

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра машиностроения и транспорта**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_\_ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОТОЧНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

**Б1.В.09**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Технология машиностроения**

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	5
4.3 Лабораторные работы.....	31
4.4 Семинары / практические занятия.....	31
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	31
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>32</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>33</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>33</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>33</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>33</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.....	34
9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта (курсовой работы), контрольной работы, РГР, реферата .....	38
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>38</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>38</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>39</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>42</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>43</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>44</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является – дать обучающимся основные понятия о поточных линиях в условиях массового и крупносерийного производства, рассмотреть вопросы разработки оптимальных технологических процессов с рациональной степенью концентрации операций в зависимости от объема выпуска, а также вопросы оптимального планирования и организации работы поточной линии.

Задачами изучения дисциплины является:

- развитие способностей осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	<b>знать:</b> - технологии и средства машиностроительных производств; <b>уметь:</b> - участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий. <b>владеть:</b> - навыками выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.
ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции	<b>знать:</b> - компоновку рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; <b>уметь:</b> - участвовать в организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; <b>владеть:</b> - навыками организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения.



## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
<b>1.</b>	<b>Подготовка и организация высокотехнологичного производства</b>	<b>61</b>	<b>7</b>	<b>34</b>	<b>20</b>
1.1	Производственный процесс и принципы его организации	16,5	1,5	11	4
1.2	Организация поточных методов производства.	16	1	11	4
1.3	Партионный и единичный методы организации производства.	5,5	1,5	-	4
1.4	Организационное проектирование гибких производственных производств.	17,5	1,5	12	4
1.5	Организация подготовки производства	5,5	1,5	-	4
<b>2.</b>	<b>Организация вспомогательных цехов и служб предприятия</b>	<b>47</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>37</b>
2.1	Организация ремонтного и инструментального хозяйства	16	4	-	12
2.2	Организация инструментального хозяйства.	16	4	-	12
2.3	Организация энергетического хозяйства, транспортно-материального обслуживания и складского хозяйства.	15	2	-	13
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>57</b>

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

#### Раздел 1. Подготовка и организация высокотехнологичного производства

##### Тема 1.1. Производственный процесс и принципы его организации (Лекция-дискуссия – 1,5 час.)

Основу деятельности промышленного предприятия составляет процесс производства продукции.

Производственный процесс – это совокупность взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов, направленных на изготовление определенной продукции.

Основой всякого производственного процесса является труд как целесообразная деятельность человека, т. е. процесс, совершающийся между человеком и предметами труда. Важнейшая особенность труда человека в процессе производства состоит в том, что он сознательно, заранее обдуманном способом, с помощью определенных орудий труда производит в предмете труда преднамеренные качественные изменения и тем самым превращает его в готовый продукт.

В процессе производства, кроме труда, принимают участие и вещественные элементы процесса труда, т. е. предметы труда и средства труда.

Предметы труда предстают прежде всего в виде сырья и материалов, из которых изготавливается продукт. В производстве применяются и такие материалы, которые не входят вещественно в состав выпускаемой продукции, но потребляются в процессе производства. Например, масло для смазки станка, эмульсия для охлаждения металла в процессе его обработки.

Средства труда – разнообразные материальные средства, при помощи которых человек воздействует на предмет труда: станки, термические печи, молоты, прокатные станы, резцы и т. п. Человек использует физические, механические и химические свойства средств труда для придания предмету труда нужной формы, размера, внешнего вида и новых свойств.

Производственный процесс по своей структуре и содержанию неоднороден: он состоит из многочисленных частичных процессов, которые делятся на основные, вспомогательные, естественные процессы и пролеживание.

Основной процесс (технологический) – процесс производства, изменяющий физические или химические свойства обрабатываемого предмета или расположение одних предметов труда по отношению к другим (сборка).

Вспомогательный процесс способствует протеканию основного процесса. Он характеризуется сохранением свойств предмета труда. Например, проверка качества, транспортировка, упаковка и др.

Естественный процесс – основной процесс, но протекающий без применения труда. Например, остывание металла после его разливки по формам, сушка после покраски, брожение теста и т. п.

Пролеживание – часть процесса производства, когда предмет труда пролеживает, не подвергаясь ни основному, ни вспомогательному процессу в стадии хранения, ожидания обработки, запасов.

Организация производства есть объединение и различного рода сочетание всех элементов и стадий процесса производства, т. е. объединение и сочетание живого труда, средств труда и предметов труда, а также основных, вспомогательных, естественных процессов и пролеживания в пространстве и во времени.

Организация производства осуществляется по разным направлениям. Различают поэлементную, пространственную и временную организацию производства.

Поэлементная организация производства означает сочетание вещественных элементов производственного процесса: живого труда, предметов труда, средств труда.

Пространственная организация производства предполагает расчленение процесса производства на частичные процессы-операции и закрепление этих процессов-операций за производственными звеньями, т. е. по территории предприятия (цехам, участкам, рабочим местам).

Операция – часть производственного процесса, выполняемая на одном рабочем месте (станке, агрегате, стенде). Операция состоит из ряда действий над одним предметом труда или группой совместно обрабатываемых предметов (например, сборка узлов или целого изделия).

Временная организация производства означает сочетание и чередование частичных производственных процессов-операций во времени, т. е. от начала изготовления изделия на первой технологической операции до выпуска готового изделия. Организация производства во времени предполагает определение длительности производственного цикла, т. е. периода времени от начала первой технологической операции до выпуска из производства готовой продукции; согласование сроков начала и конца работы на каждом рабочем месте, производительности рабочих мест и производственных участков.

Внутрипроизводственная организация имеет три уровня;

организацию производства на рабочем месте, что предполагает четкое сочетание элементов процесса труда (труда, средств труда и предметов труда) и определение чередования выполняемых работ;

внутрицеховую (внутристадийную) организацию производства, предполагающую четкое сочетание производственных процессов, протекающих на всех рабочих местах в пределах данного цеха или стадии производства;

межцеховую (межстадийную) организацию производства, предусматривающую сочетание крупных стадий производственных процессов во времени и пространстве. Между этими стадиями производства или цехами, каждый из которых – законченный процесс, могут создаваться крупные цикловые заделы. Поэтому очень важно стремиться к выравниванию пропускной способности смежных цехов, участков.

Организация производственного процесса должна отвечать следующим принципам: пропорциональности, синхронности, непрерывности, параллельности, прямоочности, ритмичности.

Соблюдение принципа пропорциональности означает обеспечение соответствия пропускной способности всех подразделений, т. е. выравнивание выпуска продукции в смежных цехах, на участках и рабочих местах.

Принцип синхронности есть высшая степень пропорциональности производства, она предполагает выравнивание процесса производства по продолжительности операций.

Реализация принципа непрерывности при организации производственного процесса означает, по возможности, сокращение всех перерывов: в работе оборудования, рабочих и в продвижении предметов труда.

Принцип параллельности – расширение фронта работ, т. е. одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса. Степень параллельности измеряется коэффициентом параллельности ( $K_{пар}$ ), который определяется по формуле (2.1).

$$K_{пар} = \frac{T_{ц}^i}{T_{ц, посл}}$$

где  $T_{ц}^i$ ,  $T_{ц, посл}$  – длительность цикла производства, соответственно, при параллельном или параллельно-последовательном виде движения деталей в производстве и последовательном виде.

Прямоочность – продвижение обрабатываемого предмета в одном направлении, т. е. по ходу технологического процесса, что обеспечивает кратчайший его путь от запуска в производство на первую технологическую операцию до выпуска готовой продукции.

Ритмичность характеризуется по-разному, в зависимости от типа производства. Так, в массовом производстве ритмичность производства предполагает равенство объемов производства в равные промежутки времени, например, за каждый час – 5 шт., за каждую смену – 40 шт. Ритмичность в серийном производстве означает повторяемость частных производственных процессов (операций) через равные промежутки времени. В индивидуальном производстве ритмичность означает равенство затрат труда в часах в равные промежутки времени.

Типы производства и их технико-экономическая характеристика.

Предприятия различаются по степени специализации выпускаемой продукции. По этому признаку их можно классифицировать:

предприятия специализированные, т. е. выпускающие один вид продукции (автомобильные, тракторные, подшипниковые);

универсальные – с широкой номенклатурой выпускаемой продукции или производимой работы (инструментальные, ремонтные);

смешанные (станкостроительные, моторостроительные),

Степень специализации предприятий обуславливает масштабы производства одноименной продукции, которые, в свою очередь, определяют тип производства предприятия. Так, в зависимости от масштабов производства различают массовое, серийное и индивидуальное производство.

В массовом производстве за предприятием и его звеньями закрепляется изготовление однотипной продукции в больших количествах. Это создает возможность построить предприятие по предметному принципу, что сокращает потери, связанные с переналадкой оборудования.

При серийном производстве отдельные виды продукции изготавливаются сериями, которые периодически могут повторяться. В соответствии с размером серий различают крупносерийное, среднесерийное и мелкосерийное производство. Размер серий для отнесения предприятия к крупно-, средне- или мелкосерийному производству зависит от отрасли производства и может существенно колебаться.

Мелкосерийное производство характеризуется изготовлением оригинальных узлов и деталей в небольших количествах. Крупносерийное производство характерно для обувной, швейной промышленности, многих процессов производства в машиностроении. Показателем серийности производства служит коэффициент серийности  $K_c$  (см. формулу 2.2).

$$K_c = \frac{D_{оп}}{C_{об}}, \quad (2.2)$$

где  $D_{оп}$  – общее число деталиеопераций, выполняемых на участке или в цехе;

$C_{об}$  – число единиц оборудования, действующих на этом участке или в цехе.

На практике применяются следующие значения коэффициентов серийности:

мелкосерийное производство 20-40;

среднесерийное производство 5-20;

крупносерийное производство 3-5.

К индивидуальному производству относятся предприятия с широкой номенклатурой изделий, выпускающие неповторяющуюся продукцию, с загрузкой рабочих мест различными операциями.

Самый эффективный тип производства – массовый, но его внедрение предполагает наличие производства однородной продукции в больших масштабах, что не везде возможно. Поэтому при отсутствии условий для организации массового производства на предприятии в целом следует стремиться его организовать на отдельных участках путем стандартизации и нормализации отдельных частей продукции (деталей, узлов) и унификации технологических процессов.

#### Формы организации производства

Направления организации производства представляют собой различные функциональные, пространственные и временные сочетания и связи вещественных и личных факторов производства.

В функциональном аспекте организацией производства является совокупность форм обобществления труда и организации производства, что находит выражение в таких формах, как концентрация, специализация, кооперирование и комбинирование производства.

В пространственном аспекте организация производства выступает в видах производственной структуры и формах построения цехов и производственных участков.

Во временном аспекте организация производства находит выражение в методиках организации производственных процессов и формах взаимосвязи различных частичных процессов (поточный, партионный, единичный).

Все названные направления организации производства тесно связаны и, взаимодействуя, образуют единую систему.

Различают общественные и внутрипроизводственные формы организации производства.

Общественная организация производства предусматривает разделение и сочетание деятельности целых производственных коллективов (заводов) и включает отраслевую специализацию производства, специализацию предприятий, концентрацию, комбинирование производства на отдельных предприятиях и кооперирование между ними.

Внутрипроизводственные формы организации производства предполагают разделение и кооперацию труда внутри производственных звеньев: специализацию цехов, производственных участков, рабочих мест, кооперирование между ними.

Концентрация – увеличение размеров выпускаемой продукции на одном предприятии. Высокий уровень концентрации характерен для тяжелого машиностроения. К числу таких относится, например, Уралмашзавод, в состав которого, кроме завода тяжелого машиностроения, входит ряд обслуживающих и вспомогательных производств, а также научно-исследовательских и проектно-конструкторских подразделений. Концентрация производства имеет разные формы:

агрегатная – увеличение единичной мощности оборудования;

технологическая – увеличение размеров установленной мощности технологически однородного оборудования как за счет увеличения единичной мощности оборудования, так и за счет увеличения количества единиц однотипного оборудования;

заводская концентрация – увеличение размеров предприятий как за счет роста размеров однородных производств, так и за счет увеличения количества разных производств внутри предприятия, а также путем административного объединения нескольких предприятий в одно.

Специализация – сосредоточение деятельности предприятий на выпуске определенных видов изделий. Например, специализация завода на выпуске подшипников, станков, обуви и т. п. Специализация внутри предприятия выражается специализацией отдельных цехов, участков, рабочих мест. Например, на подшипниковом заводе это цехи по выпуску шариковых подшипников, роликовых подшипников; на обувной фабрике – цехи детской, мужской, женской обуви и т. п.

Специализация, в свою очередь, может быть не только предметной, но и технологической. Например, на литейном заводе выделяют цехи цветного литья, стального, чугуна и т. п. Различают и поддетальную специализацию, когда цехи (участки) специализируются на выпуске отдельных деталей. Например, на подшипниковом заводе, в цехе шариковых подшипников создаются участки колец, шариков и т. п.

Кооперирование – процесс установления длительных производственных связей между предприятиями или его звеньями, что возможно только при высокой концентрации производства и устойчивой специализации.

Различают три вида кооперации: агрегатное кооперирование, подетальное, технологическое.

При агрегатном кооперировании предприятие (цех), выпускающее сложную продукцию (например, автомашину, металлообрабатывающий станок), в порядке кооперирования с другого предприятия (цеха) получает генератор, электромотор и т. п.

При подетальном кооперировании завод (цех) для сборки изделия получает от другого завода (цеха) отдельные детали, узлы. Например, карбюраторы, радиаторы на автомобильном и тракторном заводах.

При технологическом кооперировании завод (цех) получает от другого завода (цеха) полуфабрикаты. Например, пряжу на ткацкую фабрику, поковки, отливки на машиностроительные и другие предприятия.

Комбинирование – соединение на одном предприятии производства продукции, представляющего собой либо последовательные стадии обработки сырья (например, выплавка чугуна, переделка чугуна в сталь, изготовление из стали каких-либо изделий), либо производств, играющих вспомогательную по отношению одного к другому роль (например, обработка отходов, побочных продуктов, предметов упаковки и т. п.).

Исходя из этого различают три формы комбинирования: последовательной переработки сырья, использования отходов, комплексной переработки сырья. Последнее особенно важно для химических и нефтехимических предприятий, так как комплексность переработки сырья предполагает углубление процесса производства, что ведет к увеличению объема конечных продуктов производства без дополнительного сырья. Высокая степень комбинирования производства характерна для металлургической, нефтеперерабатывающей и химической промышленности. На таких предприятиях побочные производства по масштабам превосходят основное производство.

