1,0(включительно)	Массовое
2	Св. 1,0 до 10,0 —//—	Крупносерийное
3	Св. 10,0 до 20,0 —//—	Среднесерийное
4	Св. 20,0 до 40, 0 —//—	Мелкосерийное
5	Св. 40,0	Единичное

$K_{з.о}$ показывает отношение числа всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течение месяца, к числу рабочих мест в одной смене. Таким образом, $K_{з.о}$ характеризует число различных технологических операций, приходящихся в среднем па од-

но рабочее место участка за месяц. Он также характеризует среднюю частоту смены технологических операций на производственном участке. Например, если $K_{з.о} = 22$, а количество рабочих дней в месяц 22, то ежедневно происходит смена операций на каждом рабочем месте участка.

Таким образом, $K_{з.о}$ характеризует и время непрерывной работы по выполнению операций на всех деталях производственной партии.

Изменение времени непрерывного выполнения одной работы влияет на специализированные навыки рабочих, трудоемкость обработки и оплату труда рабочих подразделения, затраты на переналадки, периодичность в обслуживании со стороны мастера, планировщика, наладчика и оплату простоев рабочих мест в ожидании обслуживания, на затраты по планированию и учету движения продукции. Все эти величины в рублях показывают изменение элементов себестоимости выпускаемой продукции, непосредственно зависящих от размера величины $K_{з.о}$.

Так как величина $K_{з.о}$ отражает частоту смены различных технологических операций и связанную с этим периодичность в первую очередь обслуживания рабочего информационными и вещественными элементами производства, то оценивается применительно к явочному числу рабочих подразделения из расчета на одну смену:

$$K_{з.о} = \frac{\sum \Pi_{oi}}{\sum P_{яi}} \quad (1.1)$$

где $\sum \Pi_{oi}$ - суммарное число операций при изготовлении детали;

$\sum P_{яi}$ - явочное число рабочих подразделения, выполняющих операции технологического процесса

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Изучить теоретический материал :

[1] с.26...30 ; [2] с.19...23

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

При выполнении учебного задания рекомендуется число однотипных операций Π_{oi} , выполняемых на одном станке в течение месяца при работе в одну смену, определять по формуле:

$$\Pi_{oi} = \frac{\eta_n}{\eta_z} , \quad (1.2)$$

где η_n - планируемый коэффициент загрузки станка (нормативный) всеми закрепленными за ним однотипными операциями. Его величину при расчетах принимают равной 0,8;

η_{zi} - коэффициент загрузки станка при выполнении i - ой операции :

$$\eta_{zi} = \frac{t_{шти} \cdot N_m}{60 \cdot F_m \cdot K_\epsilon} , \quad (1.3)$$

где K_ϵ - коэффициент выполнения норм, равный 1,3;

$t_{шти}$: - штучно-калькуляционное время, необходимое для выполнения операции, мин;

N_m - месячная программа выпуска данной детали при работе в одну смену, шт.:

$$N_{\text{м}} = \frac{N_{\text{г}}}{12},$$

где $N_{\text{г}}$ - годовой объем выпуска заданной детали, шт.;

$F_{\text{м}}$ - месячный фонд времени работы оборудования в одну смену час,

$$F_{\text{м}} = 169 \text{ час};$$

Суммарное число различных операций за месяц по участку из расчета на одного сменного мастера определяется:

$$\sum \Pi_{o_i} = \Pi_{o_1} + \Pi_{o_2} + \Pi_{o_3} + \dots + \Pi_{o_n}, \quad (1.4)$$

где 1,2, ..., n - номера рабочих мест.

Число рабочих на один станок, загруженный до $\eta_n = 0,8$ при работе в одну смену, определяется по формуле

$$P_{\text{я}_i} = \frac{N_i \cdot t_i}{K_{\text{г}} \cdot \Phi \cdot 60} = \frac{\Pi_{o_i} \cdot N_{\text{м}} \cdot t_{\text{шт}_i}}{K_{\text{г}} \cdot \Phi \cdot 60}, \quad (1.5)$$

где $N_i = \Pi_{o_i} \cdot N_{\text{м}}$ - приведенный объем выпуска деталей, шт./мес.;

Φ - месячный фонд времени рабочего при 22 рабочих днях в месяц при работе в одну смену, час:

$$\Phi = 22 \cdot 8 = 176 \text{ час}.$$

Явочное число рабочих участка при работе в одну смену определяется суммированием значений $P_{\text{я}_i}$:

$$\sum p_{\text{я}_i} = P_{\text{я}_1} + P_{\text{я}_2} + P_{\text{я}_3} + \dots + P_{\text{я}_n} \quad (1.6)$$

Определение годовой оплаты труда, связанной с подготовительно-заключительным временем по формуле (в рублях):

$$З_{н.з.} = 12t_{н.з.} \cdot \sum P_{я_i} \cdot C_{ц} \cdot K_{з.о}, \quad (1.7)$$

где $t_{н.з.}$ - среднее подготовительно-заключительное время операции, ч;

$\sum p_{я_i}$ - явочное число рабочих участка, приходящихся на одного мастера, чел.;

$C_{ц}$ - оплата одного нормо-часа с учетом дополнительной зарплаты и отчислений на соцстрахование, руб.

В данной работе $t_{н.з.}$ следует принимать равным 0,25 ч, а оплату одного нормо-часа $C_{ц} = 60$ руб. (часовая тарифная ставка станочника 3-го разряда).

Таблица 1.2

Исходные данные для выполнения работы

№ варианта	№ деталей	К-во операций	$t_{шт.}$ - штучное время i-ой операции						N_z (шт)
			1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	5	6	5	8	7	9	-	3000
	2	5	4	7	10	11	5	-	10000
2	3	4	3	7	8	5	-	-	2000
	4	4	5	8	9	6	-	-	8000
3	5	5	7	15	12	10	8	-	1000
	6	5	6	7	8	5	6	-	9000
4	7	6	3	4	3	5	2	4	12000
	8	6	6	7	7	5	6	4	2000
5	9	5	5	6	7	6	7	-	5000
	10	5	6	8	9	6	7	-	15000

Окончание табл. 1.2.

№ вари- анта	№ дета- лей	К-во опера- ций	$t_{шт}$.- штучное время i-ой операции						N_z (шт)
			1	2	3	4	5	6	
6	11	4	3	4	6	5	-	-	7000
	12	4	5	6	7	8	-	-	1500
7	13	5	3	4	5	4	6	-	3500
	14	5	7	6	8	5	7	-	8000
8	15	6	6	7	5	8	5	4	1500
	16	6	8	9	10	7	6	9	5000
9	17	5	8	6	5	7	7		15000
	18	5	9	8	6	5	7	-	6000
10	19	4	4	5	5	6	-	-	2000
	20	4	8	10	9	7	-	-	5000

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. По формуле(1.3) рассчитать η_{zi} .
2. Построить график загрузки станков при выполнении каждой операции.
3. По формуле (1.2) определить Π_{oi} . Полученные значения округлять в большую сторону до целого числа.
4. По формуле (1.4) рассчитать $\sum \Pi_{oi}$.
5. По формуле (1.5) определить $P_{яi}$. Полученные значения округлять в большую сторону до целого числа
6. По формуле (1.6) рассчитать $\sum p_{яi}$.
7. По формуле (1.1) рассчитать величину $K_{3.0}$.
8. Согласно данным таблицы 1.1 определить тип производства.
9. По формуле (1.7) рассчитать $Z_{n.z_z}$.

