

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

Кафедра технологии машиностроения,
металлообрабатывающих станков и комплексов

Ю. С. Осадчий, К. В. Марусич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 151900.62 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальности 151001.65 Технология машиностроения

Оренбург
2013

УДК 621:658.Б12(076.5)
ББК 34.5-6я7
О 72

Рецензент – профессор, доктор педагогических наук И. Д. Белоновская

- О 72 **Осадчий, Ю. С.**
Проектирование машиностроительного производства: методические указания для практических занятий / Ю. С. Осадчий; К. В. Марусич; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2013. - 46 с.

В методических указаниях представлены различные схемы расположения оборудования в поточном и непоточном производстве. Рассмотрены методики выбора принципа формирования участка в зависимости от сложности выпускаемой продукции, программы выпуска и режима работы производства. Изложена методика определения производственной программы и трудоемкости изготовления изделий. Каждое практическое занятие содержит цель, последовательность выполнения задания и контрольные вопросы.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 151900.62 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальности 151001.65 Технология машиностроения

УДК 621:658.Б12(076.5)
ББК 34.5-6я7

© Осадчий Ю. С.,
Марусич К. В., 2013
© ОГУ, 2013

Содержание

Введение	5
1 Практическое занятие №1.	
Выбор принципа формирования участков и цехов.....	6
1.1 Цель практического занятия	6
1.2 Общие положения	6
1.3 Последовательность выполнения задания.....	11
1.4 Содержание отчета	12
1.5 Контрольные вопросы	12
2 Практическое занятие №2.	
Определение производственной программы и трудоемкости механической обработки	14
2.1 Цель практического занятия	14
2.2 Производственная программа и трудоемкость механической обработки	14
2.3 Последовательность выполнения задания.....	20
2.4 Содержание отчета	21
2.5 Контрольные вопросы	21
3 Практическое занятие № 3.	
Определение количества оборудования в поточном производстве.....	22
3.1 Цель практического занятия	22
3.2 Общие положения	22
3.3 Последовательность выполнения задания.....	26
3.4 Содержание отчета	27
3.5 Контрольные вопросы	27
4 Практическое занятие № 4.	
Определение количества оборудования в непоточном производстве.....	28
4.1 Цель практического занятия	28
4.2 Общие положения	28

4.3 Последовательность выполнения задания.....	30
4.4 Содержание отчета.....	30
4.5 Контрольные вопросы	31
5 Практическое занятие № 5.	
Разработка схемы расположения оборудования в поточном производстве	32
5.1 Цель практического занятия	32
5.2 Общие положения	32
5.3 Последовательность выполнения задания.....	37
5.4 Содержание отчета.....	37
5.5 Контрольные вопросы	38
6 Практическое занятие № 6.	
Разработка схемы расположения оборудования в непоточном производстве	39
6.1 Цель практического занятия	39
6.2 Общие положения	39
6.3 Последовательность выполнения задания.....	44
6.4 Содержание отчета.....	44
6.5 Контрольные вопросы	44
Список использованных источников	46

Введение

Дальнейшее развитие и повышение эффективности машиностроения, являющегося основным источником создания материальных благ для людей, возможно при существенном повышении уровня автоматизации производственного процесса. В последние годы широкое распространение получили работы по созданию новых высокоэффективных автоматизированных механосборочных производств и реконструкции действующих на базе использования современного оборудования и средств управления всеми этапами производства.

Современные требования к значительному увеличению производительности труда, объема выпуска изделий, повышению их качества, интенсивное развитие технических средств и методов производства изделий вынуждают постоянно совершенствовать методику проектирования и использовать в проектных работах математическое моделирование и средства вычислительной техники.

Таким образом, круг задач, стоящий перед технологом, не ограничивается только умением проектировать технологические процессы изготовления изделий. Он должен решать весь комплекс вопросов, связанных с построением производственного процесса, хорошо разбираться в экономике, организации и управлении производством.

1 Практическое занятие №1. Выбор принципа формирования участков и цехов

1.1 Цель практического занятия

Изучение различных схем расположения оборудования и методики выбора принципа формирования участка (цеха) в зависимости от сложности выпускаемой продукции, программы выпуска и режима работы производства.

1.2 Общие положения

При создании производственных участков и цехов производят выбор принципа их формирования, который, в свою очередь, зависит от сложности выпускаемой продукции, программы выпуска и режима работы производства [1 - 3]. Существуют три принципа формирования производственных участков и цехов, определяющих форму организации производства: линейный, предметный и технологический.

При поточной форме организации производства используется линейный принцип, характеризующийся строго определённой последовательностью выполнения операций технологического процесса в каждый момент времени. Чаще всего этот принцип реализуется в виде автоматических поточных линий.

С повышением номенклатуры изготавливаемых изделий становится целесообразным использовать общность технологических маршрутов и формировать производственные подразделения, используя предметный принцип. Применительно к формированию цехов - это создание механосборочных предметно - специализированных производств (например, цеха двигателей, шасси и т.п.), где сосредоточивается всё оборудование, которое необходимо для полного изготовления сборочной единицы.

При значительной номенклатуре изготавливаемых изделий эффективен технологический процесс формирования производственных подразделений, характери-

зующийся выполнением однотипных операций технологического процесса и использованием однотипного технологического оборудования. Применительно к созданию цехов этот принцип реализуется путём формирования специально механических и сборочных цехов, а участки создают в зависимости от вида выполняемой операции (например, участок токарный, фрезерный и т. п.).

Выбор принципа формирования участков и цехов оказывает большое влияние на синтез структуры производственной системы, т. е. обоснованное определение её состава. При формировании структуры автоматизированных участков и цехов следует учитывать и ряд ограничений, например по виду обрабатываемого материала на участки, который накладывает определённые ограничения по сбору и переработке стружки, по совместимости технологического оборудования и т. д.

Для выбора принципа формирования производственных подразделений можно использовать такой показатель, как степень кооперации, которую определяют, исходя из среднего числа материальных связей между технологическим оборудованием:

$$x = \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{N}, \quad (1.1)$$

где k_i - число материальных связей, которыми i -е оборудование связано с остальным оборудованием;

N - количество технологического оборудования в структурном подразделении, шт.

При определении числа материальных связей учитывают направление грузопотока между технологическим оборудованием. Дублирующие материальные связи учитываются однократно.

На рисунке 1.1 приведён пример схемы расположения технологического оборудования на производственном участке, на котором изображены материальные связи между оборудованием согласно технологическим маршрутам изготовления изделий. В этом случае:

$$\sum k_i = 4 \cdot 3 + 5 \cdot 4 + 6 \cdot 1 = 38,$$

$$x = \frac{38}{8} = 4,7.$$

Для рассмотренных выше трёх принципов формирования структурных подразделений производственной системы возможны четыре границы: нижняя граница линейного принципа; граница между линейным принципом и предметно-однаправленным принципом; граница между предметно-разнонаправленным и технологическим принципом; верхняя граница технологического принципа.

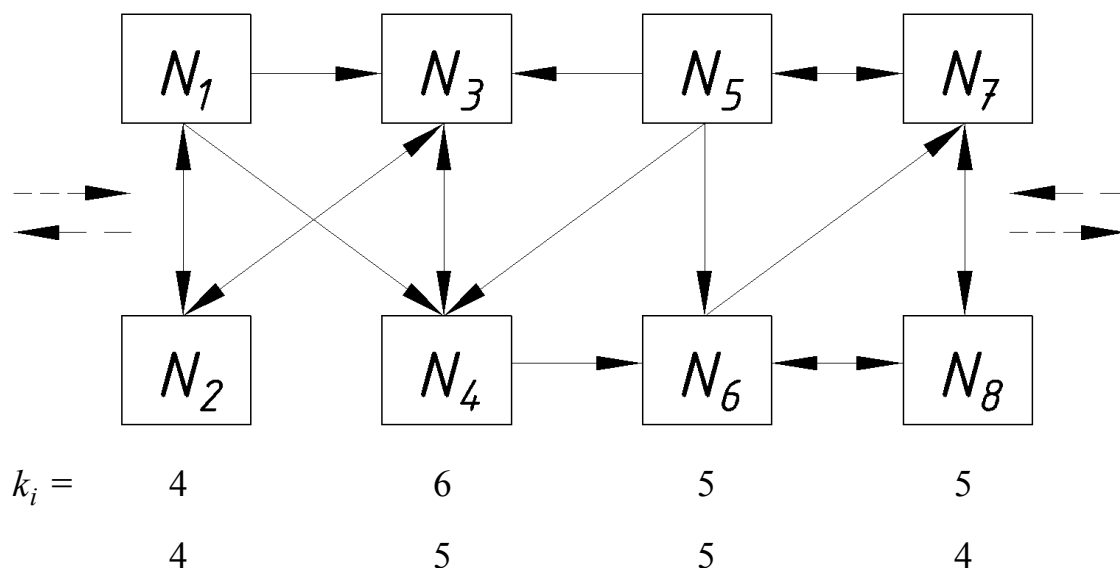


Рисунок 1.1 - Схема расположения технологического оборудования на производственном участке

Указанные границы устанавливаются, исходя из принципиальных схем формирования производственных подразделений (рисунок 1.2), по которым определяют число материальных связей и степень кооперации.