Производственная структура, факторы, ее определяющие

Организация производства в пространстве находит проявление в видах производственной структуры и формах построения производственных участков, цехов, предприятий, т. е. производственная структура – форма организации производственного процесса, а именно количество, состав и размещение производственных звеньев (цехов, участков) и характер производственных связей между ними. К производственным звеньям относятся основные и вспомогательные цехи, обслуживающие хозяйства, участки.

Цех – административно обособленное подразделение, выполняющее определенные функции, обусловленные характером разделения и кооперации труда.

Производственный участок – совокупность рабочих мест, где коллектив рабочих выполняет либо определенный этап производственного процесса, либо часть выпускаемой цехом продукции.

Существуют различные виды производственной структуры: технологической, предметной, смешанной.

Правильный выбор производственной структуры предопределяет эффективность производства. Однако он не может быть произвольным, так как, в свою очередь, обуславливается типом производства, уровнем и формой специализации и кооперирования производства. К факторам, предопределяющим вид производственной структуры, кроме того, относятся характер выпускаемой продукции и технология изготовления.

Каждый вид производственной структуры характеризуется следующими признаками: характером построения цехов и участков, т. е. их специализацией; характером расположения оборудования (по группам, по ходу технологического процесса); характером транспортных потоков.

При технологическом виде производственной структуры все цехи и участки построены по технологическому принципу. Следовательно, оборудование расположено не по ходу технологического процесса, а по группам.

Данный вид производственной структуры самый неэффективный, что связано с неизбежностью частых переналадок оборудования, так как на каждом из них обрабатываются разные виды продукции. Это ведет к пролеживанию деталей в ожидании своей обработки, удлинению цикла производства, снижению фондоотдачи, коэффициента использования оборудования по времени, производительности труда. Кроме того, при технологической производственной структуре нет ответственности за качество конечной (готовой) продукции, так как каждый цех, участок выполняет часть технологического процесса. Возрастают транспортные перевозки, встречные грузопотоки, так как оборудование расставлено не по ходу технологического процесса.

Несмотря на неэффективность такого построения производственной структуры, ее применение неизбежно в индивидуальном производстве, где из-за единичности объекта производства на каждом оборудовании обрабатываются разные виды продукции.

Предметный вид производственной структуры – самый прогрессивный. Но его применение в чистом виде возможно лишь в массовом производстве. Все цехи и участки специализируются по предметному принципу, что позволяет расположить оборудование по ходу технологического процесса.

При таком принципе построения цехов появляется ответственность за качество продукции на каждом участке, в цехе, повышается степень использования оборудования, сокращаются пролеживания деталей в процессе ожидания и длительность производственного цикла, транспортные перевозки между рабочими местами, возрастает производительность труда и др. В то же время необходимость в каждом цехе, участке иметь полный комплект оборудования для обработки лишь одного вида продукции может привести к его недогрузке. Поэтому условием организации такого вида производственной структуры является массово-поточное производство.

Самым распространенным видом производственной структуры является смешанный, т.е. предметно-технологический. Он практически применим в производстве любого типа (массовое, серийное, иногда и индивидуальное).

При предметно-технологическом принципе организации производства заготовительные цехи создаются по технологическому принципу. Это связано с тем, что в заготовительных цехах мощное оборудование, на котором производятся заготовки для любого вида продукции, так как в противном случае оно будет недогружено. Обрабатывающие и сборочные цехи создаются по предметному или смешанному принципу в зависимости от массовости выпускаемой продукции.

Достоинства и недостатки рассматриваемого вида производственной структуры соответствуют принципу построения каждого цеха: предметному или технологическому. При выборе вида производственной структуры следует помнить, что он предопределяется условиями производства. Главными здесь являются, прежде всего, тип производства (массовый, серийный, индивидуальный), специализация предприятия (предметная, технологическая или предметно-технологическая), характер и номенклатура выпускаемой продукции.

Основным направлением совершенствования производственной структуры выступает внедрение элементов потока в тех подразделениях (цехах, участках), где это возможно, что позволяет расположить оборудование по ходу технологического процесса со всеми вытекающими из этого положительными последствиями (увеличение степени загрузки оборудования, сокращение длительности производственного цикла, пролеживание деталей в процессе ожидания их обработки перед рабочими местами, рационализация транспортных перевозок и др.).

Критерий экономической эффективности и целесообразности выбора того или иного вида производственной структуры находит выражение в системе технико-экономических показателей. К числу таких показателей относятся:

- состав производственных цехов и обслуживающих хозяйств, их специализация;
- размеры производственных цехов и обслуживающих хозяйств по численности ППП;
- мощность оборудования, стоимость основных фондов;
- удельный вес разных видов специализации цехов, участков (предметных, технологических, предметно-технологических);

соотношение между основными, вспомогательными и обслуживающими подразделениями по количеству оборудования и занимаемым площадям в каждом из них;

- производительность труда и трудоемкость производства;
- длительность производственного цикла изготовления основных видов продукции
- себестоимость основных видов продукции;
- протяженность транспортных маршрутов;
- грузооборот предприятия общий и по видам транспорта; • ряд других показателей, учитывающих специфику отрасли.

## **Тема 1.2. Организация поточных методов производства (Лекция-дискуссия – 1 час.)**

Выбор метода организации производства зависит от конкретных его условий и, прежде всего, от масштабов производства однородной продукции, т. е. от типа производства (массовое, серийное или индивидуальное) и номенклатуры выпускаемой продукции. Принятый с учетом этих условий метод организации производственного процесса затем оказывает существенное влияние на многие экономические показатели работы предприятия, а именно на уровни производительности труда и ритмичности производства, степень непрерывности производственного процесса и, следовательно, на размеры заделов и скорость оборачиваемости оборотных средств, уровень себестоимости продукции, степень загрузки оборудования, на уровень рентабельности, размер прибыли, получаемой предприятием от производства продукции.

Наиболее эффективным является поточный метод организации производства, поскольку при нем обеспечивается более высокий уровень экономических показателей. Однако следует помнить, что его применение возможно не везде, а только в определенных условиях.

Поток – воплощение всех передовых принципов организации производства. Именно поточное производство создает предпосылки для автоматизированного производства. Поточная линия – совокупность специальных или специализированных рабочих мест, расположенных в последовательности технологического процесса и выполняющих определенную его часть.

Поточная организация производства характеризуется следующими признаками:

ограниченной номенклатурой, четкой предметной специализацией рабочих мест, участков с закреплением за ними одной или нескольких операций;

четкой дифференциацией, т. е. разделением производственного процесса на частичные, однопереходные операции или концентрацией операций.

Переход – часть производственного процесса, когда положение детали, инструмента и режим работы станка не меняются. Такой подход позволяет не переналаживать станок при выполнении каждого перехода. А это сокращает простой станка и, следовательно, повышает степень его загрузки.

При концентрации операций вся деталь будет обрабатываться сразу на одном станке. Но каждый переход будет обрабатываться своим инструментом, со своим режимом обработки. Такие станки называются многопозиционными.

Обязательным признаком потока являются расположение оборудования по ходу технологического процесса и передача деталей с операции на операцию – поштучно и небольшими транспортными партиями. К признакам потока относится синхронизация операций, параллельный вид движения деталей, соблюдение установленного ритма.

Инструмент и оборудование на потоке специальные или специализированные. Основная сфера применения потока – массовое производство. Однако на отдельных участках поток может быть организован в серийном производстве, а в определенных условиях – в индивидуальном по изготовлению некоторых массовых деталей, находящихся применение в разных изделиях.

Классификация поточных линий.

Поточные линии могут быть различными по степени специализации. Основных видов потока – два: однопредметный и многопредметный.

Однопредметные возможны лишь при больших масштабах производства, что предполагает постоянный технологический процесс. Они в свою очередь делятся на непрерывные и прерывные.

Непрерывно-поточные линии характеризуются полной синхронизацией операций и регламентированным тактом.

Прерывно-поточные линии характеризуются неравенством операций и такта, вследствие чего возникают простои оборудования. Детали на таких линиях передаются вручную или транспортными партиями, что создает условия для увеличения заделов. Такт на таких линиях – свободный.

За переменнo-поточными линиями, как правило, закрепляется 3-5 видов разных деталей, с различной трудоемкостью обработки. Они обрабатываются поочередно на линии, что приводит к необходимости со сменой деталей переналаживать станки, которые в это время простаивают.

При организации групповых потоков за линией закрепляется группа разных, но близких по технологии деталей. Процесс обработки

на линии в этом случае ведется без переналадки оборудования в отличие от переменнo-поточных линий, по единому технологическому процессу. Это обеспечивается за счет того, что весь процесс и сама линия ориентированы на обработку ведущей детали в данной группе. Все остальные имеют меньше число операций и поэтому ненужные для них в типовом (едином) технологическом процессе пропускают. За ведущую деталь принимается та, которая из группы имеет наибольшее количество операций. Если в составе операций, необходимых для ведущей детали, не хватает какой-либо операции, требуемой для других деталей, то ее добавляют в типовой технологический процесс.

Все поточные линии неоднородны по степени механизации процесса производства. По этому признаку различают:

механизированный поток, при котором осуществляется машинная обработка деталей и ручное выполнение вспомогательных работ (смена деталей, контрольные операции);

поток с преобладанием ручного труда и с механизированным инструментом (например, сборка);

автоматизированный поток, когда все операции выполняются с помощью машины, а управление процессом автоматизировано.

По видам применяемого оборудования различают поточные линии: узкоспециализированные, линии, собранные из агрегатных станков, и роторные, автоматические, линии.

Узкоспециализированные поточные линии целесообразны лишь в массовом производстве. Они более производительны и обеспечивают высокую степень загрузки оборудования, так как практически не переналаживаются. Однако при необходимости смены объекта производства линия ликвидируется, ибо она не может быть приспособлена для обработки других видов продукции.

Агрегатные станки – станки, собранные из стандартных и нормализованных узлов и элементов. Они легко переналаживаются. Следовательно, со сменой объекта обработки такая поточная линия не разбирается. Сами такие станки дешевле узкоспециализированных, так как большая часть деталей для них изготавливается в массовом производстве.

Роторные, автоматические, поточные линии позволяют механизировать и автоматизировать производство немассовых деталей. Они компактны, прогрессивны, дают возможность на одном потоке объединить различные технологические операции. Такая поточная линия движется по кругу с одновременным вращением на ней деталей и инструментов.

По средствам передвижения деталей на потоке различают линии с рабочим конвейером и внешним транспортом. Конвейеры классифицируются следующим образом:

непрерывный – предметы труда и рабочие передвигаются;

пульсирующий (шагающий) – предметы труда движутся, а рабочие находятся на рабочих местах неподвижно, конвейер периодически у рабочих мест останавливается.

При применении на линии внешнего транспорта рабочие стоят на одном рабочем месте, а предмет труда движется. Во время снятия детали с транспорта и установки ее на рабочем месте линия простаивает.

Основные параметры поточной линии.

В зависимости от вида поточных линий, прежде всего по степени их специализации, при проектировании и организации потока делают ряд расчетов.

Исходным показателем при расчете поточных линий является производственная программа выпуска изделий и трудоемкость их изготовления. В первую очередь для поточной линии рассчитывается такт ( $r$ ) по формуле 2.3, т. е. интервал времени между последовательным выпуском с нее двух одноименных деталей или изделий.

$$r = \frac{\Phi_{д} \cdot 60}{N_{зап}}, \quad (2.3)$$

где  $\Phi_{д}$  – действительный фонд времени в часах, равный разности между эффективным фондом времени и регламентированными его потерями;

$N_{зап}$  – программа запуска деталей (изделий) в производство.

Для расчета такта поточной линии берется фонд времени за тот период, на который рассчитана программа производства ( $N_{зап}$ ). Это может быть время смены, месяца, квартала, года.

В цехах, где брак не планируется, т. е. он не является неизбежным, в расчете такта принимается не программа запуска, а программа выпуска.

На линиях с передачей деталей от операции к операции транспортными партиями рассчитывается ритм поточной линии ( $R$ ) формула 2.4.

$$R = r \cdot p, \quad (2.4)$$

где  $p$  – размер передаточной партии.

С целью синхронизации операций при неравенстве продолжительности операций ( $t_{шт}$ ) и такта поточной линии ( $r$ ) рассчитывается необходимое количество станков на каждой операции ( $C_{шт}$ ) по формуле 2.5.

$$C_{шт.расч} = \frac{t_{шт}}{r}, \quad (2.5)$$

Число станков, полученное по данной формуле, называется расчетным. Его затем округляют до целого числа, всегда в сторону увеличения. Применение этого вида синхронизации операций (подбором количества станков) возможно только в том случае, когда  $t_{шт} > r$ .

В этом случае за счет разницы между расчетным количеством станков и реально работающим (принятым) образуются простои оборудования, называемые синхронизационными перерывами. При этом чем больше округление расчетного числа станков, тем больше величина перерывов-простоев в работе оборудования.

Коэффициент загрузки рабочего места ( $K_{зар.р.м}$ ) определяется по формуле 2.6.

$$K_{зар.р.м} = \frac{C_{расч}}{C_{прин}}, \quad (2.6)$$

Коэффициент загрузки всего оборудования на линии, участке, в цехе рассчитывается по формуле 2.7.

$$K_{зар.об} = \frac{\sum C_{расч}}{\sum C_{прин}}, \quad (2.7)$$

При  $t_{шт} < r$ , во избежание простоев рабочих применяют комбинирование операций, т. е. выполнение двух и более операций одним рабочим. При этом возможны два варианта комбинирования.

Первый вариант комбинирования применяют, когда  $t_{шт}$  двух смежных операций меньше такта линии. В этом случае рабочий, закончив все действия над деталью на первой операции, переходит на вторую, а затем возвращается к первой. Например,  $t_{1шт} = 7$  мин,  $t_{2шт} = 3$  мин, такт линии – 12 мин; за суммарное время работы на двух операциях рабочий до окончания такта успевает возвратиться на первую операцию.