10. Примечание. В указанном выше порядке выполнения работы произвести расчеты для двух деталей, указанных в каждом варианте табл. 1.2 .
11. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о влиянии величины $K_{3.0}$ на изучаемые в работе элементы себестоимости выпускаемой продукции.
12. Составить отчет.

Исходные данные для выполнения работы приведены в табл. 1.2.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

1. Название работы.
2. Исходные данные к работе.
3. Сводная таблица результатов расчета.
4. Анализ результатов расчетов.
5. Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой период времени принимается в расчет при определении $K_{3.0}$?
2. Для каких условий работы (в одну или две смены) рассчитывается $K_{3.0}$?
3. Как рассчитывается коэффициент загрузки станка η_{3i} ?
4. Что вы понимаете под термином «нормативный коэффициент загрузки станка» и какова его величина принимаемая в данной работе ?
5. Каким образом определяется количество операций Π_{oi} выполняемых на станке в течении месяца ?
6. Как определяется число операций $\sum \Pi_{oi}$, выполняемых в течении месяца на участке ?

7. По каким формулам определяется явочное число рабочих в одну смену по участку $\sum p_{яi}$? На один $P_{яi}$ станок?
8. По какой формуле рассчитывается $K_{3.0}$?
9. Как влияет величина $K_{3.0}$ на затраты подготовительно-заключительного времени?
10. При каких значениях $K_{3.0}$ производство считается крупносерийным, среднесерийным, мелкосерийным.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ В СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель работы: приобретение практических навыков определения размера партии в серийном производстве дифференцированным методом.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В соответствии с ГОСТ 14.004-83, производственной партией называются предметы труда одного наименования и типоразмера, запускаемые в обработку в течение определенного интервала времени, при одном и том же подготовительно-заключительном времени на операцию.

Исходной нормой, предопределяющей в серийном производстве значения календарно-плановых норм, регламентирующих движение деталей и изделий в производстве, является размер партии деталей.

Под размером партии понимается количество данных предметов, одновременно запускаемых в производство и движущихся в не расчленяемом составе по технологическим операциям с однократной затратой по ним подготовительно-заключительного времени.

Размер партии оказывает существенное влияние на экономику производства изделий. С увеличением размера партии растет производительность труда и снижается себестоимость детали. Однако с ростом партии увеличиваются длительность производственного цикла и величина связывания оборотных средств в незавершенном производстве.

В практике машиностроения широкое применение получили методы поэтапного расчета и согласования размера партии деталей. Эти расчеты, базирующиеся на использовании коэффициента закрепления операций $K_{3.0}$, являющегося определяющей характеристикой типа производства и его технико-организационного уровня, принято называть дифференцированными.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Изучить теоретический материал :
[1] с. 31...42

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

В предлагаемом дифференцированном методе определения размера партии деталей одного наименования и типоразмера выбирают из двух предельно допустимых величин n_1 и n_2 .

Предельный размер партии n_1 отражает уровень специализации рабочих мест участка цеха, а также показатели производительности труда и себестоимости изготовления детали. Расчет величины n_1 определяется по формуле:

$$n_1 = \frac{F_{э.м} \cdot K_0 \cdot K_e}{K_{3.0} \sum T_i}, \quad (2.1)$$

где $F_{э.м}$ - эффективный месячный фонд времени работы участка цеха при работе в одну смену, мин;

$$F_{э.м} = 22 \text{ раб. дня} * 8 \text{ час} * 60 \text{ мин} = 10560 \text{ мин}$$

K_0 - число операций механической обработки детали согласно технологического процесса;

K_8 - коэффициент выполнения норм по участку, принят $K_8=1.3$

$K_{3,0}$ - коэффициент закрепления операций;

T_i - трудоемкость одной операции, мин;

Величину n_1 , рассчитанную по формуле (2.1) округлить до целого числа.

Предельный размер партии n_2 учитывает и ограничивает допустимый объем незавершенного производства и связывания оборотных средств.

Расчет ведется по формуле

$$n_2 = \frac{F_{э.м} \cdot K_{сл} \cdot K_8}{K_{м.о} \sum T_i} \quad (2.2)$$

где $K_{сл}$ - коэффициент, учитывающий сложность обработки детали;

$K_{сл} = 1$ – для деталей сложных и трудоемких в изготовлении ;

$K_{сл} = 0.75$ – для деталей средней сложности изготовления.

$K_{мо}$ - коэффициент, учитывающий затраты межоперационного времени, его величина принимается в зависимости от габаритов, сложности изготовления и K_0 – количества операций механической обработки детали:

$K_{mo} = 0.75$ если деталь крупногабаритная, сложная и если $K_o > 12$;

$K_{mo} = 1.5$ если деталь среднегабаритная и $4 \leq K_o \leq 12$

$K_{mo} = 2.5$ если деталь мелкая и простая в изготовлении и если $1 \leq K_o \leq 3$

Величину n_2 , рассчитанную по формуле (2.2) округлить до целого числа.

Размер партии деталей n выбирается как минимальная величина из полученных значений n_1 и n_2 .

Кратность партии деталей ее размеру на сборочной стадии определяется как :

$$K_n = \frac{n}{n_{сб}} \quad (2.3)$$

Полученное значение K_n округляется до целого числа K'_n .
Уточняется величина размера партии деталей:

$$n' = K'_n \cdot n_{сб} \quad (2.4)$$

Кратность партии деталей месячной программе выпуска N_m обеспечивается установлением для нее нормальной периодичности повторения производства I_n .

Ряд нормативных периодичностей запуска очередной партии деталей на предприятии представлен в табл. 2.1:

Таблица 2.1

Ряд допустимых (нормативных) периодичностей запуска партий деталей I_n

Ме- сяцы	1/22	1/8	1/4	1/2	1	2	3	4	6	8	12
Дни	1	2,5	5	11	22	44	66	88	132	176	264

Под периодом повторения производства или ритмом партии понимают отрезок времени между моментами запуска и

выпуска двух смежных партий деталей данного типоразмера. Расчетная периодичность повторения партии деталей вычисляется по формуле

$$I_p = n' \cdot 22 / N_M \quad (2.5)$$

Полученную величину I_p необходимо согласовать с величиной допустимого (нормативного) значения I_H (табл. 2.1), за принимаемую периодичность повторения для рассматриваемой партии деталей $I_{пр}$ берется большее ближайшее из значений I_H .

После выбора I_H выполняется коррекция принимаемого размера партии деталей :

$$n'' = \frac{I_H \cdot N_M}{22} \quad (2.6)$$

Уточняется величина кратности партии деталей

$$K''_n = \frac{n''}{n_{сб}} \quad (2.7)$$

полученная величина K''_n округляется до целого значения K_d . Окончательно размер партии деталей :

$$n_d = K_d \cdot n_{сб},$$

При этом должно выполняться условие:

$$n_{\min} < n_d < n_{\max},$$

где $n_{\max}$ большее из величин $[n_1, n_2]$.