Область использования рассмотренных принципов формирования структурных подразделений производственной системы представлена на рисунке 1.3. Линии, ограничивающие каждую область, построены на основании зависимостей, полученных из рисунка 1.2.

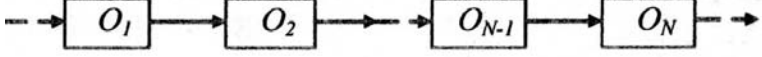
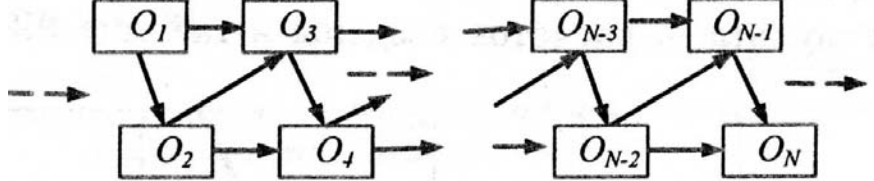
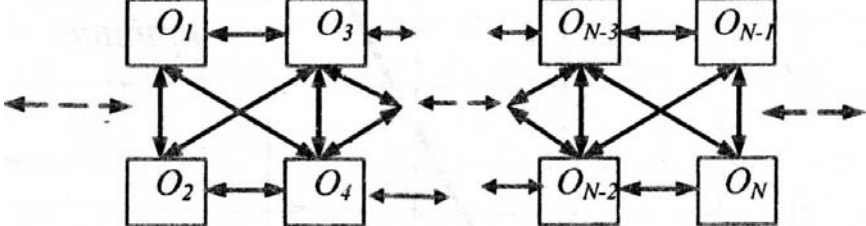
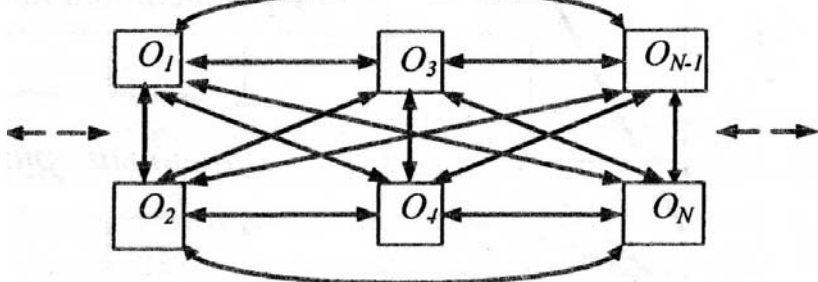
<p>Нижняя граница линейного принципа</p>	 $\sum k_i = (N - 2)2 + 2 \cdot 1 = 2N - 2$ $x = \frac{2N - 2}{N} = 2 - \frac{2}{N}$
<p>Граница между линейным и предметно-однаправленным принципами</p>	 $\sum k_i = (N - 4)4 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 = 4N - 6$ $x = \frac{4N - 6}{N} = 4 - \frac{6}{N}$
<p>Граница между предметно-разнонаправленным и технологическим принципами</p>	 $\sum k_i = (N - 4)10 + 4 \cdot 6 = 10N - 16$ $x = \frac{10N - 16}{N} = 10 - \frac{16}{N}$
<p>Верхняя граница технологического принципа</p>	 $\sum k_i = 2N(N - 1)$ $x = \frac{2N(N - 1)}{N} = 2N - 2$

Рисунок 1.2 - Принципиальные схемы формирования производственных подразделений

Пользуясь графиками, приведёнными на рисунке 1.3, можно выбрать принцип формирования производственных подразделений, если известно следующее: количество оборудования каждого типа и общее число единиц оборудования в структурном производственном подразделении, производственные маршруты изготовления изделий, на основании которых определяются число материальных связей и степень кооперации.

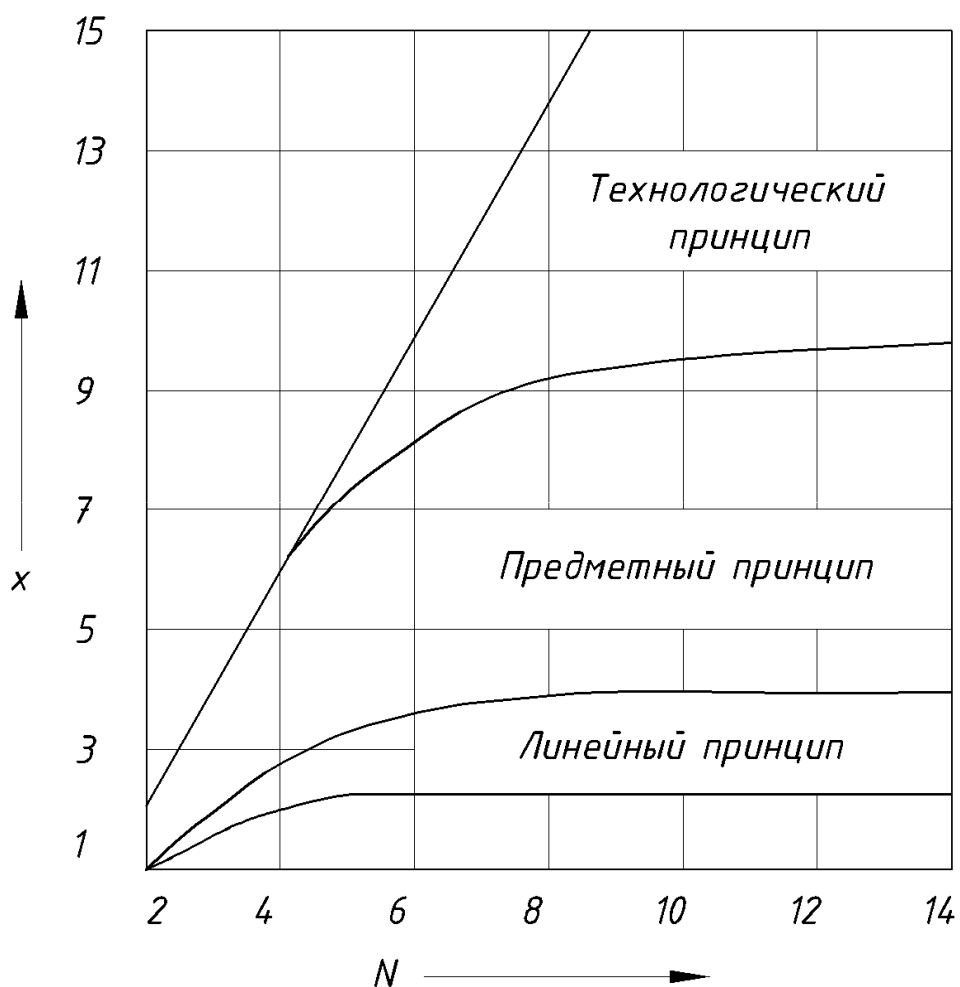


Рисунок 1.3 - Области использования различных принципов формирования производственных подразделений

В качестве примера рассмотрим выбор принципа форсирования производственного участка, на котором протекают технологические процессы изготовления пяти наименований изделий (таблица 1.1).