Второй вариант комбинирования применяется в том случае когда рабочие места находятся на значительном расстоянии друг от друга. В этом случае рабочий, выполнив все действия над партией деталей и переложив их в задел, переходит на другое рабочее место, где до его прихода уже создан задел, необходимый для работы. В этом случае учитывается период обслуживания линии (время переходов рабочего). Чем меньше это время, тем меньше величина оборотного задела, и наоборот.

Количество станков, которое может обслужить один рабочий, можно определить по формулам 2.8, 2.9.:

$$H_{обсл.л.с.} \leq \frac{t_{маш}}{t_{рлч}} + 1, \quad (2.8)$$

$$H_{\text{обсл.п.с.}} \leq \frac{t_{\text{маш}}}{t_{\text{руч}}} + 1, \quad (2.9)$$

где Нобсл.п.с. – Нобсл.п.с, тмаш, труч, тсинх – соответственно, норма обслуживания при полной синхронизации процесса производства, норма обслуживания при неполной синхронизации, время машинной обработки, время синхронизационных перерывов и время ручное.

$$t_{\text{синх}} = (r \cdot C_{\text{прин}}) - t_{\text{шт}},$$

Например: тмаш = 20 мин, труч = 5 мин. Следовательно, выполнив ручные действия на первой операции (5 мин), рабочий за 20 мин работы станка (тмаш) успеет обслужить еще 4 станка (20 : 5).

Степень занятости рабочих определяется через коэффициент загрузки (см формулу 2.10).

$$K_{\text{загр.раб}} = \frac{t_{\text{зан}}}{r \cdot C_{\text{прин}}}, \quad (2.10)$$

где тзан – время занятости рабочего.

В свою очередь

$$t_{\text{зан}} = t_{\text{руч}} + t_{\text{маш/руч}},$$

Все изложенные выше расчеты поточной линии, за исключением расчета такта, в равной степени пригодны как для однопредметной (непрерывно-поточной) линии, так и для многопредметной (переменно-поточной).

При организации поточной линии самостоятельное значение имеют расчеты конвейера. К ним относятся шаг и длина конвейера, его скорость.

Шаг конвейера (l) – расстояние между центрами двух смежных рабочих мест

Длина конвейера рассчитывается по формуле 2.11.

$$L = I \cdot C_{\text{шт}}, \quad (2.11)$$

Скорость конвейера по формуле 2.12.

$$V = \frac{I(M)}{r(\text{МИН})}, \quad (2.12)$$

Одним из важнейших расчетных нормативов в поточном производстве является задел, необходимый для бесперебойной работы. Назначение и местонахождение заделов различно не только в поточном производстве, но и в партионном, единичном.

Поскольку способы расчета их в зависимости от метода организации производства различны, а некоторые названия совпадают, для более глубокого усвоения этот материал будет изложен комплексно в конце раздела.

### Тема 1.3. Партионный и единичный методы организации производства (Лекция-дискуссия – 1,5 час.)

В отличие от массового производства, где поточный метод организации производства предпочтителен, как более эффективный, в серийном производстве его применение часто нецелесообразно. Широкая и разнообразная номенклатура выпускаемой продукции, неполная специализация рабочих мест и частые переналадки оборудования делают его применение неэффективным. В этих условиях наиболее приемлемым считается партионный метод организации производства.

Суть партионного метода заключается в том, что продукция изготавливается сериями, а запускается в производство партиями, при устойчивом чередовании их во времени. Основными вопросами при организации партионного метода организации производства является выбор размера партии и разработка графика запуска-выпуска продукции.

Характерными чертами партионной организации производства являются:

закрепление за рабочими местами разнообразной номенклатуры или отсутствие такого закрепления;

расстановка оборудования по группам;

оборудование в основном специализированное и универсальное;

большие размеры незавершенного производства из-за межоперационного пролеживания деталей в ожидании обработки всей партии;

последовательный или параллельно-последовательный вид движения деталей в производстве.

Несмотря на то, что партионный метод организации производства наиболее характерен для серийного производства, он может быть применен и в индивидуальном производстве при

групповой организации и в массовом производстве на участках немассового характера.

Основными расчетными нормативами для организации производства партионным методом являются размер партии деталей и периодичность ее запуска-выпуска, длительность производственного цикла и величина заделов. Поскольку нормативы используются для составления календарных графиков производства, т. е. расписаний процесса производства по календарным отрезкам времени, их называют календарно-плановыми нормативами.

Партия деталей – определенное количество одинаковых деталей, обрабатываемых на рабочем месте непрерывно с одной наладкой оборудования, т. е. с однократной затратой подготовительно-заключительного времени.

Определение оптимального размера партии чрезвычайно важно, так как он существенно влияет на такие экономические показатели, как загрузка оборудования и размер незавершенного производства. Так, увеличение размера партии повышает степень загрузки оборудования за счет сокращения числа его переналадок, но увеличивает размеры незавершенного производства из-за пролеживания деталей в ожидании окончания обработки всей партии. Сокращение размера партии увеличивает простои оборудования и, следовательно, снижает его загрузку, но сокращает размер незавершенного производства.

Однако на первом этапе размер партии рассчитывается исходя из соотношения подготовительно-заключительного времени (формула 2.13), т. е. продолжительности наладки станка (тп/з) и времени обработки одной детали в партии (тшт)

$$n_{\text{расч}} = \frac{t_{\text{п/з}} : K_{\text{В.Н.}}}{t_{\text{шт}} : K_{\text{В.Н.}} \cdot K_{\text{Д.П}}}, \quad (2.13)$$

где Кв.н, Кд.п – планируемый коэффициент перевыполнения норм времени и коэффициент допустимых потерь на наладку.

Коэффициент перевыполнения норм времени применяется всегда к показателям, характеризующим затраты времени на производство продукции. Коэффициент допустимых потерь на наладку оборудования берется из справочников. Размеры его колеблются от 0,05 до 0,1 в зависимости от стоимости деталей и сложности обработки. Этот коэффициент показывает максимальное соотношение между временем наладки оборудования и продолжительностью обработки всей партии на данной операции.

Чем выше стоимость деталей, тем при прочих равных условиях больше этот коэффициент и, следовательно, меньше расчетный размер партии.

Размер партии рассчитывается только по ведущей операции, а на всех других он принимается в том же размере. Ведущей операцией считается та, которая требует наиболее продолжительной наладки оборудования, т. е. большее подготовительно-заключительное время.

Однако по данной формуле размер партии рассчитывается только при так называемой наладочной технологии, когда тп/з более получаса.

Когда наладка проста и нетрудоемка (тп/з < 0,5 ч), технология называется безналадочной. Первоначальный размер партии в этом случае рассчитывается иначе. Он принимается равным 0,5-1-сменной выработке деталей на ведущей операции. За ведущую операцию в

данном случае принимается наиболее производительная, т. е. наименее трудоемкая.

Между тем приближение нормативной партии к оптимальному размеру зависит и от других факторов. К их числу относятся сменная выработка, стойкость инструмента, дневная потребность деталей у потребителя, размер обрабатываемых деталей, размер мерной (счетной) тары для укладки деталей, размеры спецприспособлений, применяемых при обработке деталей и др.

Так, расчетный размер партии в последующем корректируется до размера равного или кратного сменной выработке, стойкости инструмента, размеру мерной тары, количеству деталей, равному потребности в них цеха-потребителя.

Расчет размера партии осуществляется только по ведущей операции, но в каждом цехе. Расчет по цехам осуществляется обратно ходу технологического процесса, т. е. от сборочно-выпускного до первого заготовительного цеха. Размер партии в сборочном цехе равен или кратно меньше размера партии в предыдущем цехе при прочих равных условиях. Желательное уменьшение размера партии по мере приближения к выпускаемому цеху связано с ростом стоимости деталей и, следовательно, с увеличением размеров незавершенного производства, что неэффективно.

После определения размера партии деталей (в штуках) рассчитывается периодичность ее запуска-выпуска (партия в днях) по формуле

$$R = \frac{n_{расч}}{N_{сп/сут}}, \quad (2.14)$$

где R, N<sub>сп/сут</sub> – соответственно, периодичность запуска-выпуска партии деталей (в днях) и среднесуточный выпуск этих деталей (в штуках).

Длительность производственного цикла (Тц) – период времени от запуска деталей (изделий) на первую технологическую операцию до выпуска готовой продукции. Данное понятие относится к длительности производственного цикла какого-либо изделия по предприятию в целом. В рамках отдельного цеха, участка это будет период времени от запуска на первую операцию до выпуска деталей (узлов, изделий) в подразделении. Измеряется длительность цикла в рабочих или календарных днях.

Длительность цикла производства важно знать и для составления графиков производства в оперативном планировании.

Рассчитывается длительность цикла в каждом цехе по ведущей детали, за которую принимается деталь с наибольшей продолжительностью цикла обработки, при этом берется в расчет, что все остальные детали выполняются параллельно ей. Длительность цикла изготовления изделия по предприятию в целом равна сумме длительности циклов обработки по всем цехам.

Общая длительность цикла производства определяется по формуле 2.15

$$T_{ц} = \sum \frac{t_{н/з}}{K_{в.н.}} + \frac{(\sum t_{шт} \cdot n) \cdot K_{нр}}{K_{в.н.} \cdot d \cdot p} + \sum T_{ест} + \sum T_{мр} + \sum T_{контр} + \sum T_{уп} + \sum T_{м/он} + \sum T_{м/см} \quad (2.15)$$

где Кв.н – коэффициент, предусматривающий перевыполнение любых норм по труду, следовательно, уменьшающий их размер;

– показатели, характеризующие фронт работ на данной операции и количество одновременно применяемых инструментов на каждом станке;

Кпар – коэффициент параллельности, характеризует отношение цикла обработки при данном виде движения партии деталей в производстве к длительности цикла обработки при самом нерациональном виде движения партии деталей – последовательном. Кпар < 1 всегда.

При расчете длительности цикла производства по формуле можно не прибавлять Т<sub>м/см</sub>, а полученный без его учета результат умножить на коэффициент календарности (Ккал). Он показывает отношение числа календарных дней или смен в году к числу рабочих смен или дней. Этот коэффициент всегда больше 1. Он показывает, насколько возрастет длительность производственного цикла за счет пролеживания деталей в нерабочие дни и смены. Как видно из формулы, на длительность производственного цикла оказывает влияние Кпар через продолжительность обработки партии деталей.

По степени непрерывности различают три вида движения партий деталей в производстве: последовательный, параллельный и параллельно-последовательный,

Последовательный вид движения производства характеризуется передачей партии деталей с операции на операцию только целой партией после того, как каждая предыдущая операция заканчивается над всеми деталями обрабатываемой партии, следовательно, продолжительность процесса изготовления партии деталей при этом виде движения производства будет наибольшей. Она определяется по формуле 2.16.

$$T_{обр.посл} = \sum t_{шт} \cdot n \quad (2.16)$$

где Тобр.посл, шт, n – продолжительность цикла обработки при последовательном виде движения партии деталей, сумма штучного времени по всем операциям и размер партии деталей (в штуках).

Кроме аналитического метода расчета длительности цикла обработки (по формуле) она может быть определена и графически).

Параллельный вид движения производства характеризуется одновременным выполнением всех операций процесса производства и. передачей деталей с операции на операцию поштучно либо равными, сравнительно небольшими транспортными партиями.

При этом виде движения, благодаря одновременному выполнению всех операций на данном участке, достигается наименьшая длительность цикла обработки. Однако его применение целесообразно лишь на участках с синхронизированным процессом производства. В противном случае будут простои оборудования и пролеживание деталей.

Аналитически продолжительность цикла обработки партии деталей при параллельном виде движения производства определяется по формуле 2.17.

$$T_{обр.пар} = \sum t_{шт} + t_{гл} (n - 1), \quad (2.17)$$

где тгл – самая продолжительная (главная) операция.

При полной синхронности операций (например, при t1шт= t2шт= t3шт= t4шт= 5) график параллельного вида движения партии деталей в производстве будет выглядеть следующим образом.

Как видно из графика, при полной синхронности операций нет ни простоев оборудования, ни пролеживания деталей. Но такие условия возникают лишь в массовом производстве при поточной организации производства.

Параллельно-последовательный (смешанный) вид движения производства характеризуется передачей деталей с операции на операцию, в одних случаях поштучно, в других – частями от партии. Это зависит от продолжительности смежных операций. Так, с коротких на более продолжительные операции передача деталей осуществляется поштучно, с более продолжительных на менее продолжительные – частичной партией. Это делается для того, чтобы не допустить простоев оборудования на коротких операциях, следующих за длинными.

Эта величина рассчитывается по каждой паре операций, когда за длинной следует более короткая (формула 2.18):

$$S = (t_{дл} - t_{кор}) \cdot (n - 1), \quad (2.18)$$

Единичный метод организации производства

Под единичным методом организации производства понимается изготовление изделий и деталей небольшими повторяющимися партиями или отдельными образцами. Он характерен для мелкосерийного и опытного производства. Единичный метод организации производства занимает высокий удельный вес в отраслях тяжелого, транспортного и энергетического машиностроения, сложного приборостроения, в судостроении и т. д. С ускорением технического прогресса, созданием уникальных агрегатов доля мелкосерийного и

индивидуального производства относительно повышается. В этой связи особое значение приобретает совершенствование единичной организации производства, более

широкого использования в индивидуальном производстве поточных методов. Отличительными особенностями единичного производства являются следующие:

- а) широкая номенклатура изготавливаемых изделий с большим удельным весом нестандартных, оригинальных узлов и разнообразием работ, выполняемых на каждом рабочем месте;
- б) редкая повторяемость изготовления однотипной продукции или отсутствие повторяемости и невозможность постоянного закрепления операций за рабочими местами;
- в) отсутствие типизированных процессов изготовления изделий, различная последовательность выполнения операций для разных изделий и отсутствие синхронности отдельных операций;
- г) большая трудоемкость и длительность цикла изготовления изделий, комплексность отдельных операций;
- д) относительно большой удельный вес ручных и подгоночных работ, укрупненные методы нормирования;
- е) частая переналадка оборудования и возникновение перерывов в производстве.