Далее уточняется величина месячной программы выпуска деталей :

$$N_{мд} = n_d \cdot I_H \quad (2.8)$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. По формуле (2.1) вычислить n_1 , округлив результат вычисления до целого значения.
2. По формуле (2.2) вычислить n_2 , округлив результат вычисления до целого значения.
3. Выбрать $n = n_{\min}$.
4. Округлить n до кратного $n_{\text{сб}}$.
5. По формуле (2.3) рассчитать кратность партии деталей K_m .

Таблица 2.2

Исходные данные для выполнения работы.

Номер варианта	Номер детали	$K_{з.о}$	K_o	N_m штук	$\sum T_i$ мин	$n_{\text{сб}}$
1	1	2	12	6000	20	4
	2	30	20	210	45	5
2	1	4	15	8000	62	10
	2	35	8	420	28	8
3	1	5	10	10000	50	6
	2	20	6	512	64	4
4	1	8	12	18000	84	8
	2	18	22	510	110	15
5	1	10	15	15000	32	5
	2	36	12	800	48	8
6	1	8	8	8000	40	10
	2	28	10	1000	52	3

Номер варианта	Номер детали	$K_{з.о}$	K_o	N_m штук	$\sum T_i$ мин	$n_{сб}$
7	1	6	16	20000	32	12
	2	12	10	460	38	4
8	1	5	8	16000	68	8
	2	10	12	820	54	6
9	1	4	9	12000	84	5
	2	22	4	630	95	8
10	1	3	5	10000	120	5
	2	14	8	680	70	10

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется производственной партией?
2. Что понимается под размером партии?
3. Какое влияние оказывает размер партии на производительность труда, снижение себестоимости детали и величину связывания оборотных средств в незавершенном производстве?
4. Какие расчеты размера партии деталей называют дифференцированными и на чем они базируются?
5. Какие показатели отражает параметр партии n_1 ?
6. Какие показатели отражает параметр партии деталей n_2 ?
7. Каким образом обеспечивается кратность партии деталей размеру сборочной партии $n_{сб}$ и месячной программе выпуска N_m ?

8. Что понимается под периодом повторения производства или ритмом партии?
9. Перечислите нормальные периоды повторения производства.
10. Напишите зависимость для определения n_1 .
11. Напишите формулу для определения n_2 .
12. Каким образом определяется расчетная периодичность производства I_p ?
13. По какой формуле определяется нормальный размер партии n ?
14. Каким образом устанавливается окончательно размер партии деталей?

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Исходные данные к работе.
3. Сводная таблица расчетных параметров и результатов расчетов.
4. Анализ результатов расчетов.
5. Выводы по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ВЫБОР МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА И РАСЧЕТ ЕГО ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Цель работы: приобретение и закрепление навыков выбора метода организации производственного процесса и расчет его основных параметров.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

ГОСТ 14.312-74 "Единая система технологической подготовки производства. Основные формы организации технологических процессов" устанавливает две формы организации технологических процессов: групповую и поточную.

При поточной форме за каждым рабочим местом закреплена в течение года одна операция, время выполнения операций согласовано с учетом постоянства такта выпуска, рабочие места располагаются в последовательности, строго соответствующей технологическому процессу. При групповой форме за каждым рабочим местом закреплено в течение года несколько операций обработки деталей одного или разных типоразмеров, время выполнения операций не согласовано между собой, запуск изделий производится партиями. Расположение оборудования при этом может быть либо в порядке обработки типовой детали, либо по видам оборудования. В последнем случае детали после обработки на одном участке, на котором установлено оборудование одного типа, поступают в промежуточную кладовую, а оттуда – на другой участок, и так до полной обработки всей партии деталей.

В данной работе выбор метода организации производственного процесса производится на основании сравнения N_c -заданного суточного выпуска детали и Q_c -расчетной суточной производительности поточной линии при условии её двухсменного режима работы и при ее загрузке не менее чем на 60%.

Если выполняется условие $N_c < Q_c$, то осуществляется групповой метод организации производственного процесса изготовления детали, если $N_c > Q_c$, то осуществляется поточный метод организации производственного процесса.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Изучить теоретический материал

[1] с. 95 ... 118, [2] с. 59 ... 91

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Результаты расчетов сведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Результаты расчетов основных параметров производственных процессов

№	Параметры производственного процесса	Метод организации производственного процесса	
		групповой	поточный
1	Среднее штучное время (трудоемкость) – выполнения операции (мин)	$t_{um.cp} = \frac{\sum_1^n t_{umi}}{n}$	
2	Расчетная суточная производительность (шт)	$Q_c = \frac{F_c}{t_{um.cp}} * \eta_{nl}$	
3	Заданный суточный выпуск деталей (шт)	$N_{cj} = \frac{N_{rj}}{253}$	
4	Проверка выполнения условия; вывод	$N_{cj} < Q_c$	$N_{cj} > Q_c$
5	Такт производства (мин)	$T_{nj} = \frac{60 * F_g}{N_{rj}}$	
		$j=1,2$	
		Результаты вычислений	
		$T_{п1}$	$T_{п2}$

№	Параметры производствен- ного процесса	Метод организации производственного процесса			
		групповой		поточный	
6	Расчетное и принятое коли- чество станков для каждой операции (шт) : операция 1 операция 2 операция 3 операция 4 операция 5 операция 6 операция 7	$m_{pi} = \frac{t_{umi} * K_{П-3}}{T_{n1} * K_{\epsilon}}$		$m_{pi} = \frac{t_{\theta mi}}{T_{n2}}$	
		m _{pi}	m _{при}	m _{pi}	m _{при}
7	Коэффициент загрузки станка операция 1 операция 2 операция 3 операция 4 операция 5 операция 6 операция 7	$\eta_{3i} = \frac{m_{pi}}{m_{при}}$			

Продолжение табл. 3.1

№	Параметры производствен- ного процесса	Метод организации производственного процесса	
		групповой	поточный
8	Средний коэф- фициент за- грузки станков	$\eta_{зcp} = \frac{\sum \eta_{3i}}{n}$	
9	Расчетное ко- личество дета- лей в партии (шт)	$n_{ad} = \frac{N_{r1} * I_i}{253}$	
10	Расчетное чис- ло смен на об- работку всей партии деталей	$C = \frac{t_{um.cp} * n_{op}}{476 * \eta_{3n}}$	
11	Принятое коли- чество смен на обработку всей партии деталей	C_{np}	
12	Уточненное количество де- талей в партии (шт)	$n_{дy} = \frac{476 * C_{np} * \eta_{3n}}{t_{um.cp}}$	
13	Действительное количество де- талей в партии (шт)	n_d	

