

## ВЫБОР ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

*Цель работы* – приобретение и закрепление навыков проектирования технологического процесса механической обработки на этапе выбора формы организации такого процесса и расчета основных параметров.

Работа рассчитана на два академических часа.

### Методические указания

В машиностроении установлены две формы организации технологических процессов: групповая и поточная. При поточной форме за каждым рабочим местом в течение года закреплена 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 в течение года закреплено несколько операций обработки деталей одного или разных типовых размеров, время выполнения операций не согласовано, 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 [1].

Выбор формы организации технологического процесса производится на основании сравнения заданного суточного выпуска изделий  $N_c$  и расчетной суточной производительности поточной линии при двухсменном режиме работы и загрузке линии не ниже 60 % –  $Q_c$ . Если  $N_c < Q_c$ , то применение поточной формы организации технологического процесса нецелесообразно.

Рассмотрим методы расчета  $N_c$  и  $Q_c$ .

$$N_c = \frac{N}{253}.$$

Здесь  $N$  – заданный годовой выпуск данной детали; 253 – количество рабочих дней в году.

$$Q_c = \frac{F_c}{T_{cp}} \eta_3 = \frac{0,6F_c}{T_{cp}}.$$

Здесь  $F_c$  – суточный фонд времени работы оборудования, мин (при двухсменном режиме работы  $F_c = 952$  мин);  $\eta_3$  – коэффициент загрузки оборудования (принято, что  $\eta_3 = 0,8$ );  $T_{cp}$  – средняя трудоемкость основных операций, мин.

$$T_{cp} = \frac{\sum_i^n T_{шт_i}}{n},$$

где  $T_{шт_i}$  – штучное время  $i$ -й основной операции, мин;

$n$  – количество основных операций.

После выбора формы организации технологического процесса следует, с учетом ранее установленного типа производства (с помощью коэффициента закрепления операций  $K_{з.о}$ ), выполнить расчет основных параметров принятой формы организации технологического процесса.

### **Расчет основных параметров принятой формы организации технологического процесса**

Для поточной формы организации технологического процесса определяют:

1. Такт производства

$$T_{\text{в}} = \frac{60F_{\text{д}}}{N}, \text{ мин,}$$

где  $F_{\text{д}}$  – эффективный (действительный) годовой фонд времени работы оборудования:  $F_{\text{д}} = 4015$  ч для поточной линии при двухсменной работе.

2. Расчетное количество станков на данной операции

$$m_{\text{рi}} = \frac{T_{\text{штi}}}{T_{\text{в}}}.$$

3. Принятое количество станков на данной операции  $m_{\text{пр}}$ .

В качестве  $m_{\text{пр}}$  обычно принимается ближайшее к  $m_{\text{р}}$  большее целое число. Например, если  $m_{\text{р}} = 1,2$ , то  $m_{\text{пр}} = 2$ .

4. Коэффициент загрузки станка на данной операции

$$\eta_{\text{зi}} = \frac{m_{\text{рi}}}{m_{\text{прi}}}.$$

5. Средний коэффициент загрузки станков в поточной линии

$$\eta_{\text{зср}} = \frac{\sum_{i=1}^n \eta_{\text{зi}}}{n},$$

где  $n$  – общее число операций в данном технологическом процессе.

Для правильно разработанного технологического процесса  $\eta_{\text{зср}}$  должен быть близок к нормативному значению  $\eta_{\text{зн}}$  для данного типа производства. Для массового и крупносерийного производства  $\eta_{\text{зн}} = 0,65-0,75$ , для серийного  $\eta_{\text{зн}} = 0,75-0,85$ , для мелкосерийного  $\eta_{\text{зн}} = 0,8-0,9$ .

## 6. Цикл изготовления детали

$$T_{ц} = \sum_{i=1}^n T_{шт_i} \cdot K_{пр},$$

где  $K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий время пролеживания деталей между операциями. Значение  $K_{пр}$  зависит от организации производства, степени его механизации и автоматизации. Для поточной линии  $K_{пр} = 2-3$ , для автоматической линии  $K_{пр} \leq 1,5$  [1].