В единичном производстве преобладает сложное, часто уникальное, универсальное оборудование, которое располагается технологически однородными группами. Многие виды оборудования используются лишь эпизодически для выполнения определенного вида нерегулярно встречающихся работ. Поэтому загрузка оборудования неритмична, а важнейшей задачей организаторов становится обеспечение равномерного объема работ в соответствующие промежутки времени для рабочих, которые, как правило, могут выполнять несколько операций. Закрепление технологически сходных работ за рабочими местами иногда практически невозможно, поэтому оборудование часто переналаживается. Соблюдение пропорциональности при постоянно меняющейся номенклатуре работ становится важнейшей задачей оперативного планирования производства и поддерживается при помощи равномерного распределения работ во времени. Пространственная пропорциональность, как правило, не выдерживается. Это требует наличия высококвалифицированных наладчиков, которые обеспечивают быструю переналадку оборудования и развитой диспетчерской службы.

Поскольку длительность производственного цикла в единичном производстве значительна (несколько месяцев и даже больше года), при организации производственного процесса очень важно обеспечить непрерывное движение предметов труда; запасы полуфабрикатов, узлов практически не создаются либо создаются только по унифицированным и нормализованным узлам. Технологический принцип специализации производственных звеньев предполагает многоразовое встречное движение предметов труда в процессе их обработки, что нарушает прямоточность производства.

В единичном производстве, как правило, достаточно высок удельный вес ручных доводочных работ. В этой связи задачей служб организации и нормирования труда является правильное чередование труда и отдыха на ручных работах, широкое использование механизированных приспособлений, инструментов и оснастки.

Поскольку единичное производство занимает значительный удельный вес во многих отраслях промышленности, необходимо повышать его эффективность. С этой целью проводятся специальные работы по подготовке производства новой продукции и в процессе ее изготовления.

#### Заделы

Заделом называется остаток в производстве начатой, но не законченной изготовлением продукции в натуральном выражении различной степени готовности.

Задел в стоимостном выражении называется незавершенным производством.

Для организации бесперебойного, равномерного и комплектного выполнения производственной программы необходимо установление нормативных заделов, величина которых должна быть достаточной при данных технических и организационных условиях производства. Наличие в производстве таких заделов обеспечивает ритмичную работу участков, цехов и предприятия в целом.

Несмотря на неоднородность задела, при всех условиях его величина зависит от двух факторов: объема производства и длительности производственного цикла или его части. Поэтому укрупненно задел (З) определяется по формуле 2.19.

$$Z = N_{cp/cym} \cdot T_{ц}, \quad (2.19)$$

где  $N_{cp/cym}$  – среднесуточный выпуск продукции;  $T_{ц}$  – длительность производственного цикла.

Так, задел на рабочем месте зависит от количества деталей, узлов, находящихся одновременно на всех рабочих местах, и продолжительности обработки на каждом рабочем месте, задел на транспорте – от количества деталей, одновременно находящихся на транспорте, и продолжительности пребывания деталей на нем, задел на контроле – от количества деталей, одновременно находящихся на контроле, и продолжительности контроля.

Как видно из изложенного, количество деталей, находящихся на рабочем месте, транспорте, контроле – часть производственной программы ( $N_{cp/cym}$ ), а продолжительность обработки, транспортировки и контроля – часть производственного цикла.

Цикловой, страховой задел на потоке создается после операций, где возможен брак, после изношенных уникальных станков, выход из строя которых неизбежно приведет к остановке производства, и перед "узкими" рабочими местами, так как в случае нарушения их питания перекрыть снижение производительности на последующих операциях сложно. Величина межоперационного страхового задела в этих случаях определяется опытным путем, обычно не более 5-дневной потребности.

Оборотный цикловой задел может быть создан как межоперационный, так и межлинейный. Способ расчета его одинаков. Величина этого задела зависит от различия в производительности смежных рабочих мест или смежных поточных линий. Расчет его ведется по формуле 2.20

$$Z_{об} = \left( \frac{T \cdot n}{t_{ум}} \right)^{под} - \left( \frac{T \cdot n}{t_{ум}} \right)^{потр} \quad (2.20)$$

где  $Z_{об}$  – оборотный цикловой задел;

$T$  – время совместной работы смежных рабочих мест (линий),

т. е. период времени, за который определяется величина задела;

$n$  – количество параллельно работающих станков на данном рабочем месте;

$t_{шт}$  – время обработки одной детали – штучное время;

под, потр – подающее и потребляющее рабочие места (линии).

Значение в скобках формулы – производительность рабочего места (линии), соответственно, подающего и потребляющего. Разность в производительности каждой смежной пары рабочих мест (линий) – задел. Он может быть со знаком плюс и со знаком минус. Первое означает, что в начале совместной работы задел был равен нулю, к концу работы его величина будет равной расчетной, т. е. оборотный задел – величина нестабильная, она в течение времени совместной работы меняется, в данном случае нарастает.

Расчетный задел с минусом означает, что задел в таком размере должен быть создан до начала совместной работы, ибо подающее рабочее место (линия) менее производительное, чем потребляющее. Во избежание простоя потребляющего рабочего места (линии) и создается задел. К концу времени совместной работы такой задел равен нулю

Цикловой задел при партионной организации производства ( $Z_{ц,парт}$ ) создается целиком и только в целых партиях. Расчет ведется по формуле 2.21.

$$Z_{ц,парт} = \frac{T_{ц}}{R}, \quad (2.21)$$

где  $R$  – периодичность запуска-выпуска партии деталей, дн.

Складской (межцеховой) задел. Складской задел создается с целью обеспечения бесперебойного хода производства в цехах, в тех случаях, когда производство в одном из двух или обоих смежных цехах ведется партионно., складской задел бывает страховой и

оборотный.

Величина страхового складского задела находится в зависимости от двух факторов: периодичности запуска партий деталей и длительности цикла производства цеха-поставщика. Чем больше величина этих двух показателей, тем больше должен быть размер страхового задела на складе. Величина этого задела обычно определяется опытным путем, исходя из практики и по возможности он должен быть минимальным.

Образование оборотного складского задела имеет место в трех случаях:

- а) когда в цехе-поставщике работа ведется партионно, а в цехе-потребителе – поточно;
- б) работа в двух смежных цехах ведется партионно с различной периодичностью изготовления деталей и различными размерами партий, различными сроками сдачи продукции на склад и взятия со склада;
- в) работа в двух смежных цехах ведется партионно с одинаковой периодичностью изготовления партий деталей, одинаковыми размерами партий, но при наличии разрывов в сроках сдачи на склад и запуска в производство партий.

Причинами, влияющими на величину оборотного складского задела между двумя цехами-смежниками, работающими партионно, являются это – различия в размерах партий, в периодичности их изготовления и различия в первых сроках сдачи продукции на склад и взятия ее со склада. Чем больше разрыв между любым из данных трех показателей, тем больше задел, что конечно негативно для экономики предприятия. С целью рациональной организации производства эти три параметра между цехами-смежниками надо по возможности сближать.

#### **Тема 1.4. Организационное проектирование гибких производственных производств (Лекция-дискуссия – 1,5 час.)**

В предыдущих главах было уделено внимание основам организации поточного производства и расчетам параметров различных видов поточных линий (одно-, многопредметные, групповые, комплексно-механизированные). Упомянутые виды поточного производства являются классическим воплощением принципов организации производства, как-то: последовательность, прямоточность, параллельность, непрерывность, закреплённость операций за рабочими местами с их специализацией, ритмичность, автоматичность. В соответствии с этими принципами организовано производство в пределах участка, цеха, пролета и предприятия в целом в условиях серийного, крупносерийного, массового производства.

Поточные линии различного назначения выступают основой автоматизации современного производства на предприятии. Они обладают следующими достоинствами: обеспечивают повышение производительности труда, сокращают длительность производственного цикла изготовления изделий, ускоряют оборачиваемость оборотных средств за счет уменьшения размеров незавершенного производства, улучшения использования основных фондов и капитала, увеличения выпуска продукции в единицу времени с единицы оборудования или квадратного метра площади, а также приводят к улучшению качества продукции, снижению издержек производства и трудоемкости изготовления продукции, потерь от брака, к уменьшению накладных расходов на единицу продукции, благодаря ее выпуску в больших масштабах.

До недавнего времени указанные достоинства являлись главными предпосылками по организации автоматизированного производства продукции машиностроительного, электротехнического, энергетического, продовольственного профиля, однако с переходом на рыночные условия хозяйствования эти преимущества по массовому выпуску в больших масштабах продукции, характерной для советской экономики, исчезли. Они базировались на внедрении достижений научно-технического прогресса при стабильном производстве неконкурентоспособной по отношению к передовым странам мира продукции, обеспечивающей растущие потребности большинства населения страны.

Под воздействием изменений спроса, возросшего удовлетворения потребностей населения в высококачественных товарах и услугах применявшиеся ранее технические и организационные формы создания автоматизированных производств оказались тормозом в развитии выпуска конкурентоспособной продукции из-за динамично меняющейся конъюнктуры рынка, усиления конкурентной борьбы как на внутренних, так и на внешних рынках России.

Капитальные вложения в создание автоматических линий, характерных для массового выпуска продукции, оказались непомерно высокими для быстро меняющихся условий рыночной экономики при изготовлении одного или нескольких однотипных видов изделий; их воспроизводство в динамично изменяющихся условиях рыночной экономики России стало невыгодным вследствие неопределенности инвестиций в средства автоматизации из-за частых конструктивных и технологических изменений объектов производства. Эта экономическая необходимость, присущая рыночной системе хозяйствования, вызвала разработку и создание гибких производств с их встраиванием в действующие производственные системы. Назовем достоинства гибких производств:

незначительные инвестиции на перенастройку автоматизированного оборудования с выпуска продукции одного вида на другой, пользующийся повышенным спросом на товарном рынке у потребителя;

создание конкурентоспособных форм организации производства, позволяющих расширить выпуск продукции более дешевой и качественной за счет сокращения издержек производства. При этом используются преимущества виолетной формы инвестиций, при которой достигается значительное сокращение издержек производства по сравнению с предприятиями- конкурентами путем организации массового выпуска доброкачественной, недорогой продукции;

возможность возместить инвестиции в создание нововведений (в конструкцию, технологию, организацию производства) за счет привлекательности товара, его рекламирования по удовлетворению требований потребителя. В этом случае используется коммутантная форма инвестиций в организацию гибкого производства, максимально удовлетворяющая незначительные по объему (локальные) потребности. Небольшие по мощности гибкие производства успешно конкурируют с виолетной стратегией инвестиций в организацию производства и позволяют им процветать на рынке за счет гибкости производства, конкурентоспособности товаров в стратегическом их развитии по удовлетворению требований покупателя;

создание производств по сервисному обслуживанию нововведений за счет привлечения высококвалифицированных кадров с организацией конкурентоспособных служб, обеспечивающих качественную эксплуатацию сложных технических систем (компьютерной, оргтехники, теле-, радиоаппаратуры);

более динамичная и ускоренная возможность переналадки оборудования, используемого в гибком автоматизированном производстве (вращающиеся центры, станки с ЧПУ, гибкие модули,

роботы, манипуляторы) при изменении структуры конструкции и технологии производства;

использование преимуществ маркетинговых исследований для прогнозирования выпуска новых товаров и заблаговременной подготовки производства продукции повышенного спроса. Маркетинговый анализ позволяет своевременно предсказать изменения в производстве с целью его реорганизации в соответствии с изменяющимися условиями рыночных отношений;

обеспечение мобильности использования производственных мощностей, капитала при всех формах инвестиций (виолетной, потентной, коммутантной, эксплерентной) для выпуска новых изделий взамен продукции нерентабельной и не пользующейся спросом;

разработка и внедрение методологических основ организации производства с использованием автоматизированного оборудования, информационных технологий для обоснования объемов и масштабов гибкого производства под воздействием изменений спроса и предложения на рынке товаров;

разработка и осуществление мероприятий по стабильной и устойчивой деятельности предприятия, организованного на использовании гибких производств.

Главным направлением организации производственных структур фирм, АО и предприятий является создание гибких автоматизированных производств в рыночных условиях. Гибкость как принцип организации служит основанием для совершенствования производственных структур управления предприятием, его отличия от автоматического производства заключаются в создании комплекса гибких автоматизированных линий и производств, обеспечивающих удовлетворение требований изменения и расширения номенклатуры выпускаемых изделий, а также использующих достижения автоматического управления, электроники, механики, автоматических вычислительных средств, что позволяет адаптироваться к изменениям организации производства, вызванным воздействием спроса и предложения на товарном рынке.

Производство, основанное на принципах гибкости и автоматизации, широко используется на самарских предприятиях при изготовлении кабельной, подшипниковой продукции, а также в АО "Гидравлика" при изготовлении гибких металлических трубопроводов, компенсаторов и сильфонов для различных отраслей промышленности России и стран СНГ.

Для организации изготовления подобной продукции вначале формируется портфель заказов по хозяйственным договорам на выпуск продукции различного конструктивного и технологического исполнения в соответствии с запросами потребителей. Подобным образом организовано гибкое производство гофрированных трубопроводов для авиационной, ракетной, машиностроительной техники, в котором исходным материалом является тонкостенная труба, нержавеющей лента, разрезаемая на полосы для получения тонкостенных гофрированных оболочек диаметром от 6 до 100 мм на специальном автоматическом оборудовании, скомпонованном в автоматизированные поточные линии с рабочими местами от резки ленты до упаковки трубопроводов потребителю. Данное производство позволяет в сжатые сроки по заказам потребителей обеспечивать предприятия гибкими металлическими трубопроводами на различное давление, работающими в агрессивных средах.

Упомянутые разновидности гибких производств включают автоматизированные модули по отдельным операциям и гибкие автоматизированные линии по изготовлению названных изделий с использованием комплексно-автоматизированных технологических процессов. Достоинством представленных видов гибких производств является обеспечение как российской, так и других стран мира конкурентоспособной продукцией с удовлетворением изменяющихся условий рынка по срокам, объемам и конструктивным исполнениям.

Задачами организации гибкого производства выступают следующие:

переход действующего производства к использованию принципов гибкой организации для выпуска новой конкурентоспособной продукции с применением автоматизированных технологических линий и систем управления, отвечающих требованиям НТП и рыночных отношений;

проведение системного технико-экономического анализа процессов производства, управления реализацией продукции на предприятии. В подобном производстве должно использоваться переналаживаемое оборудование с программным обеспечением оптимизации управления материальными, производственными процессами, связанными с выпуском продукции;

применение в гибких производственных системах робототехники с программными, адаптивными, интеллектуальными системами управления техническими системами, облегчающими, удешевляющими процессы производства, а также проектирование и создание новых производств;

сочетание в гибких производственных системах автоматизации, механизации производственных процессов с автоматизацией интеллектуального труда человека, основанной на теории менеджмента, маркетинга, кибернетики, логистики, а также применения информационных технологий и компьютерной техники с использованием экономико-математических методов обоснования новых конструкций, технологий и организации их управления;

направленность разработки и внедрения гибких автоматизированных систем на повышение производительности труда, сбережение природных, материальных, трудовых, финансовых ресурсов при изготовлении, реализации продукции различного назначения под влиянием изменения спроса и предложения на товарном рынке;

удовлетворение разработки и внедрения гибких производственных систем требованиям экологически безопасных технологических процессов изготовления изделий как для внутреннего, так и внешнего рынка.