№	Параметры производствен- ного процесса	Метод организации производственного процесса	
		групповой	поточный
14	Трудоемкость изготовления одной детали (мин)	$t_{\Sigma} = K_{п-з} * \sum t_{umi}$	$t_{\Sigma} = \sum t_{umi}$
15	Цикл изготов- ления детали (партии дета- лей) (мин)	$T_{ц} = t_{\Sigma} * n_{д} + t_{np} * K_3 + t_{т} * (2 * K_3 + 1)$	$T_{ц} = K_{np} * t_{\Sigma}$
16	Необходимый расчетный за- дел деталей (шт)	$S_p = T_{ц} \cdot N_c$	См. пояснения к таблице
17	Принятый задел деталей (шт)	$S_{пр}$	$S_{пр}$

Пояснения к формулам табл. 3.1:

пункт 1 : $t_{шт i}$ – штучное время на выполнение отдельной техно-
логической операции (мин) ;

n – количество технологических операций,

пункт 2 : F_c – суточный фонд времени работы оборудования (мин.) при двухсменном режиме работы оборудования $F_c=952$ мин ; $\eta_{п.л.}=0,6$ – коэффициент, характеризующий загрузку поточной линии:

пункт 3 : $N_{гj}$ – годовой выпуск деталей j -го варианта ($j=1;2$) , (шт)

253 – количество рабочих дней в году,

пункт 5 : F_d – эффективный (действительный) годовой фонд времени работы оборудования, при двухсменной работе $F_d=4015$ час.,

пункт 6 : $K_{п-з}=1,05 \dots 1,1$ – коэффициент, учитывающий подготовительно – заключительное время:

$K_v=1,3$ – коэффициент выполнения норм.

Для определения $m_{при}$ – принятое количество станков для каждой операции, необходимо $m_{рi}$ – расчетное количество станков, округлить до целого числа в большую сторону,

пункт 8: Примечание: для правильно разработанного технологического процесса $\eta_{зср}$ должен быть близок к нормативному значению $\eta_{зн}$ для данного типа производства:

$\eta_{зн}=0,8 \dots 0,9$ – для массового и крупносерийного производства;

$\eta_{зн}=0,75 \dots 0,85$ – для серийного производства ;

$\eta_{зн}=0,65 \dots 0,75$ – для малосерийного производства .

пункт 9 : I_n – допустимая (нормативная) периодичность запуска деталей (дни) ,

$I_n= 1 ; 2,5 ; 5 ; 11 ; 22 ; 44 ; 66$ (см. табл. 2.1) практической работы №2,

пункт 11 : Принятое количество смен $C_{\text{пр}}$ представляет собой округленное до целого числа величину C .

Примечание : $C_{\text{пр}}$ может быть равным 1, 2 или 3, если $C_{\text{пр}} > 3$ необходимо принять другое значение I_n .

пункт 13 : n_d – это округленное до целого числа величина $n_{\text{ду}}$.

пункт 15 : $t_{\text{пр}}$ – время одного пролеживания детали в кладовой, в среднем $t_{\text{пр}} = 900$ мин;

t_t – длительность транспортирования одной партии деталей от станков в кладовую и обратно, в среднем $t_t = 30$ мин.

K_3 – количество заводов деталей в промежуточные кладовые ; $K_3 = n - 1$, где n – число операций обработки детали ;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий время пролеживания деталей между операциями.

$K_{\text{пр}} = 2 \dots 3$ – для поточной линии .

пункт 16 :
$$S_p = \sum_{i=1}^m P_i + \frac{1}{T_{n2}} * (\sum_i^m T_{\text{cmi}} + T_3 + T_c)$$

P_i – количество одновременно обрабатываемых деталей на данном рабочем месте (шт) ; m – количество рабочих мест на поточной линии,

T_{cmi} – время на смену и регулирование изношенного инструмента на данном рабочем месте, ориентировочно:

$$T_{\text{cmi}} = 0,6 \cdot t_{\text{шти}} \text{ (мин) :}$$

T_3 и T_c – интервал времени, на которое поточная линия должна быть обеспечена заготовками, а сборочная линия – обработанными деталями, изготовленными на данной поточной линии, (мин); принять $T_3 = T_c = 480$ мин.

пункт 17 : $S_{\text{пр}}$ – это округленное до целого числа величина S_p .

Таблица 3.2

Исходные данные для выполнения работы

№ зада ния	N _г – го- довой выпуск деталей (шт)	t _{шт} – штучное время на выполнение от- дельной технологической операции (мин)					
		1	2	3	4	5	6
1	620	8,2	5,6	4,3	10,2	15	9,2
	85000						
2	560	5,3	8,3	12,5	16,2	20	15,2
	94000						
3	460	8,4	16,2	13,4	12,5	18,5	24,2
	70000						
4	950	10,2	12,4	16,2	13,4	10,2	22,2
	84000						
5	1000	12,5	8,3	6,4	16,2	12,4	15,2
	80000						
6	820	6,8	10,3	12,5	6,4	17,3	25,3
	90000						
7	1200	8,5	12,6	15,5	12,5	7,3	12,3
	28000						
8	1800	12,3	20,3	12,4	15,5	8,3	6,3
	65000						
9	2300	15,2	25,3	16,6	18,3	20,3	15,3
	58000						
10	2400	18,2	21,5	14,3	20,3	16,3	12,2
	50000						

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Путем расчета и сопоставления значений N_c и Q_c произвести выбор метода организации производственного процесса для каждого из вариантов задания (табл. 3.2).
2. Для выбранного метода организации производственного процесса выполнить расчет его основных параметров, согласно приведенной выше методике (табл. 3.1).

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Исходные данные к работе.
4. Расчетные формулы и результаты расчетов (табл.3.1)
5. Анализ результатов расчета.
6. Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие существуют формы организации технологических процессов и каковы их основные признаки ?
2. Что является основным критерием при выборе формы организации технологического процесса? Как производится расчет заданного суточного выпуска деталей и расчетной суточной производительности?
3. Что такое такт производства и как он рассчитывается?
4. Как определить расчетное и принятое количество станков на данной операции при поточной и групповой методах организации производственного процесса ?
5. Как определить коэффициент загрузки станка? Каковы его нормативные значения для разных типов производства?
6. Как определить цикл изготовления детали при поточной и групповой методах организации производственного процесса?

7. Что такое заделы деталей, для чего они необходимы и как их рассчитать при поточной и групповой методах организации производственного процесса?
8. Как определить и откорректировать количество деталей в партии для одновременного запуска в производство при групповом методе организации производственного процесса?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ПО ЕЁ МИНИМАЛЬНОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

Цель работы: приобретение навыков расчета технологической себестоимости операций механической обработки детали и выбора рационального варианта операции из условия минимальной себестоимости обработки.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Наиболее выгодным признается тот вариант обработки, у которого величина приведенных затрат на единицу продукции будет минимальной .

Величина приведенной годовой экономии от применения более экономичного варианта обработки определяется, руб.:

$$\mathcal{E}_r = (C_0'' - C_0') \cdot N_r, \quad (4.1)$$

где C_0'' и C_0' -технологические себестоимости сравниваемых вариантов операций, руб.;

N_r – годовая программа, шт.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Изучить теоретический материал

[1] с.139...151

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Технологическая себестоимость операции механической обработки детали рассчитывается по формуле

$$C_o = \frac{C_{n.з} \cdot t_{ум.}}{60}, \quad (4.2)$$

где $t_{ум.}$ – штучное или штучно-калькуляционное время на выполнение операции, мин; (см. табл. 4.3 или табл. 4.4)

60 – коэффициент для перевода стоимости станко-часа в станко-минуты.