7. Задел, т. е. количество деталей, находящихся в обработке и в местах для складирования на поточной линии.

Задел необходим для обеспечения непрерывной работы в течение смены всего оборудования механических и сборочных цехов и участков.

$$S = \sum_{i=1}^m p + \frac{K}{T_{в}} (T_{см} + T_{з} + T_{с}),$$

где  $m$  – количество рабочих мест на поточной линии;

$p$  – количество одновременно обрабатываемых деталей на данном рабочем месте;

$K$  – коэффициент, учитывающий неточность расчета:  $K = 1,0-1,5$ ;

$T_{в}$  – такт производства;

$T_{см}$  – время на смену и регулирование изношенного инструмента на данном рабочем месте;  $T_{см}$  может приниматься 8 мин

$T_{з}$  и  $T_{с}$  – время, на которое поточная линия должна быть обеспечена заготовками, а сборочная линия – обработанными деталями, изготавливаемыми на данной поточной линии, мин. Для укрупненных расчетов можно принимать  $T_{з} = T_{с} = 480$  мин.

Для групповой обработки организации технологического процесса определяют:

1. Количество деталей в партии для одновременного запуска в производство  $D$ . При укрупненном расчете  $D$  определяется по формуле

$$D = \frac{N \cdot \alpha}{253},$$

где  $\alpha$  – периодичность запуска, дни. Рекомендуется следующие значения  $\alpha$ : 1; 2, 2,5; 5, 11, 22, 66.

2. Расчетное число смен на обработку всей партии деталей на основных рабочих местах. В данной работе рекомендуется  $\alpha=5$

$$C = \frac{T_{\text{шт-к.ср}} \cdot D}{476 \cdot 0,8},$$

где 476 – действительный фонд времени работы оборудования в смену, мин;

0,8 – нормативный коэффициент загрузки станков в серийном производстве.

Значение  $C$  округляется до принятого целого числа  $C_{\text{пр}}$ .

3. Количество деталей в партии, необходимых для загрузки оборудования на основных операциях в течение целого числа смен:

$$D_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 C_{\text{пр}}}{T_{\text{шт-к.ср}}}.$$

Уточненная методика определения  $D$  приведена в практической работе «Расчет размера партии деталей».

4. Расчетное количество станков данного типа

$$m_{\text{рj}} = \frac{\sum_{i=1}^r N_i \cdot T_{\text{шт-к}_i}}{60 F_{\text{д}} K_{\text{в}}} = \frac{\sum_{i=1}^r N_i T_{\text{шт}_i} K_{\text{п.з.}_i}}{60 F_{\text{д}} \cdot K_{\text{в}}},$$

где  $r$  – количество типоразмеров деталей, обрабатываемых на данном станке;

$N_i$  – число деталей  $i$ -го типоразмера, обрабатываемых на данном станке в течение года;  $N_i=1$

$T_{шт-к_i}$  – штучно-калькуляционное время обработки на данном станке одной детали  $i$ -го типоразмера;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$K_B$  – коэффициент выполнения норм времени, для укрупненных расчетов можно принять  $K_B = 1,3$ ;

$K_{п.з.i}$  – коэффициент, учитывающий долю затрат подготовительно-заключительного времени; при укрупненных расчетах можно принять  $K_{п.з.i} = 1,05-1,1$ .

5. Коэффициент загрузки станка данного типа

$$\eta_{зj} = \frac{\sum_{i=1}^r N_i \cdot T_{штi} \cdot K_{п.з.i}}{60 F_d K_B \cdot m_{пр.j}}, = m_{рj} / m_{прj}$$

где  $m_{пр.j}$  – принятое количество станков данного типа.

6. Средний коэффициент загрузки станков участка для групповой обработки

$$\eta_{зсп} = \frac{\sum_{j=1}^l \eta_{зj}}{l},$$

где  $l$  – общее число станков на участке.