Классификация гибких производств

Для классификации гибких производств используются следующие исходные данные и положения:

номенклатура изделий сборочных единиц деталей изменяется в зависимости от объемов заказа в соответствии с заключенными договорами;

совершенствование конструкции изделия (технической системы) осуществляется по требованию потребителей, которые, в свою очередь, влияют на изменение технологического процесса изготовления изделия;

состав и состояние основного, вспомогательного оборудования определяются с учетом необходимости изменения номенклатуры изделий;

гибкость производства проявляется в его свойстве переходить в пределах технических, технологических возможностей из одного работоспособного состояния в другое для исполнения очередного задания либо оказания услуги потребителю.

На основании данных положений различаются такие виды гибкости, как производственная, технологическая, интерактивная. Все эти виды образуют понятие гибкости производственной системы, адаптирующейся к изменяющимся условиям рынка.

Производственная гибкость дает возможность обеспечить расширение выпуска допустимого множества наименований изделий, т. е. изменение перечня выпускаемых изделий позволяет производственной системе видоизменяться по выпуску новой продукции без существенной перестройки производства.

Производственная гибкость основывается на технологической изменчивости основного, вспомогательного оборудования для создания технологических процессов, обеспечивающих нововведения за счет его переналадки для удовлетворения требований потребителей и производителей.

Операционная гибкость характеризует производство, его свойство приспосабливаться к расширению либо уменьшению номенклатуры изделий по объемам, срокам выпускаемой продукции.

Интерактивная гибкость производства заключается в использовании интеллектуальных возможностей функционирования пользователя и разработчика гибких систем в новых условиях изменения ассортимента продукции, производственных мощностей предприятия в зависимости от сложности и характера выпускаемой продукции.

Перечисленные свойства, характеризующие гибкость производственных систем, образуют многоуровневую структуру организации производства. В этой связи признаками классификации гибкости могут быть следующие:

по степени массовости производства: гибкость применительно к условиям единичного, серийного, крупносерийного, массового производства под влиянием изменения спроса и предложения на товарном рынке;

по уровню механизации, автоматизации производства: механизированные, комплексно-механизированные, автоматизированные, комплексно-автоматизированные основные, вспомогательные, транспортные, обслуживающие процессы производства;

по характеру применяемой технологии, оборудования и оснащения: производства с использованием станков-автоматов, робототехнических систем, манипуляторов, созданных на базе прогрессивной технологии и передовых форм организации производства, групповых, технологических процессов, конструктивно-унифицированных рядов изделий;

по производственно-организационным признакам: гибкий производственный модуль (ГПМ) как основная ячейка гибкой производственной системы (станок с ЧПУ, системой контроля и управления основным и вспомогательным оборудованием в виде промышленного робота или манипулятора с накопителями заготовок, деталей и системой уборки отходов); гибкая автоматизированная линия (ГАЛ), состоящая из гибких производственных модулей (роботов); гибкий автоматизированный участок (ГАУ), состоящий из нескольких гибких автоматизированных линий с возможностью их перенастройки; гибкий автоматизированный цех (ГЦ), состоящий из различных сочетаний гибких автоматизированных линий, гибких производственных модулей, манипуляторов; роботизированный технологический комплекс (РТК), функционирующий как единица технологического оборудования (промышленного робота, средства оснащения), осуществляющая многократные циклы при изготовлении изделий.

Для функционирования в гибкую производственную систему наряду с перечисленными ГПМ, ГАП, ГАУ, ГЦ, РТК входят автоматизированная складская, транспортная, инструментальная системы, механизированная система уборки отходов, система автоматизированного контроля.

Все перечисленные системы управляются с помощью пакетов прикладных программ, обеспечивающих информационное, технологическое, организационное регулирование материальных, трудовых, финансовых ресурсов и потоков, а также оптимизацию использования производственных фондов и капитала. Подобное функционирование гибких производственных систем осуществляется на предприятиях с различными формами собственности.

Определение параметров гибких автоматизированных производственных систем

Глоссарий понятий и параметров гибких производственных систем, относящихся к их проектированию и созданию, вмещает в себя следующее: изменение ассортимента и перечня объема продукции, производительность, производственную мощность, коэффициент ее использования (загрузки), темпы выпуска продукции, ритм, количество оборудования различного назначения, численность обслуживающего персонала, загрузку оборудования при последовательном, параллельном видах движения предметов труда, грузооборот, количество транспортных средств, их скорость, издержки производства и реализации продукции, изменение цены, прибыли, рентабельности производства изделий, устойчивость предприятия, конкурентоспособность производства и продукции.

Основной ячейкой гибкой производственной системы является гибкий автоматизированный модуль, от которого зависит производственная мощность линии, участка, цеха. Ведущим параметром гибкой автоматизированной линии выступает технологическая, цикловая и фактическая производительность.

Технологическая производительность ( $P_T$ ) определяется как величина, обратная времени обработки изделия, по формуле 2.22.

$$P_T = \frac{1}{t_{p.x}}, \quad (2.22)$$

где  $t_{p.x}$  – время рабочего хода (трудоемкость изготовления изделия на одной операции).

Цикловая производительность ( $P_{ци}$ ) рассчитывается как величина, обратная длительности рабочего цикла ( $T_{ци}$ ), включающая время рабочих ( $t_{p.x}$ ) и холостых ходов модуля ( $t_{x.x}$ ), по формуле 2.23.

$$P_{ци} = \frac{1}{T_{ци}} = \frac{1}{t_{p.x} + t_{x.x}}, \quad (2.23)$$

Фактическая производительность ( $P_{ф}$ ), вызванная различными причинами простоев, составляет долю от цикловой производительности. Вычисляется по формуле 2.24.

$$P_{ф} = \alpha \cdot P_{ци}, \quad (2.24)$$

где  $\alpha$  – отношения длительности рабочего цикла к сумме времени рабочих, холостых ходов и внецикловых простоев ( $T_{п}$ ). Находится по формуле 2.25.

$$\alpha = \frac{T_p}{T_p + T_{п}} = \frac{T_{ци}}{(t_{p.x} + t_{x.x}) + T_{п}}, \quad (2.25)$$

Производительность ГАЛ определяется как величина, обратная сумме рабочего цикла, внецикловых простоев и времени холостых ходов.

Ритм выпуска изделия ( $r$ ) как интенсивность производства вычисляется отношением фонда времени работы оборудования в смену ( $T_c$ ) к количеству изделий, подлежащих выпуску ( $N_{ci}$ ), по формуле 2.26.

$$r = \frac{T_c}{N_{ci}}, \quad (2.26)$$

Темп рассчитывается как величина, обратная ритму. Количество оборудования ( $C_{oi}$ ) определяется в зависимости от вида движения изделий во времени (см. формулу 2.27). При последовательном виде движения изделий оно находится отношением времени выполнения операции ( $t_{ei}$ ) к ритму:

$$C_{oi} = \frac{t_{ei}}{r}, \quad (2.27)$$

Коэффициент загрузки оборудования определяется отношением трудоемкости изготовления изделия к количеству оборудования на одной операции и эффективному коэффициенту использования времени работы оборудования по формуле 2.28.

$$K_s = \frac{T}{C_{oi} \cdot \eta} \quad (2.28)$$

где  $T$  – трудоемкость изготовления изделия;

$\eta$  – коэффициент использования времени работы оборудования. При параллельном виде движения коэффициент загрузки оборудования рассчитывается отношением времени изготовления партии изделий к эффективному фонду времени работы оборудования.

Производственная мощность вычисляется произведением частных производительностей отдельных агрегатов и интенсивности транспортного потока.

Количество транспортных средств устанавливается отношением затрат времени на погрузочно-разгрузочные работы к скорости транспортирования.

Представленные параметры и расчетные формулы определения основных характеристик гибких автоматизированных производств составляют основу проектирования отдельных модулей поточных линий, участков, цехов предприятий. Данная работа выполняется по результатам технико-экономического обоснования перевода имеющегося производства на использование технологического, транспортного оборудования, информационно-вычислительной техники, применяемых в гибких автоматизированных производственных системах.

Проектирование и создание гибких производственных систем развивается по двум направлениям: 1) за счет создания гибких производств на основе имеющегося универсального, многоинструментального оборудования (обрабатывающих центров, металлорежущих станков с ЧПУ), объединенных транспортно-накопительной сетью с использованием компьютерной техники и информационных технологий; 2) за счет создания гибких производственных систем на базе использования специализированных гибких производственных модулей, роботов, манипуляторов, агрегатных станков-автоматов, автоматических линий с автоматизированной системой управления.

Эффективность гибких производственных систем

Разработка и внедрение гибких производственных систем требуют значительных капитальных вложений на всех стадиях жизненного цикла данного вида производства, а это, в свою очередь, должно сопровождаться тщательным технико-экономическим обоснованием нововведений с определением экономического эффекта на каждой стадии жизненного цикла.

До недавнего времени выяснение экономического эффекта при разработке гибких производств и их внедрения для выпуска высококачественной продукции считалось трудноразрешимой задачей. Эта сложность обуславливается тем, что качество продукции формируется в процессе производства при изготовлении, а конкурентоспособность продукции реализуется в сфере потребления при эксплуатации изделий, причем в большинстве случаев со значительным сдвигом во времени от разработки до потребления. Информация о конструктивных, технологических и эксплуатационных свойствах изделия должна быть достоверной для оценки экономичности и конкурентоспособности изделия. Задача усложняется тем, что в ряде случаев отсутствуют количественные оценки конкурентоспособности, уровня качества изделий, а также их соотношения с качественными параметрами различных видов продукции.

Для определения экономического эффекта от создания конкурентоспособного изделия необходимо количественное соизмерение показателей качества с экономической эффективностью. В общем виде суммарный экономический эффект ( $\mathcal{E}_c$ ) должен устанавливаться с учетом экономического эффекта на стадиях маркетинговых исследований, конструирования ( $\mathcal{E}_m$ ), производства и реализации ( $\mathcal{E}_p$ ), эксплуатации ( $\mathcal{E}_э$ ) по зависимости (формула 2.29):

$$\mathcal{E}_c = \mathcal{E}_{m.k.} + \mathcal{E}_{п.р.} + \mathcal{E}_э \quad (2.29)$$

Согласно приведенной формуле возможен вариант, когда на одной или двух стадиях создания конкурентоспособного изделия экономический эффект может отсутствовать или принимать значение убытка. В этом случае необходимо, чтобы экономия в условиях производства (либо в условиях эксплуатации) изделия возмещала дополнительные затраты на его создание за период возврата инвестиций в

гибкое производство.

$$\Pi_{в.п.} = \frac{K_{н.р.н.} - K_{н.р.з.}}{(C_3 - C_n)} = \frac{\Delta K_{н.р.}}{\Delta C_n},$$

$$\Pi_{в.э.} = \frac{\Delta K_{н.р.}}{\Delta C_n} = \frac{K_{э.н.} - K_{э.з.}}{I_3 - I_n}, \quad (2.30)$$

где Пв.п – период возврата инвестиций в сфере производства и реализации;

Пв.э – соответственно, период возврата инвестиций в сфере эксплуатации;

$\Delta K_{н.р.}$  – дополнительные капитальные затраты в условиях производства и реализации;  $K_{п.р} = K_{п.р.н} - K_{п.р.з}$ . Здесь  $K_{п.р.н}$ ,  $K_{п.р.з}$  – капитальные затраты изготовителя, соответственно, нового и заменяемого изделий,  $K_{п.р.н} > K_{п.р.з}$ ;

$\Delta C_{п.}$  – снижение издержек производства изделия в условиях изготовления и реализации.  $\Delta C_{п.} = (C_3 - C_n) \Delta T_k$ . Здесь  $C_3$ ,  $C_n$  – издержки производства, реализации (себестоимости), соответственно, заменяемого и нового изделий.  $C_3 > C_n$ ;

$I_n$  – программа по хоздоговору за определенный период, шт.;

$\Delta K_э$  – дополнительные затраты в условиях эксплуатации,  $\Delta K_э = K_{э.н} - K_{э.з}$ . Здесь  $K_{э.н} > K_{э.з}$  – капитальные затраты потребителя, соответственно, нового и заменяемого изделий.  $K_{э.н} > K_{э.з}$ ;

$\Delta I_э$  – снижение издержек от использования нового изделия в условиях эксплуатации.  $\Delta I_э = I_3 - I_n$ . Здесь  $I_3$ ,  $I_n$  – годовые издержки потребителя по эксплуатации, соответственно, нового и заменяемого изделий.  $I_3 > I_n$ .

В современной технике затраты на маркетинговые исследования, проектирование и создание новых сложных изделий высоки, т. е. иногда нововведение оказывается намного дороже выпускаемых изделий, но конкурентоспособным с лучшими показателями качества в эксплуатации: по надежности, ресурсу, КПД, удельным затратам на единицу производительности, массы, времени работы изделия или на единицу вырабатываемой продукции. В этих случаях необходимо осуществлять экономический анализ условий применения гибкого производства, а также эксплуатации изделий, чтобы избежать разработки выпуска неконкурентоспособной, экономически неэффективной продукции. Варианты экономической эффективности можно представить в следующем виде:

$\Delta m.k > 0$ ;  $\Delta n.p > 0$ ;  $\Delta \varepsilon > 0$ , т. е.  $\Delta \varepsilon > 0$  – изделие экономично по условиям производства и эксплуатации;

$\Delta m.k > 0$ ;  $\Delta n.p > 0$ ;  $\Delta \varepsilon < 0$ , т. е.  $\Delta \varepsilon > 0$  – изделие неэкономично в условиях эксплуатации, но эффективно в производстве;

$\Delta m.k > 0$ ;  $\Delta n.p < 0$ ;  $\Delta \varepsilon > 0$ , т. е.  $\Delta \varepsilon > 0$  – изделие неэкономично в производстве, но эффективно в эксплуатации;

$\Delta m.k < 0$ ;  $\Delta n.p < 0$ ;  $\Delta \varepsilon > 0$ , т. е.  $\Delta \varepsilon < 0$  – изделие неэкономично в производстве, но эффективно в эксплуатации.