$C_{пз}$ – часовые приведенные затраты, (руб./час)

Часовые приведенные затраты $C_{п.з}$, включают: текущие затраты по наиболее часто изменяющимся статьям (заработную плату операторам и наладчикам, расходы по содержанию и эксплуатации машин, а также приведенные к текущим затратам и часу работы капитальные вложения, относящиеся к данному рабочему месту, в оборудование и здание):

$$C_{п.з} = \frac{C_з}{M} + C_{ч.з} + E_n (K_c + K_з), \quad (4.3)$$

где $C_з$ – основная и дополнительная заработная плата с начислениями на социальное страхование и приработок, руб./ч;

M – количество обслуживаемых одним рабочим станков, шт.; в случае поточного производства $M=1$;

$C_{ч.з}$ – практические часовые затраты по эксплуатации рабочего места, руб./ч;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ($E_n = 0.15$);

K_c – удельные капитальные вложения в станок, руб./ч;

K_z - удельные капитальные вложения в здание, руб./ч. Основная и дополнительная заработная плата с начислениями и приработком определяется по формуле

$$C_z = C_{т.ф} \cdot 2,66 \cdot K ,$$

где 2.66 - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, начисления на социальное страхование и приработок;

$C_{т.ф}$ - часовая тарифная ставка сдельщика-станочника соответствующего разряда, руб./ч; (см табл. 4.1)

Таблица 4.1

Часовые тарифные ставки рабочих, (руб.)

Тарифные разряды	1	2	3	4	5	6
Тарифные коэффициенты	1,0	1,6	2,0	2.15	2,49	2,89
Часовая тарифная ставка $C_{т.ф}$	45	50	60	75	95	100

K -коэффициент, учитывающий зарплату наладчика.

В серийном производстве наладка станка осуществляется самим оператором и коэффициент, учитывающий зарплату наладчика, принимается равным $K = 1$.

Практические часовые затраты по эксплуатации рабочего места можно рассчитать по формуле

$$C_{ч.з} = C_{ч.з}^{б.м} \cdot K_{м} , \quad (4.4)$$

где $C_{ч.з}^{б.м}$ - практические часовые затраты на базовом рабочем месте, руб./ч;

для крупносерийного производства

$$C_{ч,з}^{б.м} = 45 \text{ руб} / \text{час};$$

K_m - коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше затрат на базовом рабочем месте (табл.4.2).

Основные сведения о металлорежущих станках и значения коэффициентов K_m приведены в табл. 4.2

Таблица 4.2

Оптовые цены, габариты и значения коэффициента
 K_m , металлорежущих станков

Наименование станка	Модель	Оптовая цена, руб. x 100	Габариты В x L мм	K_m
Вертикально-сверлильный	2Н135	1500	1240x810	0,9
Бесцентрово-шлифовальный	3МІ84	11000	3500x2200	3,3
Горизонтально-протяжной	7Б55	11150	6000x1430	3,0
Внутришлифовальный	3К227В	15950	2300x1280	2,2
Вертикально-фрезерный	6РІ0	2800	1720x1750	1,2
Вертикально-фрезерный	6Р11	2600	2100x1780	0,9
Вертикально-протяжной	7Б74	9000	2210x1435	2,5
Поперечно-строгальный	7Е35	3100	2470x1260	0,9

Наименование станка	Модель	Оптовая цена, руб. x 100	Габариты В x L мм	К _м
Плоскошлифовальный	ЗГ71М	2250	2500x1590	1,6
Плоскошлифовальный с круглым столом	ЗД756	15000	2770x2305	2,3
Круглошлифовальный	ЗМ 151	13000	3100x2100	2.7
Токарно-винторезный высокой точности	16K04В	4000	2522x1166	1,2

Удельные часовые капитальные вложения в станок и здание для серийного производства соответственно определяются по формулам:

$$K_c = \frac{Ц}{\Phi_o \cdot \eta_3} \quad , \quad (4.5)$$

$$K_з = \frac{F \cdot Ц_1}{\Phi_o \cdot \eta_3} \quad , \quad (4.6)$$

где $Ц$ - первоначальная балансовая стоимость станка, руб.;

$$Ц = P \cdot 1,1 \quad ,$$

где P - оптовая цена станка по прейскуранту, руб.:(табл. 4.2);

1,1 —коэффициент, учитывающий затраты на транспортирование станка и его монтаж.

Φ_o - действительный годовой фонд времени работы станка, ч;

$$\Phi_o = 4015 \text{ час.}$$

η_3 - коэффициент загрузки станка для крупносерийного производства $\eta_3 = 0.8$

$Ц_1$ – стоимость одного квадратного метра

производственной площади, руб; ориентировочно $Ц_1 = 500$ руб.

F - производственная площадь, занимаемая станком с учетом проходов (м^2) :

$$F = f \cdot K_f,$$

где f - площадь станка в плане, м^2 (табл. 4.2) ;

K_f - коэффициент, учитывающий дополнительную площадь на проходы, проезды (табл 4.3):

Таблица 4.3

Значения коэффициента K_f .

Площадь станка в плане, м^2	До 2-х	2-4	4-6	6-10	10-20	Св. 20
K_f	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5

Примечание: производственная площадь, занимаемая станком, с учётом проходов не может быть меньше 6м^2 . Поэтому, если произведение $f \cdot K_f$ окажется меньше этого значения, то производственную площадь принимают равной 6м^2 .

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Варианты индивидуальных заданий на выполнение работы приведены в табл. 4.4 и табл. 4.5 .

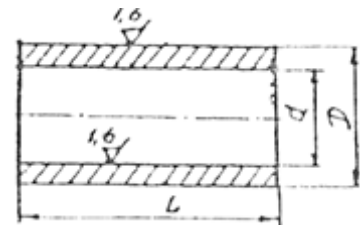


Рис. 4.1. Втулка

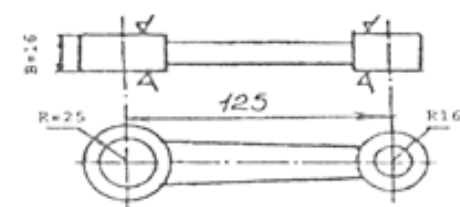


Рис. 4.2. Шатун

Таблица 4.4

Варианты заданий для сравнения себестоимости обработки цилиндрических поверхностей втулки (рис. 4.1)