7. Количество деталей разных типоразмеров, но близких по конструктивно-технологическим признакам к рассматриваемой, которые можно обработать на станках участка для групповой обработки:

$$r = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.спj}}.$$

Этот параметр необходимо определить, если расчет  $m_p, \eta_3, \eta_{ср}$  велся для детали одного типоразмера.

#### 8. Производственный цикл изготовления детали

$$T_{ц} = T_{\Sigma} D_{пр} + T_{пр} K + T_{т} (2K + 1), \text{ мин},$$

где  $T_{\Sigma}$  – суммарная трудоемкость изготовления детали, мин;

$T_{пр}$  – время одного пролеживания деталей в кладовой, в среднем

$T_{пр} = 900$  мин ;

$K$  – количество завозов деталей в промежуточные кладовые:

$$K = n - 1,$$

где  $n$  – число операций обработки детали;

$T_{т}$  – длительность одного транспортирования партии деталей от станков в кладовую и обратно, в среднем  $T_{т} = 30$  мин;

$(2K + 1)$  – количество транспортирований деталей с учетом транспортирования на сборку.

#### 9. Необходимый задел деталей

$$S = T_{ц} \cdot N_{с},$$

где  $T_{ц}$  – производственный цикл изготовления деталей, дни;

$N_{с}$  – суточный выпуск деталей.

### Порядок выполнения работы

1. Путем расчета и сопоставления значений  $N_{с}$  и  $Q_{с}$  произвести выбор формы организации технологического процесса для заданного преподавателем варианта условий его выполнения.

2. Для выбранной формы организации технологического процесса произвести расчет основных параметров в последовательности и по методике, описанным выше.

Варианты задания

№ варианта	Наименование детали	Годовой выпуск, шт	Наименование операций	$T_{шт}$ , мин
1	Вал	I вар. – 5000 II вар. – 150000	Токарная	4,1
			Токарная	6,7
			Фрезерная	3,4
2	Вал	I вар. – 300 II вар. – 100000	Токарная	5,5
			Сверлильная	4,5
			Шлифовальная	6,7
3	Вал	I вар. – 5000 II вар. – 150000	Центровальная	2,2
			Токарная	6,7
			Шлифовальная	3,5
4	Вал	I вар. – 300 II вар. – 100000	Токарная	5,7
			Сверлильная	7,2
			Шлифовальная	3,5
5	Зубчатое колесо	I вар. – 5000 II вар. – 150000	Токарная	3,1
			Зубофрезерная	7,8
			Шевинговальная	4,2
6	Кольцо	I вар. – 5000 II вар. – 200000	Токарная	2,2
			Токарная	1,9
			Шлифовальная	2,1
7	Кронштейн	I вар. – 5000 II вар. – 100000	Фрезерная	6,7
			Сверлильная	3,4
			Шлифовальная	8,5
8	Вилка	I вар. – 1000 II вар. – 100000	Фрезерная	2,3
			Сверлильная	4,7
			Фрезерная	1,9
9	Стакан подшипника	I вар. – 5000 II вар. – 75000	Токарная	3,5
			Сверлильная	1,1
			Шлифовальная	2,3

10	Ось шестерни	I вар. – 3000 II вар. – 120000	Токарная	1,5
			Резьбонарезная	0,5
			Шлифовальная	1,4
11	Втулка	I вар. – 5000 II вар. – 100000	Токарная	1,2
			Токарная	1,8
			Шлифовальная	2,0
12	Фланец	I вар. – 3000 II вар. – 90000	Токарная	
			Шлифовальная	
			Фрезерная	
13	Крышка	I вар. – 300 II вар. – 100000	Токарная	8,8
			Сверлильная	2,2
			Шлифовальная	4,5
14	Корпус	I вар. – 4000 II вар. – 80000	Фрезерная	15,5
			Сверлильная	7,3
			Шлифовальная	8,7