Таблица 1.1 - Исходные данные

Наименование изделия	Технологические маршруты
Изделие А	3 – 7 – 6 – 4 – 1
Изделие Б	3 – 5 – 2 – 3 – 4 – 8
Изделие В	2 – 1 – 6 – 7 – 8
Изделие Г	3 – 5 – 1 – 7 – 6 – 4
Изделие Д	2 – 6 – 4 – 2

Технологические маршруты изготовления изделий А, Б, В, Г и Д рассматривают последовательно, чтобы установить материальные связи с каждым станком. Например, при рассмотрении указанных маршрутов можно установить, что станок 1 имеет следующие связи: в технологическом маршруте изготовления детали А со станком 4; в технологическом маршруте изготовления детали В со станками 2 и 6; в технологическом маршруте изготовления детали Г со станками 5 и 7.

Определённые таким образом связи заносят в таблицу 1.2, причём указывают и их направление стрелкой. Дублирующие связи, например 3 – 5 в технологических маршрутах деталей Б и Г, учитывают однократно. После расчета числа связей для каждого станка и суммирования их для всех единиц оборудования определяют степень кооперации $x = \frac{34}{13} = 2,62$. В соответствии с рисунком 1.3 определяют принцип формирования производственного участка (в рассматриваемом случае линейный).

Таблица 1.2 - Результаты расчётов по выбору принципа формирования производственных участков

№ станка	Материальная связь с другими станками	$\sum k_i$	N , шт.
1	$\bar{4}, \bar{2}, \bar{6}, \bar{5}, \bar{7}$	5	1
2	$\bar{5}, \bar{3}, \bar{1}, \bar{6}, \bar{4}$	5	3
3	$\bar{7}, \bar{5}, \bar{2}, \bar{4}$	4	2
4	$\bar{6}, \bar{1}, \bar{3}, \bar{8}, \bar{2}$	5	1
5	$\bar{3}, \bar{2}, \bar{1}$	3	1
6	$\bar{7}, \bar{4}, \bar{1}, \bar{7}, \bar{2}$	5	2
7	$\bar{6}, \bar{1}, \bar{3}, \bar{8}, \bar{1}$	5	2
8	$\bar{4}, \bar{7}$	2	1
Итого		34	13

1.3 Последовательность выполнения задания

1 Подгруппе выдается задание в виде набора технологических маршрутов изготовления деталей.

2 Технологические маршруты изготовления деталей представляются в табличной форме.

3 Устанавливаются материальные связи по каждому станку, и определяется число связей с другими станками. Определённые таким образом связи заносятся в таблицу 1.2, с указанием их направленности. Дублирующие связи в технологических маршрутах деталей учитываются однократно.

4 После расчета числа связей для каждого станка и суммирования их для всех единиц оборудования определяется степень кооперации.

5 Определяется принцип формирования производственного участка по степени кооперации в соответствии с рисунком 1.3.

6 Устанавливается принципиальная схема формирования производственного участка.

1.4 Содержание отчета

1 Технологические маршруты изготовления деталей в виде таблицы.

2 Результаты расчетов для выбора принципа формирования производственного участка в виде таблицы.

3 Рассчитать степень кооперации и установить принцип формирования производственного участка.

4 Принципиальная схема формирования производственного участка.

1.5 Контрольные вопросы

1 Какие существуют три принципа формирования производственных участков и цехов?

2 Когда используется линейный принцип, в чём его сущность и когда чаще всего он реализуется?

3 Когда используется предметный принцип, в чём его сущность?

4 Когда используется технологический принцип и чем он характеризуется?

5 Какой показатель может быть использован для выбора принципа формирования производственных подразделений?

6 Какие возможны границы структурных подразделений производственной системы?

7 Чем можно воспользоваться для выбора принципа формирования производственных подразделений?

8 В какой последовательности устанавливается принцип формирования производственных подразделений?

2 Практическое занятие №2. Определение производственной программы и трудоемкости механической обработки

2.1 Цель практического занятия

Овладение методикой определения производственной программы и трудоёмкости изготовления изделий.

2.2 Производственная программа и трудоёмкость механической обработки

Производственная программа представляет собой перечень (номенклатуру) подлежащих изготовлению изделий и объём их выпуска за год в натуральном выражении, и может быть точная, приведённая и условная.

Программа называется точной, если имеется подробная номенклатура подлежащих изготовлению в цехе деталей, годовые объёмы выпуска, рабочие чертежи и технические требования на все детали. На основе этого разрабатываются технологические процессы обработки, осуществляется нормирование операций и находятся годовые затраты времени на механическую обработку деталей программы, являющиеся основой дальнейших технологических расчетов цеха. Проектирование по точной программе чаще всего применяется для крупносерийных и массовых производств, когда сведения, перечисленные выше, имеются и их можно получить без значительных затрат времени и труда.

В том случае, когда полных данных по номенклатуре и рабочим чертежам деталей, подлежащих изготовлению, в цехе нет, а имеются лишь на основные типы изделий, трудоёмкость определяют по приведенной программе.

С этой целью номенклатуру деталей, подлежащих изготовлению в цехе, разбивают на группы, в каждую из которых включают изделия, схожие по конструкции и технологии изготовления (группа валов, корпусных деталей, шестерен и т.д.). В каждой группе выбирается представитель - как правило, деталь, на которую имеют-

ся рабочие чертежи и для которой разрабатывают технологический процесс обработки расчётом норм времени на изготовление. Все изделия данной группы приводят к представителю, используя коэффициенты приведения. Он может быть определен через коэффициенты: массы – k_m , серийности – $k_{сер}$, точности – k_T и оригинальности – k_o , по формуле

$$k_{np} = k_m \cdot k_{сер} \cdot k_T \cdot k_o. \quad (2.1)$$

Коэффициент k_m , учитывающий различие в массе собираемого приводимого изделия M_{np} и изделия-представителя M_{nc} , определяют по следующей эмпирической формуле

$$k_m = \left(\frac{M_{np}}{M_{nc}} \right)^{0,66}. \quad (2.2)$$

При механической обработке расчёт выполняют по этой же формуле, только берут отношение площадей обрабатываемых поверхностей приводимого изделия и изделия-представителя.

Коэффициент $k_{сер}$ учитывает изменение машиноёмкости (станкоёмкости) изготовления при изменении объёма выпуска изделий. Оно отражает влияние объёма выпуска изделий на время переналадок технологического оборудования и определяется по формуле

$$k_{сер} = \left(\frac{N_{np}}{N_{nc}} \right)^\alpha, \quad (2.3)$$

где N_{np} и N_{nc} - соответственно объём выпуска, приводимого изделия и изделия-представителя, шт./год;

$\alpha = 0,2...0,33$ - показатель степени, зависящий от габаритных размеров изделий.

Коэффициент приведения по точности k_T , учитывает влияние точности изготовления изделия на станкоемкость (машиноёмкость) операции. В общем случае при сборке изделий нормальной точности $k_T = 1,0$; изделий повышенной точности $k_T = 1,2$. При механической обработке коэффициент k_T учитывает средний квалитет и среднее значение параметра шероховатости детали R_a . Среднее значение квалитета приводимого изделия и изделия-представителя вычисляется по формуле

$$\bar{T} = \frac{\sum(T_i \cdot n_i)}{\sum n_i}, \quad (2.4)$$

где T_i - i -й квалитет;

n_i - число размеров i -го квалитета.

Среднее значение параметра шероховатости поверхностей приводимого изделия и изделия-представителя вычисляется по формуле

$$\bar{R}_a = \frac{\sum(R_{aj} \cdot n_j)}{\sum n_j}, \quad (2.5)$$

где R_{aj} - j -е значение R_a , мкм;

n_j - число поверхностей, имеющих значение $R_a = j$.

Для определения коэффициента k_T рекомендуется использовать следующие зависимости, представленные в таблицах 2.1, 2.2.

Таблица 2.1 – Зависимость коэффициента k_k от квалитета точности изделия

Средний квалитет, T	6	7	8	11	12	13
Коэффициент точности, k_k	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Таблица 2.2 – Зависимость коэффициента $k_{ш}$ от среднего параметра шероховатости поверхностей детали

Средний параметр шероховатости, R_a	20	10	5	2,5	1,25	0,63
Коэффициент точности, $k_{ш}$	0,95	0,97	1,0	1,1	1,2	1,4

При механической обработке:

$$k_T = \frac{k_{к.нр} \cdot k_{ш.нр}}{k_{к.нс} \cdot k_{ш.нс}}. \quad (2.6)$$

Пример - Определить коэффициент приведения по точности для корпусной детали, имеющей средний квалитет $T = 13$ и среднее значение параметра шероховатости поверхности $R_a = 20$ мкм. В то же время изделие-представитель имеет значение аналогичных параметров $T = 8$ и $R_a = 5$ мкм.