Анализируя данные зависимости, следует исходить из требований развития НТП и эффективности предпринимательской деятельности, при этом должна обеспечиваться локальная экономическая эффективность и рентабельность гибкого производства.

При оценке вариантов управленческих решений по нововведениям в конструкцию, технологию, организацию производства на стадиях жизненного цикла товара необходимо применять показатель суммарных затрат, определяемый для условий производства и эксплуатации по формуле 2.31.

$$Z_c = Z_{пр} + Z_э \quad (2.31)$$

где  $Z_{пр}$ ,  $Z_э$  – суммарные затраты, соответственно, для условий производства и эксплуатации выбранного варианта изделия.

По рассмотренным выше зависимостям, на основании данных о  $Z_{пр}$ ,  $Z_э$  нового и заменяемого товара, при условии  $Z_{пр.з} + Z_{э.з} > Z_{пр.н} + Z_{э.н}$  рассчитывается экономический эффект от снижения затрат в условиях производства, реализации и эксплуатации по формуле 2.32.

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_c &= \Delta \varepsilon_{н.р.} + \Delta \varepsilon_э = (Z_{пр.з} - Z_{пр.н}) + (Z_{э.з} - Z_{э.н}) = \\ &= (C_3 - C_n) + (I_3 - I_n) + (K_{у.з} - K_{у.э.н}) = \Delta C_n + \Delta I_э + \Delta K_{у.з} \end{aligned} \quad (2.32)$$

Если капитальные вложения в производство нового изделия осуществляются в течение ряда лет ( $T_{л}$ ), необходимо привести эти затраты к одному моменту времени с помощью коэффициента приведения.

Эффективность создания нового изделия можно оценивать по коэффициенту экономической эффективности инвестиций как величине, обратной периоду возврата, а также на основании определения коэффициента экономической эффективности нового изделия по затратам в условиях производства, реализации и эксплуатации (формула 2.33):

$$E = \frac{\Delta C_{п.} + \Delta I_э}{\Delta K_{у.п.} + \Delta K_{у.э.}} \quad (2.33)$$

где  $\Delta C_{п.}$ ,  $\Delta I_э$  – изменение себестоимости, эксплуатационных затрат анализируемых изделий;

$\Delta K_{у.п.}$ ,  $\Delta K_{у.э.}$  – дополнительные удельные затраты для условий производства, реализации и эксплуатации.

Однако такой метод не характеризует влияния отдельных показателей качества на экономическую эффективность и конкурентоспособность технической системы, т. е. повышение уровня качества изделия не связано математическими зависимостями с изменениями экономического эффекта. Кроме того, на стадиях маркетингового анализа, создания, производства и эксплуатации требуется обширная экономическая информация о капиталовложениях, себестоимости сравниваемых изделий (в одном случае серийно выпускаемого, в другом – единичного производства), об эксплуатационных годовых затратах и т. д.

С целью сокращения затрат на такой анализ, для определения влияния системы показателей на изменение конкурентоспособности, полезного эффекта необходимо учитывать в модели качества технической системы те показатели, по которым можно определить экономическую эффективность как изделия, так и конкурентоспособности производства. На основании проведенных исследований установлено, что таким обобщающим комплексным показателем (УК) изделия является коэффициент замены, или эквивалентности, – з.в. нового и заменяемого изделий. При расчете экономического эффекта от внедрения нового изделия обобщающий комплексный показатель з.в. уравнивает полезный эффект, приходящийся на затраты заменяемого изделия  $Z_{пр.з}$ ,  $Z_{э.з}$ , с эффектом по отношению к затратам оцениваемого (нового) изделия  $Z_{пр.н}$ ,  $Z_{э.н}$  по зависимости (формула 2.34):

$$(Z_{пр.з} + Z_{э.з}) \cdot \alpha_{з.з.} > Z_{пр.н} + Z_{э.н} \quad (2.34)$$

Суммарный экономический эффект от использования нового и заменяемого вариантов технических систем за весь срок их службы по стадиям жизненного цикла товара определяется по формуле 2.35.

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_c &= Z_{с.з} \cdot \alpha_{з.з.} - Z_{с.н} = (C_3 \cdot \alpha_{з.з.} - C_n) + E(K_{у.л.з} \cdot \alpha_{з.з.} - K_{у.л.н.}) + \\ &+ \left( \frac{I_{г.з.} \cdot \alpha_{з.з.}}{P.} - \frac{I_{г.н.}}{P.} \right) + (K_{у.э.з} \cdot \alpha_{з.з.} - K_{у.э.н.}), \end{aligned} \quad (2.35)$$

Где  $Z_{с.з}$ ,  $Z_{с.н}$  – соответственно, полные себестоимости изготовления изделия;  $K_{у.л.з}$ ,  $K_{у.л.н.}$  – соответственно, удельные капитальные затраты на одно изделие в сфере производства по его созданию, изготовлению и сопутствующие удельные капитальные затраты в сфере эксплуатации (без учета стоимости рассматриваемых изделий);  $E$  – коэффициент эффективности;  $I_{г.з.}$ ,  $I_{г.н.}$  – годовые, текущие, прямые издержки потребителя при эксплуатации вариантов изделия;

$P_з$ ,  $P_н$  – доли отчислений от балансовой стоимости на реновацию заменяемого и нового вариантов технической системы.

Принимаются как величины, обратные срокам службы изделий с учетом морального износа.

Обобщающим показателем целесообразности обоснования создания гибкой производственной системы является коэффициент эффективности ассортимента и номенклатуры продукции, принятый для характеристики конкурентоспособности товаров. Этот коэффициент характеризует новизну и экономический потенциал ГАП (его отношение к суммарным затратам за жизненный цикл производственной системы, необходимым для достижения конкурентоспособности производства на предприятии). Определяется по формуле 2.36.

$$K_{э.п} = \frac{Э_{п.с.}}{Э_{с.с.}} \quad (2.36)$$

где Эп.с – экономический потенциал нововведения в организации ГАП;

Эс.с – суммарные затраты на создание ГАП по всем стадиям его жизненного цикла и товаров, выпускаемых и реализуемых на рынке.

Для комплексной оценки производственно-коммерческой деятельности предприятия с гибким производством используется система показателей, оценивающая стабильность и экономическую эффективность производства. К этим показателям относятся следующие:

обобщающие показатели повышения экономической эффективности производства: рост объема производства продукции, экономия ресурсов по основным производственным фондам, нормируемым оборотным средствам, фонду оплаты труда, рентабельности производства продукции, снижение затрат на рубль готовой продукции;

показатели эффективности использования труда: темпы роста производительности труда, доля прироста продукции, экономия живого труда, отношение темпов прироста производительности труда к приросту средней заработной платы;

показатели повышения эффективности использования основных фондов, оборотных средств и капитальных вложений;

показатели повышения экономической эффективности использования материальных ресурсов;

показатель ликвидности (Кл), определяемый отношением себестоимости продукции к средней стоимости товарно-материальных запасов (См.з), по формуле 2.37.

$$K_{л} = \frac{C_{п}}{C_{м.з}} \quad (2.37)$$

показатели финансовой устойчивости предприятия, определяемые:

отношением общей суммы обязательств предприятия к общей сумме активов, характеризующим удельный вес заемных средств в активах;

отношением суммы акционерного капитала к общей сумме активов, характеризующим удельный вес акционерного капитала.

Создание гибких производственных систем и структур управления предприятием, использующих рыночные условия хозяйствования, относится к сложному интеллектуальному труду, требующему организаторского искусства, специальных знаний в области техники, технологии изготовления продукции с учетом достижения НТП по организации конкурентоспособного производства.

К эффективному решению подобных задач, возникающих перед руководством предприятия, следует привлекать специалистов в области разработки и создания ГАП. Данная работа включает комплекс проектных решений, методических разработок и документов, рекомендаций, устанавливающих:

организационную структуру управления, ее тип (субъект, объект управления, обеспечивающие их подсистемы, количественное и качественное соотношение между ними);

методы построения системы управления с использованием эвристического (исследовательского), нормативного, прецедентного подходов;

функции, права, обязанности, ответственность работников аппарата управления и исполнителей;

численность и штатное расписание аппарата управления;

состав, структуру производственных фондов (основных и оборотных);

информационное обеспечение (объемы, технические средства, оргтехника);

технико-экономическое обоснование гибких производственных структур управления предприятием, их экономическую эффективность, прибыль, рентабельность;

состояние рынка по видам спроса и предложения, методам ценообразования, оценке уровня качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции;

задачу, целевые функции управления производством для оптимизации рядов выпускаемых изделий, построение графиков спроса, изменения цен конкурентоспособной продукции, составление сертификата качества на отдельные виды изделий, разработку и внедрение системы социально-экономических показателей развития коллектива предприятия.

Согласно теории организации производства направлениями программы совершенствования управления предприятием, основанного на использовании преимуществ ГПС, являются следующие:

достижение стратегических целей эффективными методами управления предприятием за счет создания оптимальной производственной и управленческой структуры;

четкое раскрытие содержания функций, прав, обязанностей, ответственности менеджера, маркетолога, руководителя определенной ступени, звена управления за принятые решения в

области бизнеса по распределению ресурсов, разработки и внедрения новых товаров на базе достижений НТП;

развитие творческой заинтересованности и стимулирования руководителей различного уровня по реализации эффективных управленческих решений в области бизнеса;

разработка и широкое применение оргтехники, компьютеров, автоматизированных рабочих мест в принятии решений по организации, управлению производством и реализации продукции;

широкий охват рабочих, ИТР, служащих, руководителей новыми формами оплаты труда, материальным стимулированием развития их профессионализма в области маркетинга, менеджмента в соответствии с требованиями бизнеса;

разработка и внедрение изделий, продукции рентабельных в производстве, конкурентоспособных на рынке, экономичных и экологически безопасных в сфере потребления.

На основании изложенного следуют выводы.

Гибкие производственные системы адаптируются к гибкости технических систем (параметрических, размерных, конструктивно-унифицированных рядов машин и изделий – семейств, групп однородной продукции определенного назначения, как-то: компьютеры, телевизоры, холодильники, аудио-, видеотехника и т. д.).

В процессе создания предприятий, основанных на использовании различных форм собственности и достоинств ГПС, решающее значение для их успешного функционирования имеет построение оптимальной организационно-производственной структуры управления предприятием.

Для крупных предприятий и фирм характерно применение комбинированных систем управления с делегированием функций, прав, ответственности на нижестоящие звенья и подразделения с наделением их определенной самостоятельностью при принятии решений по возникающим вопросам и задачам в условиях бизнеса.

В условиях перехода предприятий на условия ГАП необходимо расширять работы по оптимизации производственных систем, адаптирующихся к изменяющимся требованиям рынка по спросу и предложению товаров. Эти работы должны быть основаны на исследованиях в области маркетинга, менеджмента по созданию гибких технических, производственных систем с включением служб в структуру управления для расширения их влияния на организацию гибкого производства по выпуску широкого типажа конкурентоспособной продукции.

Развитие и широкое применение гибких автоматизированных производств обеспечивают получение экономического эффекта в значительных масштабах для предприятий, выпускающих конкурентоспособную продукцию за счет централизованного управления маркетинговыми, производственными, инвестиционными процессами, благодаря которым обеспечивается сокращение численности работающих, увеличение производительности труда в несколько раз. Эти производства эффективно используются в ведущих фирмах Японии, США, Италии, Германии, Франции и других стран мира.

В условиях гибкого производства оборудование приобрело новое качество – автономность выполнения произвольно заданной последовательности технологических операций в рамках возможностей станка. Экономическим достоинством ГАП является применение безлюдной технологии, широкой компьютеризации как для разработки технологических процессов изготовления изделий, так и автоматизированной системы управления производством.

## Тема 1.5. Организация подготовки производства (Лекция-дискуссия – 1,5 час.)

Главная цель промышленного предприятия – удовлетворить потребности общества в определенных видах продукции. Для успешного функционирования оно должно выпускать конкурентоспособную продукцию высокого технического уровня. В условиях формирования рынка важнейшей задачей предприятия становится изучение потребности и спроса народного хозяйства и населения на ту продукцию, которая выпускается или может выпускаться данным предприятием.

Исследование рынка позволяет установить, на каком этапе жизненного цикла находятся изделия, выпускаемые данным предприятием. Цикл жизни изделия непосредственно в производстве охватывает период от начала промышленного выпуска, наращивания, стабилизации и, наконец, спада выпуска до полного прекращения его производства.

Продолжительность периода промышленного выпуска зависит от технического уровня изделий, от величины экономического эффекта. Подавляющее большинство промышленных предприятий нашей страны были монополистами на закрытом для конкуренции экономическом пространстве. Поэтому они могли в течение данного периода выпускать продукцию, не ощущая спада экономического эффекта. Появление на рынке конкурентоспособных изделий аналогичного назначения зарубежного производства изменило обстановку на рынках сбыта и привело к сокращению продолжительности периодов освоения, к повышению технических и экономических характеристик новых изделий.

Полный цикл жизни любого изделия включает не только промышленный выпуск, но и время от зарождения идеи, выполнения комплекса исследований и проектных работ, формирования исходных требований к изделию до окончания эксплуатации и потребления.

Поэтому период промышленного выпуска изделия – это только часть жизненного цикла изделия, который делится на следующие стадии: исследование и проектирование, промышленное производство, эксплуатация или потребление, утилизация изделия.

Первый этап жизненного цикла изделия составляет комплекс научно-исследовательских работ (НИР), которые могут носить фундаментальный, поисковый или прикладной характер.

Вторым этапом, выделяемым из непосредственно конструкторских работ, является разработка технического задания (ТЗ). Она осуществляется разработчиком на основе исходных требований к продукции, предъявляемых заказчиком на основе изучения потребительского спроса. В техническом задании определяются цели и назначение разработки, основные источники формирования технических и экономических характеристик проектируемого изделия, стадии разработки с указанием срока ее окончания, порядок контроля и приемки результатов разработки.