№ задания	Размеры втулки		Варианты	Метод обработки и модель станка	Разряд рабочего	t _{шт} мин
	d(D) мм	L мм				
1	$50^{+0,039}_0$	40	1	Тонкое растачивание на станке мод. 16K04B	33	1,86
			2	Шлифование на станке модели 3K227B	33	4,6
2	$40^{+0,039}_0$	40	1	Развертывание на станке модели 211135	22	3,8
			2	Протягивание па станке модели 7Б55	22	0,6
3	$40^{+0,027}_0$	50	1	Развертывание на станке модели 2Н135	22	2,86
			2	Тонкое растачивание на станке модели 16K04B	33	2,2
4	$40^{+0,027}_0$	30	1	Развертывание на станке модели 2Н135	22	2,86
			2	Шлифование на станке модели 7Б55	33	3,6
5	$40^{+0,039}_0$	60	1	Тонкое растачивание па станке модели 16K04B	33	2,8
			2	Протягивание па станке модели 7Б55	22	0,8
6	$80^{+0,03}_{-0,03}$	50	1	Наружное шлифование на станке модели 3М 1 51	3	3,2
			2	Токарное точение па станке модели 16K04B	3	2,3
7	$80^{+0,03}_{-0,03}$	40	1	Наружное шлифование в центрах на станке модели 3М 184	3	0,3
			2	Бесцентровое шлифование на станке модели 3М 184	2	0,3
8	$60^{+0,03}_{-0,03}$	50	1	Токарное точение наружной поверхности на станке модели 16K04B	33	2,4
			2	Бесцентровое шлифование на станке модели 3М 1 84	2	0,4

Таблица 4.5

Варианты заданий для сравнения себестоимости
обработки цилиндрических поверхностей шатуна (рис. 4.2)

№ зада- ния	T, мм	Z,мм	Ra, мм	Ва- риан- ан- ты	Метод обработки и мо- дель станка	Раз- ряд	t _{шт} мин.
1	0.12	0.3	2	1	Тонкое фрезе- рование на станке модели 6P10	3	3.0
				2	Наружное про- тягивание на станке модели 7Б74	2	0.4
2	0.35	2	12	1	Строгание на станке модели 7Е35	2	4.0
				2	Фрезерование на станке моде- ли 6P11	2	1.0
3	0.07	0.2	1	1	Шлифование па станке модели ЗГ71М	3	4.2
				2	Шлифование на станке с круг- лым столом мо- дели ЗД756	3	0.3

При сравнении различных вариантов обработки цилиндрических поверхностей из таблицы 4.4 в качестве исходных данных следует принимать: материал втулки - сталь 40, 250 НВ,

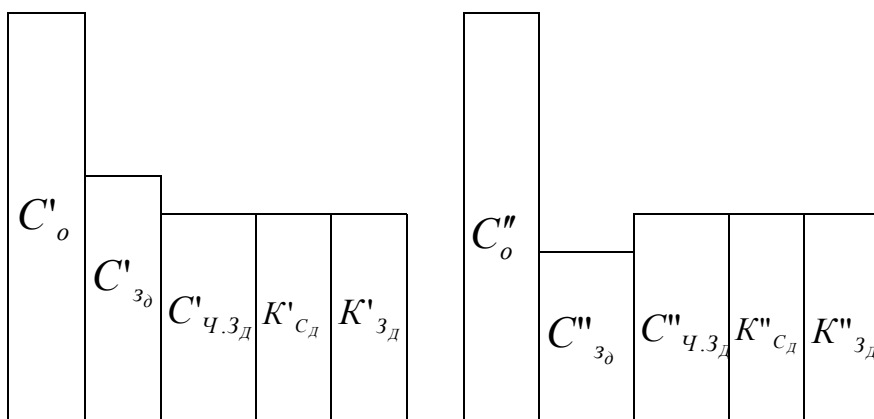
производство крупносерийное, объем выпуска N_r - 20000 шт. в год.

При сравнении различных вариантов обработки плоских поверхностей из таблицы 4.5 в качестве исходных данных следует принимать: материал шатуна - сталь 40, 240 НВ, производство крупносерийное, объем выпуска N_r - 25000 шт. в год.

В таблице 4.5 - Г - поле допуска на размер; Z - припуск на сторону; Ra - шероховатость обработанной поверхности.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для сравниваемых вариантов определить :



Вариант 1

Вариант 2

Рис. 4.3. Диаграммы величин себестоимости и её структурных элементов сравниваемых вариантов

1. Часовые приведенные затраты $C'_{п.з.}$, $C^I_{п.з.}$, формула (4.3).
2. Технологические себестоимости рассматриваемых операций C'_o , C^I_o формула (4.2)
3. По результатам расчетов построить диаграммы величин себестоимости и ее структурных элементов сравниваемых вариантов (рис. 4.3).

Структурные элементы технологической себестоимости для каждого варианта определяются по формулам:

1. Доля зарплаты в технологической себестоимости операции, руб.:

$$C_{з_о} = \frac{C_з \cdot t_{ум}}{M \cdot 60}$$

2. Доля затрат по эксплуатации рабочего места, руб.:

$$C_{ч.з_д} = \frac{C_{ч.з} \cdot t_{ум}}{60}$$

3. Доля удельных капитальных вложений в станки, руб.:

$$K_{с_д} = \frac{E_H \cdot t_{ум} \cdot K_с}{60}$$

4. Доля удельных капитальных вложений в здание, руб.:

$$K_{з_д} = \frac{E_H \cdot t_{ум} \cdot K_з}{60}$$

$$C_o = C_{з_о} + C_{ч.з_д} + K_{с_д} + K_{з_д}$$

5. По формуле (4.1) рассчитать величину $\mathcal{E}_r$.

6. Составить отчёт.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Исходные данные к работе.
4. Эскиз детали с указанием размеров детали, точности обработки и шероховатости поверхности.

5. Сводная таблица результатов расчета технологической себестоимости, ее структурных элементов и экономического эффекта.
6. Диаграммы себестоимости и ее структурных элементов.
7. Анализ результатов сравнения экономичности вариантов обработки.
8. Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких структурных элементов состоят приведенные часовые затраты?
2. Как определяется зарплата с начислениями?
3. Как определяются часовые затраты по эксплуатации рабочего места?
4. Как определяются удельные капитальные вложения в станки?
5. Как определяются удельные капитальные вложения в здание?
6. Как определяется технологическая себестоимость операции?
7. Как определяется годовой экономический эффект?
8. Как определяется производственная площадь, занимаемая станком?
9. Как определяется балансовая стоимость станка?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

РАСЧЕТ ОДНОПРЕДМЕТНОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

Цель работы: рассчитать основные параметры однопредметной непрерывной поточной линии

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Поточное производство – это прогрессивный метод организации производства, основанный на ритмичной повторяемости согласованных во времени основных и вспомогательных опера-

ций, выполняемых на специализированных рабочих местах, расположенных по ходу технологического процесса.

Поточное производство основано на следующих принципах организации производственного процесса: узкая специализация рабочих мест; расположение рабочих мест по ходу технологического процесса (прямоточность); ритмичная повторяемость операций; высокая степень непрерывности производственного процесса; параллельность осуществления операций технологического процесса. Поточное производство характеризуется следующими признаками:

- на каждой поточной линии изготавливается одно или несколько технологически сходных между собой изделий;
- за каждым рабочим местом закрепляется одна операция или переход;
- рабочие места на линии располагаются в соответствии с последовательностью операций технологического процесса;
- передача деталей с операции на операцию производится поштучно или небольшими передаточными партиями без межоперационного пролеживания или с короткими перерывами;
- технологический процесс в целом и отдельные операции осуществляются с соблюдением определенного ритма.