Используя нормативные данные, определим

$$k_T = \frac{0,8 \cdot 0,95}{1,1 \cdot 1,0} = 0,69.$$

В сборочном производстве определяют коэффициент k_o , учитывающий число оригинальных деталей в сборочных единицах, из зависимости

$$k_o = \left(\frac{n_{нр}}{n_{нс}} \right)^{0,6}, \quad (2.7)$$

где $n_{нр}$ - число наименований оригинальных деталей в приводимом изделии, шт.;

n_{nc} - число наименований оригинальных деталей в изделии-представителе, шт.

Приведённая программа для каждого изделия $N_{прив i}$ (шт./год.), рассчитывается произведением заданной программы выпуска на общий коэффициент приведения:

$$N_{прив i} = N_{зад i} \cdot k_{пр i} \quad (2.8)$$

Всё это позволяет вместо реальной многономенклатурной программы иметь эквивалентную ей по трудоёмкости приведённую, выраженную ограниченным числом изделий-представителей.

В таблице 2.3 приведён результат расчёта приведённой программы. За изделие-представитель выбрано изделие Б, на которое имеются чертежи. В результате расчёта имеем вместо трех разнотипных изделий с реальным суммарным объёмом выпуска 900 шт./год - 814 приведённых к представителю.

Таблица 2.3 - Результаты расчёта приведённой программы

Наименование изделия	Краткая характеристика изделия	Годовой выпуск, шт.	Масса, т		Коэффициент приведения				Приведенная программа на годовой выпуск, шт./год.
			Одного изделия	Годовой программы	По массе	По серийности	По сложности	Общий	
Изделие 1	T1	200	0,7	140	0,92	1,2	1,2	1,32	264
Изделий 2	T2	400	0,8	320	1	1	1	1	400
Изделие 3	T3	300	0,5	150	0,73	1,04	1,1	0,84	250
		900		610	Всего				814
Примечание - В качестве изделия-представителя выбрано изделие 2.									

Станкоёмкость операции представляет собой затраты штучного или штучно-калькуляционного времени на её выполнение. Станкоёмкость детали (в станко-часах) включает всё нормированное время по всем операциям механической обработки.

Под трудоёмкостью понимают величину затрат живого труда на изготовление единицы продукции в человеко-часах. Связь между трудоёмкостью и станкоёмкостью можно выразить следующим образом

$$T_{чел.ч} = \frac{T_{ст.ч}}{K_m}, \quad (2.9)$$

где $T_{чел.ч}$ - трудоёмкость обработки, человеко-час;

$T_{ст.ч}$ - станкоёмкость обработки, станко-час;

K_m - коэффициент многостаночности - число станков, обслуживаемых одним рабочим.

Различными способами можно определить станкоёмкость, выбор которых определяется типом производства. При проектировании цехов крупносерийного и массового производств, как правило, разрабатываются подробные технологические процессы изготовления деталей с нормированием операций.

В этом случае трудоёмкость операции будет равна:

- для массового производства: $T_{on} = t_{ум.он}; \quad (2.10)$

- для крупносерийного (серийного) производства: $T_{on} = t_{ум.к}. \quad (2.11)$

Для цехов мелко- и среднесерийного производств общий коэффициент приведения дает возможность определить станкоёмкость изготовления детали или машиноёмкость сборки узла в автоматизированном производстве, не разрабатывая при этом технологический процесс изготовления рассматриваемого изделия. Для этого

умножают коэффициент приведения k_{np} на станкоёмкость (машиноёмкость) изделия-представителя $T_{c.nc}$:

$$T_{c.np} = k_{np} \cdot T_{c.nc} \quad (2.12)$$

Определив коэффициент приведения для каждого изделия в группе, можно найти суммарную станкоёмкость (машиноёмкость) изготовления изделий всей группы.

Проектирование по приведённой программе целесообразно осуществлять для участков и цехов серийного производства.

2.3 Последовательность выполнения задания

1 Подгруппе выдается задание в виде рабочих чертежей деталей, объем их выпуска за год в натуральном выражении и трудоёмкость детали-представителя.

2 Разбивается номенклатура деталей, подлежащих изготовлению, на группы так, чтобы в каждую группу включались изделия, схожие по конструкции и технологии изготовления.

3 Выбирается деталь-представитель группы.

4 Рассчитывается общий коэффициент приведения на каждую деталь группы.

5 Рассчитывается приведенная программа для каждой детали и определяется суммарная приведенная программа, шт./год.

6 Рассчитывается приведенная трудоёмкость изготовления деталей группы и определяется суммарная приведенная трудоёмкости.

7 Заносятся полученные результаты расчетов приведённых программ и трудоёмкости в таблицу 2.3.

2.4 Содержание отчета

1 Расчеты коэффициентов приведения и определения общего коэффициента по каждой детали заданной номенклатуры.

2 Расчет приведенных программ для каждого детали и определение суммарного объёма выпуска.

3 Расчет приведенной трудоёмкости для каждого изделия и определение суммарной приведенной трудоёмкости.

4 Таблица расчетов приведённых программ и трудоёмкости.

2.5 Контрольные вопросы

1 Что определяет производственную программу?

2 Какой может быть производственная программа?

3 Какие применяют методы проектирования?

4 В чем суть методов проектирования по точной, приведенной и условной программам?

5 Что такое коэффициент приведения и как его определить?

6 Что такое приведенная программа?

7 Что такое трудоемкость и станкоёмкость обработки, как связаны между собой эти величины?

8 Как определяется трудоёмкость (станкоёмкость) изготовления любой детали из группы с использованием коэффициента приведения?

9 Что является основной расчетной величиной при проектировании производственного процесса массового производстве?

10 По какой программе ведут проектирование цехов и участков массового и крупносерийного производства?

3 Практическое занятие № 3. Определение количества оборудования в поточном производстве

3.1 Цель практического занятия

Определения числа станков по каждой операции обработки в поточном производстве.

3.2 Общие положения

Поточные методы работы в основном характерны для условий массового и крупносерийного производства. Оборудование для обработки или рабочие места для сборки размещают при этом последовательно в соответствии с ходом технологического процесса. Длительность операций синхронизируют в соответствии с тактом выпуска изготавливаемой детали и собираемых единиц.

В массовом производстве характерно применение непрерывно-поточных, т. е. однопредметных линий. В серийном производстве применяют переменноточные или групповые поточные многопредметные линии. Различие переменноточных и групповых поточных линий состоит в том, что первые при переходе на изготовление другой детали или изделия переналаживают, и такт выпуска для разных деталей различный, во втором случае на линии одновременно либо последовательно изготавливаются или собираются несколько деталей или изделий без переналадки. Причем такт выпуска может оставаться одинаковым или изменяться.

Число станков непрерывно-поточной линии определяют для каждой операции (в автоматической линии – для каждой позиции) изготовления. При этом определяют расчетное значение числа станков по формуле

$$C'_p = \frac{t_{um}}{\tau}, \quad (3.1)$$

где $t_{шт}$ - штучное время выполнения операции, мин;

τ - такт выпуска, мин.

$$\tau = \frac{\Phi_o \cdot 60}{N}. \quad (3.2)$$

Полученное значение C'_p округляют до ближайшего большего целого числа, получая при этом расчетное число станков C_p для выполнения данной операции.

Далее определяют коэффициент загрузки станка каждой операций, который равен отношению фактического времени работы станка к эффективному фонду времени:

$$K_z = \frac{C'_p}{C_p}. \quad (3.3)$$

Практика работы поточных линий показала, что на производительность линии большое влияние оказывают наложенные потери. Они вызваны остановкой смежного оборудования, отсутствием заготовок в связи с различного рода перебоями в снабжении и другими причинами, которые учитывают, вводя коэффициент использования оборудования K_u .

Поэтому принятое число станков на данной операции:

$$C_n = \frac{C_p}{K_u}. \quad (3.4)$$

В таблице 3.1 даны рекомендуемые значения коэффициентов загрузки и использования для отдельных станков и групп оборудования.

При этом следует иметь в виду, что в тех случаях, когда коэффициент загруз-

ки по расчету получается меньше рекомендованных значений, в качестве принятого берут расчетное число станков и коэффициент использования принимают равным единице.