Третий – этап проектно-конструкторских работ (ПКР). Это – разработки технического предложения, эскизного и технического проектов, разработки опытных образцов и серий, проведения необходимых испытаний и создания в итоге рабочей документации для промышленного производства – воплощаются в чертежах и документах, используемых на следующем этапе. На этом этапе повышение экономичности может быть обеспечено в значительной мере за счет унификации и стандартизации изделий, повышения степени их конструктивной преемственности, технологичности и других путей технико-экономической оптимизации вариантов конструкторских решений.

Четвертый этап – технологическая подготовка и освоение производства (ТПО) – включает разработку маршрутной и пооперационной технологии, проектирование и изготовление специальной оснастки и нестандартного оборудования, их отладку и сдачу цехам, организационно-технические мероприятия по быстрому освоению промышленного производства новой продукции.

Пятый этап – непосредственно промышленное производство изделия – охватывает довольно длительный период выпуска данного изделия (и его модификаций), особенно в условиях крупносерийного или массового производства. На этой стадии, как правило, с помощью конструкторских и технологических служб проводится частичная модернизация изделия для улучшения его эксплуатационных характеристик, отдаления срока морального старения.

Для ряда изделий особо выделяется шестой этап – реализация – включающий хранение, транспортировку, монтаж и отладку изделия.

Седьмой этап – эксплуатация – период использования изделия по назначению, когда оно дает экономический или иной положительный эффект от вложенных в его разработку и постановку на производство средств.

И, наконец, восьмой этап – утилизация изделия – стал весьма актуальным в связи с большим вниманием, которое уделяется в настоящее время решению экологических проблем, ликвидации загрязнения окружающей среды. Необходима четкая система утилизации и переработки прошедшей свой цикл продукции.

Первые четыре этапа (научно-исследовательские работы, разработка технического задания, проектно-конструкторские работы, технологическая подготовка и освоение производства) формируют систему технической подготовки создания и освоения новой техники.. Техническая подготовка может осуществляться не только службами предприятия-изготовителя, но и многими предприятиями и организациями вне его. По месту выполнения работы по технической подготовке можно подразделить на внезаводские и внутризаводские.

Внезаводскую подготовку производства могут осуществлять отраслевые конструкторские бюро (ОКБ), специализированные конструкторско-технологические бюро (СКТБ), проектные и научно-исследовательские институты, высшие учебные заведения. Эти организации устанавливают потребность в изделиях с учетом потребности внутреннего и внешнего рынков, определяют технико-экономические параметры конкурентоспособности изделий, выполняют комплекс научно-исследовательских работ, а также совместно с заказчиком и заводом-изготовителем осуществляют проектирование новых конструкций. Внутризаводская подготовка производства проводится непосредственно заводом, выпускающим продукцию. В зависимости от принятой на заводе системы организации технической подготовки она предусматривает либо работы по совершенствованию серийного производства выпускаемых изделий и освоению производства новых и модернизированных изделий, либо весь комплекс работ, включающий проектирование новых конструкций и подготовку их серийного производства.

Отдельные этапы технической подготовки регламентировались стандартами. Например, ГОСТ 15.001-73 "Разработка и постановка продукции на производство. Основные положения" содержал типовые этапы опытно-конструкторских работ.

Организация конструкторской подготовки производства продукции

Информация, полученная в результате проведения научно-исследовательских работ, патентных исследований, экспериментальных исследований новых рабочих процессов, кинематических схем, материалов, конструктивных элементов, позволяет начать техническую подготовку производства новой продукции. Первым ее этапом является конструкторская подготовка, от уровня организации которой во многом зависит качество объектов новой техники, ее экономическая эффективность и сроки освоения.

Конструкторская подготовка должна обеспечить создание новых машин, оборудования и механизмов, не только соответствующих современному уровню техники, но и значительно превосходящих этот достигнутый уровень. Проектирование нового изделия в соответствии с требованием ГОСТ 2.103-68 ЕСКД (единая система конструкторской документации) включает разработку:

- технического задания на проектирование (ТЗ);
- технического предложения;
- эскизного проекта;
- технического проекта;
- рабочей документации.

Согласно ГОСТ 15.001-78 в техническое задание, подготовляемое организацией-разработчиком на основе исходных требований заказчика, входят:

- наименование объекта разработки и область его применения;
- основание для разработки, т. е. перечень документов, регламентирующих разработку;
- цель, эксплуатационное и функциональное назначение, перспективность разработки, т. е. перечень НИР, патентов, публикаций и т. д.;
- технические (или тактико-технические) требования: состав продукции, показатели назначения, надежности, технологичности, степень унификации и стандартизации, безопасность, эстетика и эргономика, перечень стран, в отношении которых должна быть обеспечена патентная чистота, условия эксплуатации, транспортировки, хранения и др.;
- экономические показатели: ориентировочная экономическая эффективность, лимитная (договорная) цена, годовая потребность,

сопоставление с лучшими отечественными и зарубежными образцами;

перечень стадий и этапов разработки;  
порядок контроля и приема работ.

Техническое задание определяет назначение новой конструкции, основные эксплуатационные (производительность, мощность, надежность, скорость и т. д.) и конструкторские (масса, габариты и т. д.) показатели, потребность в изделии на перспективу и ориентировочный годовой объем его выпуска.

Следующей стадией конструкторской подготовки выступает разработка технического предложения разработчика (ЕСКД, ГОСТ 2.118-73), которое должно содержать технико-экономическое обоснование разработки данной конструкторской документации на основе анализа технического задания, вариантов возможных решений, патентных материалов.

На таком этапе проектирования, как выполнение эскизного проекта, в соответствии с требованием ГОСТ 2.119-73 разрабатываются основные принципиальные схемы изделия, чертежи общих видов, составляются спецификации сборочных единиц, в том числе унифицированных и покупных. Основное назначение эскизного проекта – выбор наилучшего варианта конструкции изделия. В эскизном проекте содержатся конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия и его составных частей.

В техническом проекте (по ГОСТ 2.120-73) наиболее трудоемкими являются работы, связанные с разработкой отдельных узлов и агрегатов изделия. На этой стадии требуется осуществить конструкторское оформление всех компонентов изделия, провести большое количество расчетов, связанных с обеспечением прочности, жесткости, надежности всех сборочных единиц изделия, обеспечить минимальные издержки производства при соблюдении всех эксплуатационных требований к изделию, т. е. добиться высокой технологичности конструкции для заданных объемов и условий производства. На этой стадии проектирования особую важность приобретает тесная взаимосвязь конструкторов и технологов, способствующая тому, чтобы обеспечить изготовление элементов конструкции наиболее производительными технологическими способами.

Стадия технического проекта заканчивается составлением пояснительной записки. В нее входят конструкторские расчеты и технико-экономическое обоснование проекта. Пояснительная записка с приложенными к ней чертежами, схемами и другими техническими документами представляет собой проект, содержащий окончательные технические решения и дающий полное представление об устройстве разрабатываемого изделия:

Проектно-конструкторские работы представляют собой комплекс длительных, сложных и дорогих процессов. Однако стремление сократить сроки и затраты может привести к созданию конструкций низкого качества, которые или будут сняты с производства, или будут требовать многочисленных доработок в процессе технологической подготовки. Недостаточный объем испытаний в процессе создания опытного образца или установочной серии приводит к невыявленным дефектам конструкции, которые затем проявляются в эксплуатации.

С другой стороны, большая длительность проектно- конструкторских работ может привести к тому, что к моменту запуска в производство конструкция будет морально устаревшей и опять-таки ее надо будет снимать с производства или вообще отказаться от ее изготовления. Поэтому так важны основные организационно-экономические пути сокращения сроков конструкторской подготовки при сохранении высокого качества проектных разработок, таких как: широкое применение стандартизации и унификации, обеспечение технологичности конструкций, наличие и использование информационно-поисковых систем, организация системы автоматизированного проектирования (САПР) и др.

Пути повышения уровня унификации конструкций

Одной из эффективных мер, позволяющих повысить качество изделий, уменьшить трудоемкость и сократить цикл подготовки производства, является применение типовых конструкторских решений, базирующихся на принципах унификации и стандартизации.

Конструктивная унификация – это комплекс мероприятий, устраняющих необоснованное многообразие типов и конструкций изделий, форм и размеров деталей и заготовок, профилей и марок материалов. Унификация создает условия для использования преимуществ специализированного производства повторяющихся изделий и их элементов.

Унификация является базой агрегатирования, т. е. создания изделий путем их компоновки из ограниченного числа унифицированных элементов, и конструктивной преемственности, т. е. применения в конструкции нового изделия уже освоенных в производстве сборочных единиц и деталей.

Конструктивная унификация выступает составной частью комплексной унификации всего производственного процесса, включая техническую подготовку производства. Производственная унификация предполагает единообразие требований не только к разработке конструкций, но и другим факторам производства – применяемым технологическим процессам, в том числе технологической оснастке, видам оборудования и др. Основными методами производственной унификации являются стандартизация, типизация технологических процессов, внедрение групповых методов обработки, универсализация и нормализация технологической оснастки и таких элементов конструкции, как диаметры посадки, резьбы, радиусы гантелей и др.

Стандарты суть нормы, образцы, типовые виды изделий, удовлетворяющие определенным условиям. Международная организация по стандартизации (ИСО), членом которой является и наша страна, приняла такое определение термина "стандартизация": "Стандартизация – это процесс установления и применения правил с целью упорядочения деятельности в данной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности, для достижения всеобщей максимальной экономии, с соблюдением функциональных условий и требований безопасности".

Важнейшей задачей стандартизации является отбор всего лучшего из того, что имеется, узаконение его и внедрение в промышленность с целью повышения технического уровня и качества продукции при одновременном снижении затрат на производство и эксплуатацию изделия. Стандартизация базируется на результатах научных исследований и обобщении практического опыта.

Одним из направлений конструктивной унификации выступает сокращение номенклатуры изделий, имеющих одинаковое или сходное эксплуатационное назначение. Оно реализуется, в первую очередь, путем создания параметрических рядов (гамм) изделий. Каждый ряд представляет собой совокупность изделий, аналогичных по своей кинематике, рабочему процессу, но различных по габаритным, мощностным и другим эксплуатационным параметрам (грузоподъемность автомобилей, кранов, мощность электродвигателей, производительность компрессоров и др.).

В зависимости от характера и назначения унификация может проводиться на базе существующих конструкций путем отбора лучших образцов изделий и их элементов или же путем создания новых изделий на основе использования унифицированных агрегатов, узлов и деталей. Следовательно, конструктивная унификация может осуществляться методами стандартизации, типизации, агрегатирования и конструктивной преемственности. В каждом конструктивном ряду устанавливается базовая модель, которая служит исходной для создания различных ее модификаций. Логическим завершением работ по унификации является агрегатирование.

Агрегатирование – это метод создания машин путем их компоновки из ограниченного числа унифицированных элементов, и в первую очередь законченных агрегатов. Эффективные принципы агрегатирования при создании технологического оборудования и средств механизации и автоматизации машиностроительного производства. Основными преимуществами метода агрегатирования являются сокращение в 2-3 раза сроков создания агрегатных станков и автоматических линий, значительное их удешевление и возможность быстрого переназначения линии при смене объектов производства.

Другим направлением конструктивной унификации можно считать сокращение в аналогичных (иногда и в разнородных) изделиях номенклатуры сборочных единиц и деталей за счет стандартизации и конструктивной преемственности. В большинстве отраслей машиностроения органами стандартизации периодически издаются альбомы рабочих чертежей унифицированных узлов и деталей, которые конструкторы обязаны использовать наряду со стандартами.

Количественная оценка работ по унификации производится согласно "Методическим указаниям определения уровня унификации и стандартизации. В них предусмотрены три показателя уровня унификации: коэффициент преемственности  $K_{пр}$ , коэффициент повторяемости  $K_{пв}$  (коэффициент) унификации  $K_{м.у}$ . Первые два показателя применяются для оценки уровня унификации и стандартизации конкретного изделия, а третий – для группы изделий. Коэффициент преемственности  $K_{пр}$  определяется как отношение

количества заимствованных типоразмеров составных частей в изделии (без оригинальных) к общему количеству типоразмеров составных частей в изделии П (в процентах) по формуле 2.38:

$$K_{np} = \frac{P - P_0}{P} \cdot 100, \quad (2.38)$$

где  $P_0$  – количество оригинальных типоразмеров составных частей в изделии, разработанных впервые для данного изделия.

Количественная оценка не всегда в полной мере характеризует эффективность унификации. При высоком уровне унификации не унифицированные, оригинальные детали, составляя меньшую долю по количеству, могут быть весьма трудоемки в проектировании и изготовлении. Поэтому желательно оценить уровень унификации не только количественно, но и с качественной стороны – по массе, трудоемкости и стоимости.

Коэффициент унификации по массе можно рассчитать по формуле 2.39:

$$K_{y,m} = \frac{Q_y}{Q_{об}} \quad (2.39)$$

где  $Q_y$  – масса унифицированных деталей;

$Q_{об}$  – масса всех деталей (всего изделия).

Коэффициент унификации по себестоимости исчисляется по следующим формуле 2.40.:

$$K_{y,c} = \frac{Q_y \cdot C_y}{Q_{об} \cdot C_{об}} \quad \text{или} \quad K_{y,c} = \frac{t_y \cdot S_y}{t_{об} \cdot S_{об}} \quad (2.40)$$

где  $C_y$  и  $C_{об}$  – себестоимость единицы массы унифицированных деталей и всего изделия, соответственно;

$S_y$  и  $S_{об}$  – средняя стоимость одного нормо-часа унифицированных деталей и всего изделия, соответственно.

Приведенные выше показатели унификации по массе, трудоемкости и стоимости можно представить в виде комплексного показателя формула 2.41.

$$K_{y,c} = \frac{Q_y \cdot C_y + t_y \cdot S_y}{Q_{об} \cdot C_{об} + t_{об} \cdot S_{об}} \cdot 100 \quad (2.41)$$

Этот показатель характеризует отношение части производственных затрат на изготовление унифицированных деталей к производственным затратам на изготовление всего изделия в целом. Коэффициент повторяемости  $K_p$  – отношение повторяющихся составных частей изделия (насыщенность изделия повторяющимися составными частями) в процентах, т. е. уровень внутривидовой унификации изделия и взаимозаменяемость составных частей внутри

изделия (формула 2.42):

$$K_p = \frac{N - n}{N - 1} \cdot 100 \quad (2.42)$$

где  $N$  – общее количество составных частей в изделии. Коэффициент унификации определяется по формуле 2.43.

$$K_{m,y} = \frac{(\sum_1^m n_i - K)}{(\sum_1^m n_i - n_{max})} \cdot 100 \quad (2.43)$$

где  $m$  – общее количество рассматриваемых проектов (изделий);

$n_i$  – количество типоразмеров составных частей в  $i$ -м проекте;  $n_{max}$  – максимальное количество типоразмеров составных частей одного проекта (изделия);

$K$  – общее количество типоразмеров в группе из  $n$  проектов.