Эффективность поточного производства обуславливается наименьшей длительностью производственного цикла, возможностью применения механизации и автоматизации передачи деталей с одной операции на другую.

Поточное производство максимально использует принцип непрерывности — это важнейшее условие эффективности производства.

Основное звено поточного производства — поточные линии, представляющие собой совокупность рабочих мест, на которых производственный процесс осуществляется в соответствии с признаками поточного производства.

Условия организации поточных линий определяются в основном тремя факторами:

- характером осуществляемых процессов и операций;

- номенклатурой изделий, масштабом производства и его повторяемостью;

- трудоемкостью выполняемых операций.

Организация поточных линий определяется как возможностью, так и целесообразностью их применения. Возможность определяется отработанностью и относительной стабильностью конструкции изделия, его технологичностью, а также материальной и организационной обеспеченностью систем обслуживания производства. Обязательным условием организации поточных линий является обеспечение экономической эффективности производства и окупаемости капитальных вложений.

Определение производственной целесообразности и выбор вида поточной линии осуществляется исходя из возможности обеспечения полной загрузки оборудования и его непрерывной работы в течение всего планируемого периода. При организации поточной линии необходимо произвести расчеты следующих основных параметров:

- ритма производства или такта поточной линии;
- числа рабочих мест на поточной линии;
- коэффициента загрузки рабочего места;
- общего коэффициента загрузки на поточной линии;
- численности рабочих на поточной линии;
- заделов на линии;
- выбора и расчета параметров транспортных средств на линии.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Изучить теоретический материал

[1] с. 101-118 .

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Рассмотрим порядок расчета основных параметров поточных линий.

1. Важнейшей характеристикой поточной линии является такт-промежуток времени между запуском (выпуском) одного

изделия данного наименования и запуском (выпуском) другого изделия (детали) данного наименования в производство. Такт является наиболее важным фактором, влияющим на проектируемый технологический процесс изготовления изделия на поточной линии, выбор оборудования и оснастки, выбор транспортных средств и т. д.

Для поточных линий в обрабатывающих цехах определяют такт поточной линии τ как промежуток времени между двумя последовательными запусками (выпусками) деталей в обработку.

Такт поточной линии определяется по следующей формуле :

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{д.об}} * Sp60}{N_{\text{зап}}} \quad (5.1)$$

где τ - такт поточной линии, мин; p - количество одновременно обрабатываемых деталей на одном рабочем месте, в случае поточного производства $p=1$; $N_{\text{зап}}$ - годовая программа запуска деталей в производство, шт.; $\Phi_{\text{д.об}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; S -количество рабочих смен в сутки.

2. Для сборочных поточных линий определяется ритм производства R (мин) как промежуток времени между последовательными выпусками двух готовых изделий с поточной линии:

$$R = \frac{\Phi_{\text{д.об}} * S60}{N_{\text{вып}}} \quad (5.2)$$

где R — ритм производства; $N_{\text{вып}}$ — годовая программа выпуска изделий, шт.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования $\Phi_{\text{д.об}}$ (ч) определяется по формуле

$$\Phi_{\text{д.об}} = \Phi_{\text{н}} \left(1 - \frac{b}{100} \right), \quad (5.3)$$

где Φ_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования; b – потери времени работы оборудования, %.

Годовая программа запуска $N_{\text{зап.}}$ (шт.) может быть определена по формуле

$$N_{\text{зап.}} = N_{\text{вып.}} n_{\text{сб}} \left(1 + \frac{a_1 + a_2}{100} \right), \quad (5.4)$$

где $n_{\text{сб}}$ – количество деталей данного наименования в одном изделии, шт.; a_1 – запасные детали, %; a_2 – потери деталей между запуском в производство и выпуском, %.

3. Расчет количества рабочих мест на i -й операции поточной линии производится путем деления нормы штучного времени выполнения этой операции на такт линии τ :

$$C_{\text{расч}i} = \frac{t_{\text{шт}i}}{\tau}, \quad (5.5)$$

где $C_{\text{расч}i}$ – расчетное количество рабочих мест на i -ой операции; $t_{\text{шт}i}$ – норма штучного времени на i -ой операции.

Если при расчетах получится, что $C_{\text{расч}i}$ является целым числом на всех операциях, то такая поточная линия является синхронизированной, а если получится дробное число, то линия — несинхронизированная.

Если $C_{\text{расч}i}$ – получается дробным числом, то его округляют до целого большего числа $C_{\text{пр}i}$ и тогда общее число рабочих мест на поточной линии составит

$$C_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^m C_{\text{пр}i}$$

где m – количество операций технологического процесса на линии; $C_{\text{пр}i}$ – принятое количество оборудования на i -ой операции.

4. Коэффициент загрузки рабочего места определяется как отношение расчетного количества рабочих мест (станков, оборудования) к принятому количеству. Коэффициент загрузки

оборудования на каждом рабочем месте определяется (%) по формуле

$$K_{\text{заг.об}i} = \frac{C_{\text{рас}i}}{C_{\text{пр}i}} * 100, \quad (5.6)$$

где $C_{\text{рас}i}$ расчетное количество оборудования на i -ой операции.

5. Общий коэффициент загрузки оборудования на поточной линии определяется (%) по формуле;

$$K_{\text{общ}} = \frac{\sum K_{\text{заг.об}i}}{m}, \quad (5.7)$$

Следует отметить, что недостаточная загрузка оборудования может служить основанием для отказа от организации поточного производства.

Таким образом, расчет загрузки рабочих мест поточной линии является одновременно проверкой целесообразности применения поточного производства.

6. Количество рабочих на одной операции (при одностаночном обслуживании) определяется по формуле

$$P_i = C_{\text{пр}i}, \quad (5.8)$$

где P_i , — количество рабочих на i -ой операции.

Общее количество рабочих на поточной линии определяется исходя из расчетного количества рабочих мест ($C_{\text{расч}}$) и числа смен S :

$$P_{\text{общ}} = S \cdot \sum_1^m P_i \quad (5.9)$$

7. Заделы на поточной линии. Средством обеспечения непрерывного выпуска изделий с поточной линии являются заделы. Заделом называются все не законченные обработкой предметы труда: изделия, узлы, детали. Задел — это незавершенное производство в натуральном выражении. Заделы на поточной линии

подразделяются на технологические, транспортные, оборотные и страховые.

Технологический задел образуют детали, находящиеся в обработке на всех операциях поточной линии. Величина технологического задела (шт.) определяется по формуле

$$Z_{\text{т}} = p * \sum_1^m C_{\text{нр } i} \quad (5.10)$$

где p — количество деталей одновременно обрабатываемых на каждом рабочем месте; $C_{\text{нр } i}$ — количество рабочих мест на каждой операции; m — число операций на линии.

Транспортный задел на непрерывных поточных линиях состоит из деталей, находящихся в процессе транспортировки. Величина транспортного задела определяется видом транспортного устройства на линии, вместимостью тары и др.