Надо иметь также в виду, что K_z никогда не может быть больше единицы. В тех случаях, когда число станков превышает целое число не более, чем на 0,05 - 0,1 единицы, следует пересмотреть содержание данной операции в отношении изменения режима резания, структуры операции, применяемых инструментальных материалов и оснастки с целью повышения производительности обработки.

Таблица 3.1 – Допустимые значения коэффициента загрузки и использования оборудования

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования, K_z		Коэффициент использования оборудования, K_u
	максимальный	средний	
Универсальные станки	0,95–1,0	0,8	0,9
Автоматы и полуавтоматы:			
а) одношпиндельные	0,95–1,0	0,85	0,85
б) многошпиндельные	0,9	0,9	0,8
Спец. и агрегатные станки	0,9	0,9	0,8
Автоматические линии с жесткими связями	0,95–1,0	0,9	0,75
Станки с ЧПУ	0,95	0,9	0,85

Пример - Определить число станков для операций токарной и зубофрезерованной обработки поточной линии обработки зубчатого колеса. Такт линии $\tau = 2$ мин; $t_{шт.ток} = 1,75$ мин; $t_{шт.фр} = 9,8$ мин. Обработка выполняется на одношпиндельных полуавтоматах.

Число станков для токарной операции:

$$C'_p = \frac{1,75}{2} = 0,85.$$

Следовательно, расчетное число станков $C_{p.ток} = 1$, коэффициент загрузки

$K_{з.ток} = 0,85$ - что не превышает максимально допустимого значения по таблице 3.1.

Поэтому $C_{н.ток} = 1$.

Число станков для зубофрезерования:

$$C'_p = \frac{9,8}{2} = 4,9.$$

Следовательно, расчетное число зубофрезерных станков $C_{р.фр} = 5$, коэффициент загрузки $K_{з.фр} = 0,98$ - что превышает максимально допустимое значение. В этом случае принятое число станков

$$C'_{н.фр} = \frac{C_{н.фр}}{K_u} = \frac{5}{0,85} \approx 6.$$

Для переменного-поточных и групповых поточных линий число станков на каждую операцию рассчитывают по штучно-калькуляционному времени и программе выпуска каждой закрепленной за линией детали по формуле

$$C'_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ш-кi} \cdot N_i}{\Phi_o \cdot 60}, \quad (3.5)$$

где n - число наименований изделий, проходящих данную операцию, шт.;

$t_{ш-кi}$ и N_i - соответственно штучно-калькуляционное время (мин) изготовления i -го наименования изделия на данной операции и её годового объема (шт.) выпуска;

Φ_o - эффективный годовой фонд времени работы основного оборудования, ч.

Расчет количества и загрузка оборудования в многопредметных поточных ли-

ниях при разной программе выпуска каждой детали производится по фонду времени и штучно-калькуляционному времени, а не по такту выпуска. Штучно-калькуляционное время, а не штучное в расчет берут потому, что станки приходится переналаживать на разные детали, затрачивая дополнительно время на переналадку.

При отсутствии данных о подготовительно-заключительном времени расчет станков на каждую операцию переменного-поточной линии можно вести по штучному времени t_{wi} :

$$C'_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{wi} \cdot N_i}{\Phi_o \cdot 60 \cdot K_n}, \quad (3.6)$$

где K_n - коэффициент переналадки, обычно $K_n = 0,95$, а для групповых поточных линий, не требующих переналадки, $K_n = 1$.

Расчетное число станков C_p , как и в предыдущих случаях, получают округлением C'_p до ближайшего большего значения и определяют коэффициент загрузки. Принятое число станков на данную операцию определяют также, как и для непрерывно-поточной линии с учетом коэффициента загрузки.

3.3 Последовательность выполнения задания

1 Подгруппе выдается задание в виде чертежей (чертежа) деталей (детали), трудоёмкость по операциям и объем выпуска в год.

2 Обосновывается способ размещения оборудования для обработки заготовки (заготовок) и тип поточной линии.

3 Определяется состав основного оборудования для обработки заданной детали (деталей).

4 Рассчитывается число станков по каждой операции обработки заданной детали (деталей).

3.4 Содержание отчета

1 Состав основного оборудования для обработки заданной детали (деталей).

2 Обоснование способа размещения оборудования для обработки заготовки и типа поточной линии.

3 Расчёт число станков по каждой операции обработки.

3.5 Контрольные вопросы

1 Как размещают оборудование или рабочие места для сборки при поточном производстве?

2 Какие линии характерны для массового и серийного производства?

3 В чем различие переменного-поточных и групповых поточных линий?

4 Как определяется число станков и рабочих мест при детальном проектировании участков и цехов поточного и непоточного производства?

5 Что такое коэффициенты загрузки и использования оборудования?

4 Практическое занятие № 4. Определение количества оборудования в непоточном производстве

4.1 Цель практического занятия

Определение числа станков по каждому типоразмеру оборудования для обработки заданных деталей на участке в непоточном производстве.

4.2 Общие положения

Особенность определения количества основного оборудования в непоточном производстве, характеризующегося широкой и в ряде случаев нестабильной номенклатурой выпускаемых изделий, заключается в том, что в большинстве случаев невозможно разработать технологические процессы на каждое наименование изделия. В то же время для расчета количества основного оборудования необходимо знать суммарную станкоемкость обработки или машиноёмкость в условиях автоматизированной сборки по операциям $T_{C\Sigma}$.

При детальном проектировании цехов и участков серийного производства количество станков определяют по каждому типоразмеру оборудования для каждого участка на основе данных о станкоемкости деталей, закрепленных для обработки за данным участком.

Расчетное значение числа станков:

$$C'_p = \frac{T_{C\Sigma}}{\Phi_o}, \quad (4.1)$$

где $T_{C\Sigma}$ - суммарная станкоемкость обработки годового количества деталей, обрабатываемых на участке на станках данного типоразмера, станко-час;

Φ_o - эффективный фонд времени работы станка, ч.

Суммарная станкочемкость обработки операций определяется по формуле

$$T_{C\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ш-к i,j} \cdot N_i}{60}, \quad (4.2)$$

где $t_{ш-к i,j}$ - штучно-калькуляционное время j -й операции изготовления i -й детали, станко-мин;

N_i - годовая программа выпуска i -х деталей, шт./год;

n - число наименований деталей, приходящих на данную операцию, шт.;

m - количество операций обработки i -й детали на станках данного типоразмера, шт.

При проектировании по приведенной программе в формулу для определения станкочемкости подставляют штучно-калькуляционное время операций изготовления деталей-представителей и их приведенные программы. Полученное расчетное значение C'_p округляют до ближайшего большего расчетного числа станков C_p и определяют коэффициент загрузки:

$$K_z = \frac{C'_p}{C_p}. \quad (4.3)$$

Полученный коэффициент загрузки станков данного типоразмера не должен превышать допустимых значений, приведенных в таблице 3.1.

В тех случаях, когда полученный коэффициент загрузки превышает допустимые значения, необходимо ввести в расчет коэффициент использования K_u , учитывающий возможные потери времени.

В этом случае принятое число станков:

$$C_n = \frac{C_p}{K_u}. \quad (4.4)$$

Средний коэффициент загрузки станков участка или цеха непоточного производства, как правило, выше, чем на поточных линиях, и составляет от 0,8 до 0,85. Однако меньшие потери времени на переналадку и применение специализированного оборудования в поточном производстве обеспечивают их более высокую производительность.

4.3 Последовательность выполнения задания

1 Подгруппе выдается задание в виде чертежей деталей, объема выпуска в год и трудоёмкость.

2 Определяется состав основного оборудования для обработки заданной номенклатуры деталей.

3 Рассчитывается число станков по каждому типоразмеру оборудованию для каждой операции обработки заданной детали.

4.4 Содержание отчета

1 Состав основного оборудования для обработки заданной номенклатуры деталей.

2 Расчёт числа станков по каждой операции обработки заданной детали.

4.5 Контрольные вопросы

- 1 В чем особенность определения количества основного оборудования в непоточном производстве?
- 2 Что необходимо знать для расчета количества основного оборудования?
- 3 Как определяют количество станков при детальном проектировании цехов и участков серийного производства?

5 Практическое занятие № 5. Разработка схемы расположения оборудования в поточном производстве

5.1 Цель практического занятия

Изучение методики разработки схемы размещения оборудования. Определение общей площади механического участка. Обоснование выбора варианта схемы расположения оборудования.

5.2 Общие положения

Производственную площадь цеха определяют в два этапа. На первом этапе проектирования цеха производственную площадь определяют расчётом по величине удельной площади, приходящейся на единицу производственного оборудования и на одного слесаря-сборщика. На втором этапе проектирования производственную площадь цеха уточняют путём разработки технологической планировки (плана расположения всего оборудования, рабочих мест, подъёмно-транспортных средств, проездов, проходов, складочных мест заготовок и др.).

Площадь механических участков изготовления деталей F_{cm} механосборочных и инструментальных цехов рассчитывают по формуле

$$F_{cm} = C_1 \cdot q_1 + C_2 \cdot q_2 + C_3 \cdot q_3, \quad (5.1)$$

где C_1, C_2, C_3 - количество соответственно мелкого, среднего и крупного оборудования, шт.;

q_1, q_2, q_3 - удельная производственная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, м.

Габаритные размеры в плане металлорежущих станков с учётом шкафов,

пультов управления и других выносных узлов: мелкие – до $1800 \times 800 \text{ мм}^2$, средние – до $4000 \times 2000 \text{ мм}^2$, особо крупные – до $1600 \times 6000 \text{ мм}^2$.

Удельная производственная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, зависит от габаритных размеров принимаемого оборудования и транспортных средств, которые определяют ширину проездов между рядами станков. Для мелких станков $q_1 = (14 - 18) \text{ м}^2$, для средних $q_2 = (18 - 22) \text{ м}^2$, для крупных $q_3 = (22 - 44) \text{ м}^2$.

Поскольку в составе участков (цеха) имеется оборудование разных габаритных размеров, для предварительной оценки требуемой площади удобнее пользоваться удельными показателями q для аналогичных цехов, обобщенных по ряду действующих предприятий или ранее выполненных проектов. В этом случае производственную площадь участка (цеха) определяют по формуле

$$S = C \cdot q, \quad (5.2)$$

где C - принятое число станков, а в случае сборки – рабочих мест цеха (участка), шт.

Показатели удельной производственной площади q приведены в таблице 5.1.

Централизацию вспомогательных служб по корпусу уточняют в каждом конкретном случае в зависимости от принятой организационной формы и объема производства на заводе. Ориентировочно общую площадь цеха с учетом вспомогательных отделений можно оценить, увеличив на 15 - 20 % показатели в таблице 5.1.

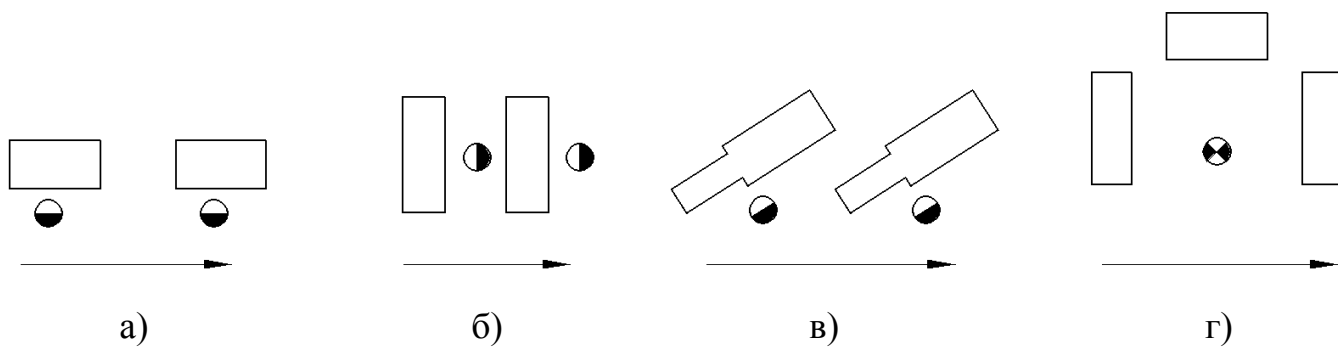
Расположение станков на участках и линиях механической обработки определяется организационной формой производственного процесса (длиной станочных участков, числом станков, видом межоперационного транспорта, способом удаления стружки и другими факторами).

Относительно прост выбор варианта расположения станков непрерывно и переменнo-поточных линий. Здесь последовательность размещения оборудования практически однозначно определяется последовательностью выполнения операций

технологического процесса. Задача рационального размещения оборудования сводится к выбору варианта размещения станков относительно транспортного средства, числа рядов станков и общей конфигурации поточной (автоматической) линии. Относительно транспортного средства возможны варианты продольного, поперечного, углового и кольцевого размещения станков (рисунок 5.1).

Таблица 5.1 - Удельная площадь механических цехов мелко- и среднесерийного производства

Участки по обработке технологических групп	Размеры деталей, мм	Общая площадь приходящаяся на единицу производственного оборудования, м ²
Базовые детали (станины, плиты, поперечины и т.п.)	$l \leq 4000, b \leq 4000$	150
Корпусные детали (коробки скоростей, коробки подач, редукторы и т.п.)	$2000 < l \leq 3000, b \leq 1500$	100
Корпусные детали (корпуса, кожухи, крышки, столы, плиты и т.п.)	$1000 < l \leq 2000, b \leq 1000$	70
Планки, рычаги, кронштейны и т.п.	$l \leq 700, b \leq 500$	30
Средние детали типа тел вращения (шестерни, валы, и т.п.)	$200 < D \leq 320, l \leq 700$	45
Мелкие детали типа тел вращения (шестерни, валы и т.п.)	$D \leq 200$	35
Токарно-револьверные детали (гайки, втулки, кольца)	$D \leq 65, l \leq 100$	25
То же	$D \leq 25$	20
Примечание - l – длина; b – ширина; D – диаметр детали.		



а - продольное; б - поперечное; в - угловое; г - кольцевое.

Рисунок 5.1 - Варианты размещения станков относительно транспортных средств

Фронтальное продольное размещение станков по отношению к транспортному средству или проезду обеспечивает наиболее благоприятные условия для механизации и автоматизации межоперационного транспортирования и обслуживания рабочих мест. При поперечном расположении условия обслуживания станка оператором ухудшаются в связи с его удалением от роликового конвейера или конвейера. Однако при использовании для автоматической загрузки станков манипуляторов или промышленных роботов портального типа это противоречие разрешается, и при этом варианте обеспечивается компактность планировки, т. е. лучшее использование производственной площади. Расположение станков под углом к проезду применяют для расточных, продольно-строгальных, продольно-фрезерных станков, прутковых автоматов, револьверных и других станков, длина которых значительно превышает их ширину. Прутковые автоматы при этом размещают обычно загрузочным устройством к проезду для облегчения установки прутков. Кольцевое размещение станков благоприятно для многостаночного обслуживания, но создает трудности для использования межоперационного транспорта и инженерных коммуникаций. Выбор того или иного варианта определяется также способом удаления стружки от станков. При использовании автоматизированных систем уборки стружки необходимо учитывать взаимное расположение станочных и цеховых стружкоуборочных конвейеров. В зависимости от длины технологического потока и длины станочного участка применяют однорядное или многорядное размещение станков. При этом для обеспечения прямооточности зону заготовок (начало линий) располагают со стороны

одного проезда, а конец линий – с противоположной стороны в направлении дальнейшего перемещения деталей на сборку. Основные варианты размещения оборудования в непрерывно - и переменнo-поточных линиях показаны на рисунке 5.2.