На непрерывной поточной линии $Z_{\text{тр}}$ (шт.) определяется как

$$Z_{\text{тр}} = p * \sum_1^m C_{\text{нр } i} , \quad (5.11)$$

На непрерывных поточных линиях количество деталей, одновременно находящихся на поточной линии, определяется по следующей формуле

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{т}} + Z_{\text{тр}} = 2p * \sum_1^m C_{\text{нр } i} , \quad (5.12)$$

8. Длительность производственного цикла (мин) для одной транспортной партии p определяется по формуле

$$T_{\text{ц}} = \tau * n * \sum_1^m C_{\text{нр } i} , \quad (5.13)$$

где n - размер транспортной партии, шт. ($n=10 \dots 20$ штук)

9. Расчет параметров конвейера на поточной линии.

На непрерывных поточных линиях обычно используются в качестве транспортного средства конвейеры, которые характеризуются

ются тем, что технологические операции осуществляются на самом конвейере.

Для рабочего конвейера рассчитывается длина рабочей части конвейера $L_{\text{раб}}$, общая длина конвейера $L_{\text{общ}}$ и скорость конвейера v .

Длина рабочей части конвейера (м) определяется как

$$L_{\text{раб}} = l * \sum_1^m C_{\text{пр}i} \quad (5.14)$$

где l – шаг конвейера (расстояние между центрами двух смежных рабочих мест), который устанавливается в зависимости от вида поточной линии, характера оборудования и обрабатываемого изделия.

Общая длина конвейера составляет

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{раб}} + l_{\text{дон}},$$

где $l_{\text{дон}}$ -дополнительная длина конвейера, необходимая для размещения его привода.

Скорость движения конвейера v (м/мин)

Определяется по формуле:

$$v = \frac{l}{r}$$

Таблица 5.1

Исходные данные для выполнения работы

№ вари анта	N _{вып} шт	n _{сб} шт	t _{шт} - штучное время на выполнение отдельной технологической операции (мин)						
			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	40000	4	8,2	5,6	4,3	10,2	15,0	9,2	3,4
2	45000	5	5,3	8,3	12,5	16,2	20,0	15,2	4,2

Окончание табл. 5.1.

№ вари анта	N _{вып} шт	n _{сб} шт	t _{шт} - штучное время на выполнение от- дельной технологической операции (мин)						
			1	2	3	4	5	6	7
3	48000	5	8,4	16,2	13,4	12,5	18,5	24,2	9,2
4	30000	6	10,2	12,4	16,2	13,4	10,2	22,2	3,4
5	54000	6	12,5	8,3	6,4	16,2	12,4	15,2	6,2
6	48000	7	6,8	10,3	12,5	6,4	17,3	25,3	9,3
7	28000	5	8,5	12,6	15,5	12,5	7,3	12,3	10,2
8	65000	4	12,3	20,3	12,4	15,5	8,3	6,3	8,4
9	58000	6	15,2	25,3	16,6	18,3	20,3	15,3	7,2
10	50000	5	18,2	21,5	14,3	20,3	16,3	12,2	6,3
11	42000	4	6,5	12,5	15,3	20,8	16,3	15,2	3,8

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. По формулам (5.1), (5.2) рассчитать г-такт поточной линии и R-ритм производства, при этом величины $\Phi_{д.об}$ и $N_{зап}$ вычисляется по формулам (5.3) и (5.4).

При расчетах принять $\Phi_n=2028$ час , $p=1$, $S=2$, $b=5\%$, $a_1=2\%$, $a_2=0,5\%$

2. По формулам (5.5)-(5.9) определить величины $C_{рас\ i}$, $C_{пр\ i}$, $K_{заг.об.}$, $K_{общ.}$, P_i , $P_{пр\ i}$, $P_{общ.}$.

Результаты расчётов свести в табл. 5.2

Таблица 5.2

Результаты основных расчетов параметров поточной линии

№ операции	$t_{шт}$ операции (мин)	$C_{расі}$	$C_{при}$	$K_{загобі}$	P_i	$P_{при}$
1						

m							
---	--	--	--	--	--	--	--

3. По данным табл. 5.2 построить гистограмму загрузки оборудования на каждой технологической операции.

4. По формуле (5.12) с учетом (5.10);(5.11) рассчитать величину задела $Z_{общ.}$

5. По формуле (5.13) рассчитать T_c -длительность производственного цикла.

6. По формулам (5.14)-(5.16) рассчитать основные характеристики конвейера; принять $l=1.2 \dots 1.5m$; $l_{доп}=5 \dots 7m$.

7. Проанализировать полученные результаты.

8. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Содержание исходных данных для выполнения работы.
4. Сводная таблица результатов расчетов.
5. Анализ результатов расчета.
6. Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные особенности поточного производства.
2. Перечислите сильные и слабые стороны поточного производства в современных условиях.
3. Как можно оценить возможность и целесообразность организации поточного производства на предприятии?
4. Как определяется такт однономенклатурной непрерывной поточной линии?
5. Перечислите параметры, которые необходимо рассчитать для прямоточной поточной линии.
6. Что такое межоперационные оборотные заделы и каким образом они рассчитываются для прямоточной поточной линии?
7. Какие поточные линии могут найти применение в серийном производстве?
8. Что такое синхронизация поточной линии и при каких условиях она достигается?
9. Чем отличаются групповые поточные линии от переменных?
10. Назовите основные направления развития поточного производства в современных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В. Ю. Шишмарев. Машиностроительное производство (СПО.) Учебник издательство : КноРус, 2022
2. В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. Проектирование машиностроительного производства 2006
3. Седых, Л. В. Прогрессивное технологическое оборудование [Электронный ресурс] : Учебное пособие Л. В. Седых – Прогрессивное технологическое оборудование ; 2021 – 03 – 01. – Москва : Издательский Дом Мис и С, 2007. – 95с. URL : <http://www.iprbookshop.ru/78522.html>
4. Рачков, Михаил Юрьевич. Автоматизация производства : Учебник для СПО / Рачков М. Ю. – 2 издание. ; исп. и доп. – Москва : издательство Юрайт, 2019. – 180. – (Профессиональное образование). – ISBN 978 – 5 – 534 – 10314 – 4: 389.00. URL : <https://www.biblio-online.ru/bcode/442507>

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие указания по выполнению практических работ.....	3
Практическая работа № 1 Определение типа производства по его характеристике - коэффициенту закрепления операций.....	4
Практическая работа № 2 Определение размера партии деталей в серийном Производстве.....	11
Практическая работа № 3 Выбор метода организации производственного процесса и расчет его основных параметров.....	18
Практическая работа № 4 Выбор рационального варианта механической обработки детали по её минимальной себестоимости.....	28
Практическая работа № 5 Расчет однопредметной непрерывной поточной линии.....	38
Библиографический список.....	49

ОРГАНИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ № 1-5
для студентов специальности 15.02.16
«Технология машиностроения»
очной формы обучения

Составитель:
Извеков Игорь Иванович

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор К.В.Поливаева

Подписано к изданию 12.10.2023.
Уч.- изд. л. 1,2.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84