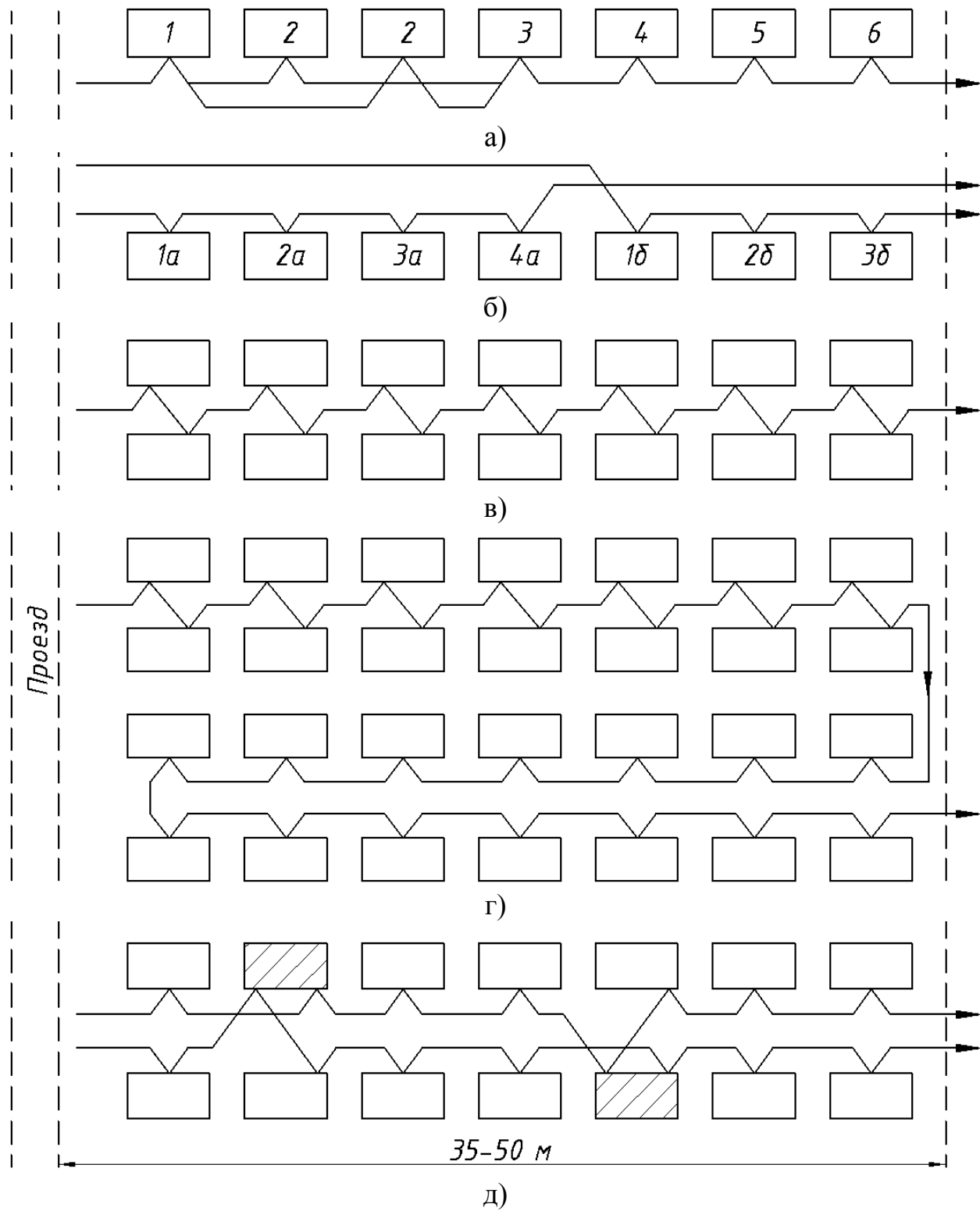


Рисунок 5.2 – Варианты размещения оборудования в непрерывно- и переменнo-поточных линиях

Для линии, оборудование которой размещается в пределах длины участка, применяют однорядный вариант размещения (рисунок 5.2 а). В приведенном примере на второй операции предусмотрены два станка, поскольку штучное время на этой операции превышает такт выпуска.

Короткие линии обработки располагают последовательно (рисунок 5.2 б) Поточные линии с большим числом станков размещают в два или несколько рядов (рисунок 5.2 в - г), но с обязательным условием, чтобы начало линий располагалось со стороны зоны заготовок, а конец линии - с противоположной стороны. Для обеспечения лучшего использования отдельных станков возможно параллельное размещение линии с использованием общего для двух линий оборудования (рисунок 5.2 д), однако в этом случае перед «общим» оборудованием необходимо предусматривать необходимые заделы для компенсации не синхронности работы двух линий. На схеме «общее» оборудование двух линий заштриховано.

5.3 Последовательность выполнения задания

- 1 Подгруппа использует полученные данные практического занятия №3.
- 2 Рассчитывается число станков по каждой операции обработки заданной детали (деталей).
- 3 Определяется производственная площадь механического участка по показателю удельной площади.
- 4 Обосновывается вариант размещения оборудования.
- 5 Разрабатываются схемы вариантов размещения станков относительно транспортных средств.

5.4 Содержание отчета

- 1 Расчёт числа станков по каждой операции обработки.
- 2 Расчёт производственных площадей участков по показателю удельной площади.
- 3 Обоснование варианта размещения оборудования.
- 4 Схемы вариантов размещения станков относительно транспортных средств.

5.5 Контрольные вопросы

- 1 Как определяется производственная площадь цеха?
- 2 Как рассчитывается площадь механического участка изготовления деталей?
- 3 Чем определяется расположение станков на участках и линиях механической обработки?
- 4 Какие возможны варианты размещения станков относительно транспортного средства, и чем они характеризуются?
- 5 Как следует располагать линии для обеспечения прямоточности?

6 Практическое занятие № 6. Разработка схемы расположения оборудования в непоточном производстве

6.1 Цель практического занятия

Изучение методики разработки схемы расположения оборудования, определение числа станков по каждому типоразмеру оборудования для обработки заданных деталей на участке, общей площади участка и разработка схемы размещения оборудования в непоточном производстве.

6.2 Общие положения

Особенность определения количества основного оборудования в непоточном производстве, характеризующегося широкой и в ряде случаев нестабильной номенклатурой выпускаемых изделий, заключается в том, что в большинстве случаев невозможно разработать технологические процессы на каждое наименование изделия. В то же время для расчета количества основного оборудования необходимо знать суммарную станкоемкость обработки или машиноёмкость в условиях автоматизированной сборки по операциям $T_{C\Sigma}$.

При детальном проектировании цехов и участков серийного производства количество станков определяют по каждому типоразмеру оборудования для каждого участка на основе данных о станкоемкости деталей, закрепленных для обработки за данным участком.

Расчетное значение числа станков:

$$C'_p = \frac{T_{C\Sigma}}{\Phi_o}, \quad (6.1)$$

где $T_{C\Sigma}$ - суммарная станкоемкость обработки годового количества деталей,

обрабатываемых на участке на станках данного типоразмера, станко-час;

Φ_o - эффективный фонд времени работы станка, ч.

Суммарная станкоемкость обработки операций определяется по формуле

$$T_{C\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ш-к i,j} \cdot N_i}{60}, \quad (6.2)$$

где $t_{ш-к i,j}$ - штучно-калькуляционное время j -й операции изготовления i -й детали, станко-мин;

N_i - годовая программа выпуска i -х деталей, шт./год;

n - число наименований деталей, входящих на данную операцию, шт.;

m - количество операций обработки i -й детали на станках данного типоразмера, шт.

При проектировании по приведенной программе в формулу для определения станкоемкости подставляют штучно-калькуляционное время операций изготовления деталей-представителей и их приведенные программы. Полученное расчетное значение C'_p округляют до ближайшего большего расчетного числа станков C_p и определяют коэффициент загрузки:

$$K_z = \frac{C'_p}{C_p}. \quad (6.3)$$

Полученный коэффициент загрузки станков данного типоразмера не должен превышать допустимых значений приведенных в таблице 3.1.

В тех случаях, когда полученный коэффициент загрузки превышает допустимые значения, необходимо ввести в расчет коэффициент использования K_u , учитывающий возможные потери времени.

В этом случае принятое число станков:

$$C_n = \frac{C_p}{K_u}. \quad (6.4)$$

Средний коэффициент загрузки станков участка или цеха непоточного производства, как правило, выше, чем на поточных линиях, и составляет от 0,8 до 0,85. Однако меньшие потери времени на переналадку и применение специализированного оборудования в поточном производстве обеспечивают их более высокую производительность.

Производственную площадь цеха определяют в два этапа. На первом этапе проектирования цеха производственную площадь определяют расчётом по величине удельной площади, приходящейся на единицу производственного оборудования и на одного слесаря-сборщика. На втором этапе проектирования производственную площадь цеха уточняют путём разработки технологической планировки (плана расположения всего оборудования, рабочих мест, подъёмно-транспортных средств, проездов, проходов, складочных мест заготовок и др.).

Площадь механических участков изготовления деталей F_{cm} механосборочных и инструментальных цехов рассчитывают по формуле

$$F_{cm} = C_1 \cdot q_1 + C_2 \cdot q_2 + C_3 \cdot q_3, \quad (6.5)$$

где C_1, C_2, C_3 - количество соответственно мелкого, среднего и крупного оборудования, шт.;

q_1, q_2, q_3 - удельная производственная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, м.

Габаритные размеры в плане металлорежущих станков с учётом шкафов, пультов управления и других выносных узлов: мелкие – до 1800×800 мм², средние – до 4000×2000 мм², особо крупные – до 1600×6000 мм².

Удельная производственная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, зависит от габаритных размеров принимаемого оборудования и транспортных

средств, которые определяют ширину проездов между рядами станков. Для мелких станков $q_1 = (14 - 18) \text{ м}^2$, для средних $q_2 = (18 - 22) \text{ м}^2$, для крупных $q_3 = (22 - 44) \text{ м}^2$.

Поскольку в составе участков (цеха) имеется оборудование разных габаритных размеров, для предварительной оценки требуемой площади удобнее пользоваться удельными показателями q для аналогичных цехов, обобщенных по ряду действующих предприятий или ранее выполненных проектов. В этом случае производственную площадь участка (цеха) определяют по формуле

$$S = C \cdot q, \quad (6.6)$$

где C - принятое число станков, а в случае сборки – рабочих мест цеха (участка), шт.

Показатели удельной производственной площади q приведены в таблице 5.1.

Возможны три различных варианта расположения станков на предметно-замкнутых (подетально-специализированных) участках: точечный, рядный и гнездовой.

В точечном варианте отсутствуют межоперационные связи между станками. При рядном варианте оборудование размещено в линейной последовательности, соответствующей ходу технологического процесса характерной детали. При гнездовом варианте оборудование размещено группами в зависимости от межоперационных связей между ними.

Точечный вариант расположения станков возможен при полном изготовлении деталей на одном станке. Его применяют в тяжелом машиностроении при изготовлении крупных деталей, в легком и среднем машиностроении при использовании многоцелевых станков, а также на автоматных участках изготовления несложных деталей.

Рядный и гнездовой варианты расположения станков характерны для групповых поточных линий, где в зависимости от степени синхронизации работа может осуществляться, как на переменнo-поточной линии с определенным тактом, или ли-

ния может быть несинхронной - прямочной (рисунок 6.1). Возможны также комбинации указанных вариантов расположения станков внутри одного участка.

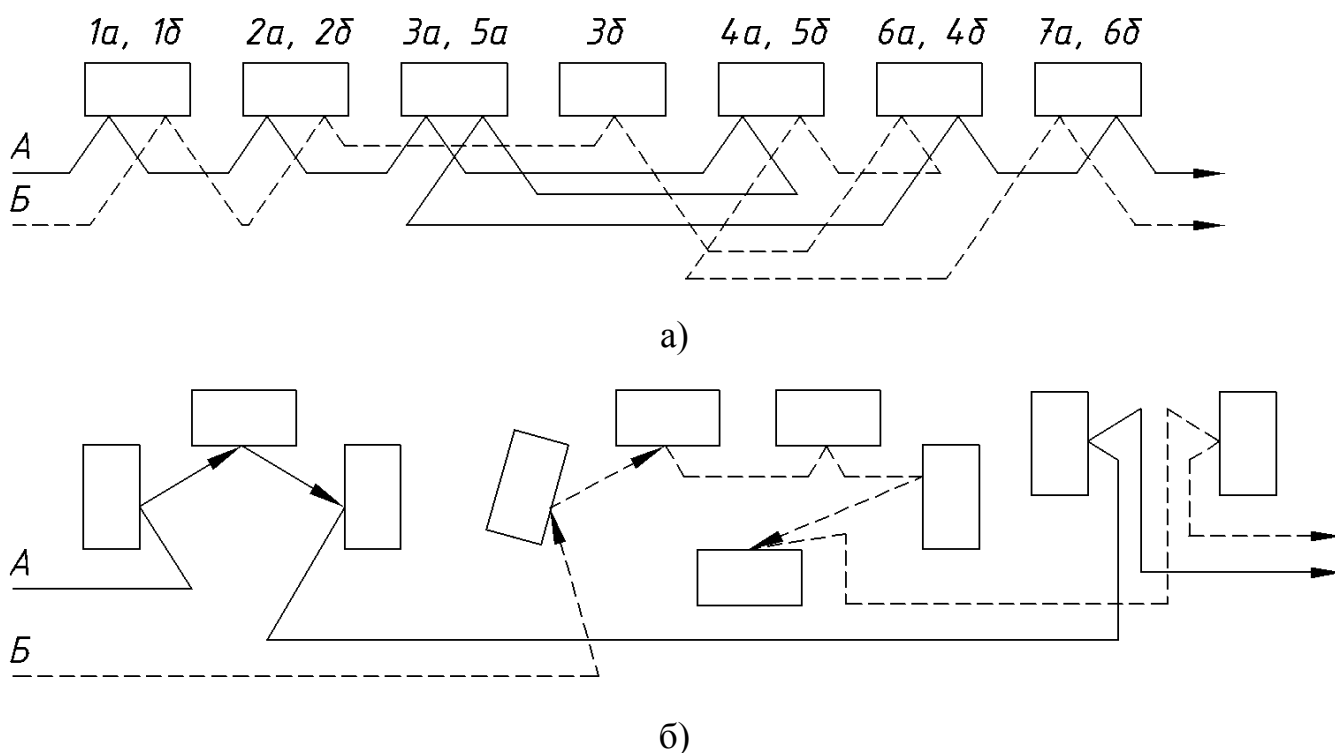


Рисунок 6.1 – Варианты линейного (а) и гнездового (б) размещения станков в групповых поточных линиях

При точечном варианте расположения оборудования, когда перемещение деталей осуществляют со склада к рабочему месту и обратно, рабочие места с наибольшей интенсивностью грузопотока размещают ближе к складу, и наоборот.

Сложнее решить эту задачу для линейного и гнездового вариантов расположения оборудования. При гнездовом варианте размещения оборудования его группируют по предметному, либо технологическому признаку. В первом случае в гнездо собирают оборудование для изготовления определенного типа деталей. Один из вариантов гнездовой планировки показан на рисунке 6.1 б. Стрелками показаны маршруты изготовления деталей двух характерных групп (рисунок 6.1 а).

Некоторое удаление от гнезд двух станков, используемых для финишной обработки, вызвано стремлением уменьшить вредное влияние вибрации вследствие работы станков, выполняющих черновую обработку.

При размещении станков гнездами по технологическому признаку создают

группы однотипных станков в соответствии с ходом технологического процесса характерных деталей.

6.3 Последовательность выполнения задания

1 Подгруппе выдается задание в виде чертежей деталей, объема выпуска в год и трудоёмкость.

2 Определяется состав основного оборудования для обработки заданной номенклатуры деталей.

3 Рассчитывается число станков по каждому типоразмеру оборудования для каждой операции обработки заданной детали.

4 Определяется производственная площадь участка по показателю удельной площади.

5 Выбирается оптимальный вариант размещения станков для поддетально-специализированного участка.

6.4 Содержание отчета

1 Состав основного оборудования для обработки заданной номенклатуры деталей.

2 Расчёт числа станков по каждой операции обработки заданной детали.

3 Расчёт производственной площади участка по показателю удельной площади.

4 Схема размещения станков относительно транспортных средств.

6.5 Контрольные вопросы

1 В чем особенность определения количества основного оборудования в непоточном производстве?

2 Что необходимо знать для расчета количества основного оборудования?

3 Как определяют количество станков при детальном проектировании цехов и участков серийного производства?

4 Как определяется производственная площадь цеха (участка)?

5 Какие возможны варианты расположения станков на предметно-замкнутых (поддетально-специализированных) участках, как размещено оборудование в каждом из них и область применения?

6 Как группируют оборудование при гнездовом варианте размещения?

Список использованных источников

1 Тимирязев, В. А. Основы технологии машиностроительного производства: учебник / В. А. Тимирязев, В. Н. Вороненко, А. Г. Схиртладзе; под ред. В. А. Тимирязева. - СПб.: Издательство «Лань», 2012. - 448 с.

2 Балашов, В. М. Проектирование машиностроительных производств (механические цеха) : учеб. пособие для вузов / В. М. Балашов [и др.] .- 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 200 с.

3 Схиртладзе, А. Г. Проектирование участков и цехов машиностроительных производств : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.] ; под ред. В. В. Морозова.- 2-е изд., доп. и перераб. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 452 с.