Эффективность унификации в самом общем виде может быть выражена через коэффициент эффективности унификации, равный отношению полученного эффекта (экономии) от унификации ( $E_y$ ) к затратам, его вызвавшим ( $S_y$ ) формула 2.44:

$$K_{E,y} = \frac{E_y}{S_y} \quad (2.44)$$

В организации работ по унификации и стандартизации есть ряд недостатков. Слабо развито специализированное производство унифицированных и стандартных сборочных единиц и деталей, объемы выпуска которых в данной связи занижены, что препятствует автоматизации их производства. В итоге многие виды техники имеют явно завышенную себестоимость и оптовую цену. Медленно происходит обновление стандартов и технических условий.

Технологичность конструкций и пути ее обеспечения

Создание новых конструкций изделий, обладающих высокими технико-экономическими характеристиками, является сложной комплексной задачей, для решения которой прежде всего необходимо обеспечить максимальную возможную для данных условий производственную и эксплуатационную технологичность конструкций.

Производственной технологичностью называется степень соответствия конструкции изделия оптимальным производственно-технологическим условиям его изготовления при заданном объеме выпуска; технологичной можно считать только ту, удовлетворяющую эксплуатационным требованиям конструкцию, освоение и выпуск которой при заданном объеме производства будут протекать с минимальными производственными издержками (в первую очередь, с наименьшей трудоемкостью и материалоемкостью) и с кратчайшим производственным циклом.

Эксплуатационная технологичность конструкции изделия проявляется в сокращении затрат времени и средств на техническое обслуживание и ремонт изделий, зависящих от так называемой ремонтопригодности конструкции – ее приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей.

Для обеспечения производственной технологичности необходимо придать изделию такую форму и выбрать для него такие материалы, которые обусловят наиболее простое и экономичное его изготовление. Изделие, технологичное в условиях мелкосерийного производства, может оказаться совершенно нетехнологичным при его массовом выпуске (и наоборот). К нетехнологичным следует относить конструкции, изготовление которых известными в данный момент средствами либо невозможно, либо вызывает существенное и неоправданное усложнение технологических операций и увеличение их трудоемкости, а также ведет к росту материалоемкости изделий.

Производственная технологичность конструкций оценивается рядом показателей: материалоемкостью, трудоемкостью изготовления, себестоимостью, производственным циклом, а для некоторых изделий – еще и трудоемкостью и циклом монтажа у потребителя.

Уровень производственной технологичности характеризуется как абсолютными, так и относительными показателями. Абсолютные показатели включают: массу изделия и его элементов, нормы расхода материалов, качество, класс шероховатости поверхности, общую трудоемкость производства изделия и как итоговый показатель затраты на изготовление. Относительные показатели – это в основном различные коэффициенты, связанные с унификацией и стандартизацией.

Технологичность проектируемого изделия должна оцениваться не только с точки зрения производства, но и со стороны ее эксплуатации. К показателям эксплуатационной технологичности необходимо отнести: удельную трудоемкость профилактического обслуживания, трудоемкость ремонта, удельные затраты на обслуживание и ремонты.

На стадиях проектирования технологичность конструкции обеспечивается в основном конструктором. Однако не следует забывать, что это достаточно комплексная и конкретная задача. Комплексная потому, что к ее решению должны привлекаться кроме конструкторского отдела и другие службы завода (технологический отдел, отделы материально-технического обеспечения, технического контроля и др.). Конкретная потому, что она должна решаться исходя из конкретных производственных возможностей (наличие необходимых материалов, оборудования необходимых параметров по габаритам и точности, возможности их приобретения, возможности

привлечения работников необходимой квалификации и т. п.), с учетом перспектив развития производства.

Методы определения экономической эффективности новой продукции на стадии проектирования

Целью проведения расчетов экономической эффективности проектируемых изделий являются, с одной стороны, их качественная и количественная оценка по сравнению с современными действующими машинами аналогичного эксплуатационного назначения, а с другой стороны, отбор наилучших конструктивных вариантов при проектировании. Принимаемая к производству конструкция должна обладать преимуществами по сравнению с существующими машинами (обеспечивать повышение производительности, улучшать качество производства с ее помощью продукции, снижать расходы топлива и энергии на единицу выполненной работы и т. д.).

Таким образом, расчеты экономической эффективности конструкций новых изделий всегда будут иметь характер сравнительного анализа. Объектами для такого сравнения должны служить лучшие современные и перспективные образцы, выпускаемые отечественной и зарубежной промышленностью.

Среди характеристик изделий как объекта производства, в первую очередь, следует выделить:

а) расходные показатели – материалоемкость и трудоемкость, на основе которых рассчитывается себестоимость изготовления изделия; затраты, необходимые для подготовки производства нового изделия; капиталовложения в его производство;

б) унификационные показатели, характеризующие степень унификации конструкции;

в) временные показатели, определяющие сроки капиталовложений, сроки подготовки производства и освоения новой продукции.

Такие изделия, как рабочие, транспортные, силовые машины с точки зрения эксплуатации характеризуются:

а) показателями производительности в единицу времени;

б) показателями качества – надежности, долговечности, ремонтпригодности и др.;

в) расходными показателями – затратами на эксплуатацию в единицу времени, на единицу продукции или работы, а также капиталовложениями потребителя, связанными с приобретением и эксплуатацией машины.

На ранних стадиях конструирования, когда отсутствует еще полная техническая, и в частности технологическая, документация по проектируемой машине, невозможно учесть влияние всех конструктивных, общепроизводственных, технологических, организационных и эксплуатационных показателей на себестоимость. Поэтому вместо обычных методов калькулирования себестоимости приходится применять различные укрупненные методы, приспособленные под имеющийся на данном этапе объем исходной информации по проектируемому изделию.

Как правило, для расчета себестоимости используются нормативно-справочные или статистические материалы о количественных соотношениях между техническими параметрами и их себестоимостью или отдельными статьями (затратами на основные материалы, заработной платой производственных рабочих и т. д.) изделий-прототипов.

Прототип – это ранее спроектированное изделие, сходное с новым по назначению, техническому уровню, схемами и конструктивными решениями. Выбор прототипа дает возможность при укрупненных расчетах использовать опыт и экономическую статистику по ранее спроектированным конструкциям. Для укрупненных расчетов обычно используются три наиболее типичных метода:

а) расчет по удельным показателям;

б) расчет с помощью балльной оценки;

в) расчет по корреляционным зависимостям.

Расчет по удельным показателям является в силу простоты наиболее распространенным. По этому методу себестоимость проектируемой машины  $S_H$  определяется по формулам типа

$$S_H = S_{уд.м} \cdot M_H \text{ р/ед.};$$

$$S_H = S_{уд.в} \cdot W_H \text{ р/ед.};$$

$$S_H = S_{уд.г} \cdot \Gamma_H \text{ р/ед.}; \quad (2.45)$$

где  $S_{уд.м}$  – удельная себестоимость аналогичных машин по весу,

р/т;

$S_{уд.в}$  – удельная себестоимость аналогичных двигателей, р/кВт,

р/л.с.;

$S_{уд.г}$  – удельная себестоимость аналогичных транспортных машин по грузоподъемности, р/т грузоподъемности;

$M_H$ ,  $W_H$ ,  $\Gamma_H$  – вес, мощность, грузоподъемность новых машин.

Расчеты по удельным показателям могут быть уточнены путем использования дифференцированных удельных показателей по отдельным статьям затрат – удельной материалоемкости, удельной трудоемкости и с помощью предварительного расчета на их основе затрат на основные материалы и заработную плату основных рабочих. Уточнение может быть осуществлено и расчетом по отдельным агрегатам или крупным узлам нового изделия. Однако такие расчеты ожидаемой себестоимости новой конструкции достаточно грубы и могут использоваться в качестве предварительной оценки на стадии разработки технического задания и технического предложения.

Расчет с помощью балльной оценки представляет собой более совершенный метод, поскольку себестоимость здесь является интегральным показателем, в котором учитывается влияние нескольких технических параметров машины. Сущность этого метода заключается в том, что основные параметры машины (агрегата, узла) оцениваются условными баллами. Предельная их величина берется небольшой – до двух-трех единиц, причем она зависит от степени влияния каждого из параметров на себестоимость. Полученные по каждому из оцениваемых параметров баллы суммируются, и сумма баллов умножается на постоянный для данного класса машин (или для данного завода) ценностный множитель. Для определения его величины фактические затраты (себестоимость) на производство аналогичных машин делятся на найденные для них существующие суммарные значения баллов. В качестве ценностного множителя для оценки новых конструкций берется среднее арифметическое значение полученных величин. Данный метод позволяет получить отклонения расчетных значений себестоимости проектируемых машин в пределах  $\pm 15-20\%$  от их фактических значений, но это более точный расчет по сравнению с методом определения по удельным показателям.

Расчет по корреляционным зависимостям является еще более совершенным методом расчета себестоимости проектируемых машин, поскольку здесь используется строгий математический аппарат, обеспечивается надежная проверка точности получаемой зависимости, выявляется степень влияния отдельных параметров машин на себестоимость, что позволяет исследовать пути совершенствования конструкции машин. Как известно, корреляционными являются такие зависимости, при которых каждому значению одного показателя могут соответствовать несколько значений другого, но в то же время изменения одного показателя вызывают закономерные изменения другого. Корреляционный анализ проводится примерно в следующей последовательности: выбирается зависимый показатель исходя из целей исследования (в нашем случае себестоимость), отбираются параметры-аргументы (наиболее важные параметры машины), на основе исследования корреляционного поля принимается гипотеза о форме связи (линейная или степенная), подготавливаются статистические данные по параметрам-аргументам для решения математической модели, находятся постоянные коэффициенты корреляционного уравнения, оценивается точность полученного уравнения.

Парная корреляционная зависимость может быть выражена в виде линейного уравнения 2.46, 2.47.

$$S_H = a_0 + a_i \cdot x_i \quad (2.46)$$

или степенного

$$S_H = a_0 + a_i \cdot x_i^{b_i} \quad (2.47)$$

$x_i$  – параметр машины (параметр-аргумент);

$a_0$ ,  $a_i$ ,  $b_i$  – постоянные коэффициенты уравнения, характеризующие степень влияния параметра машины на себестоимость.

Множественная корреляционная зависимость может быть линейного вида

$$S_H = a_0 + a_1 \cdot x_1 + \dots + a_n \cdot x_n \quad (2.48)$$

или степенного вида

$$S_H = a_0 x_1^{b_1} + \dots + x_n^{b_n} \quad (2.49)$$

где  $x_1 \dots x_n$  – параметры машины;

$a_0 \dots a_n, b_1 \dots b_n$  – постоянные коэффициенты.

Средние относительные отклонения расчетных значений себестоимости от ее фактических значений при использовании корреляционных зависимостей, как правило, не превышают  $\pm 5-10\%$ , что является вполне удовлетворительным для проведения точного технико-экономического анализа.

Организация технологической подготовки производства продукции

Содержание и основные этапы технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства (ТПП) является продолжением конструкторской подготовки и должна обеспечивать полную технологическую готовность предприятия к производству заданного объема продукции с установленными технико-экономическими показателями. Организация и управление технологической подготовкой производства регламентируются государственными стандартами Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), которая позволяет использовать достижения научно-технического прогресса для эффективной подготовки новой продукции.

Основными функциями технологической подготовки производства являются:

обеспечение технологичности конструкции на стадиях ТПП;

разработка технологических процессов;

проектирование и изготовление средств технологического оснащения;

организация и управление процессом ТПП, наладка и внедрение запроектированных технологических процессов.

Первой стадией технологической подготовки производства является разработка межцеховых технологических маршрутов (расцеховка), которые устанавливают последовательность прохождения заготовок, деталей, сборочных единиц по подразделениям. Внутрицеховые технологические маршруты при централизованной системе организации ТПП также разрабатываются ОГТ, а при децентрализованной – цеховыми технологическими службами.

Второй стадией ТПП в крупносерийном и массовом производстве выступает разработка подробных технологических процессов с пооперационным описанием формообразования, обработки, сборки. При этом для единичных технологических процессов разрабатывается операционная карта, для типовых (групповых) технологических процессов – карта типовой (групповой) операции. В них указываются переходы, технологические режимы, данные о средствах технологического оснащения, нормы затрат материалов и рабочего времени. На этой стадии рассчитываются и оптимизируются планировки оборудования и рабочих мест, формируются производственные участки.

Третья стадия – проектирование и изготовление оснащения, выполняемые конструкторским бюро по оснастке отдела главного технолога (КБ ОГТ), инструментально-штамповыми цехами – включает установление очередности их изготовления, оснащения, выбор метода перехода на выпуск нового изделия с учетом уровня оснащенности, мощности инструментальных цехов и других факторов, проектирование и изготовление специальной и комплекта унифицированной оснастки. Чертежи оснастки (после размножения) передаются в инструментально-штамповые цехи для изготовления. Комплексная оснастка переходит в центральный инструментальный склад, а технические службы цехов-потребителей извещаются о готовности оснастки для ее отладки на местах использования.

Наконец, четвертая стадия охватывает выверку, отладку и сдачу технологических процессов (документации, оснастки и т. п.) производственным цехам, изготовление пробной и установочной партии.

Планирование и координацию всех работ по стадиям, контроль за сроками их выполнения и комплектностью подготовки ведет бюро (отдел) планирования подготовки производства (БППП), находящийся обычно в подчинении заместителя главного инженера по подготовке производства.

Сокращение трудоемкости и сроков ТПП обеспечивает проводимые в рамках ЕСТПП различные организационно-технологические мероприятия, в частности технологическая стандартизация и унификация, типизация технологических процессов и групповая обработка, агрегатирование и стандартизация оборудования, унификация технологической оснастки; исключение дублирования работ путем организации поиска технологической документации с помощью информационно-поисковых систем; внедрение автоматизированных систем проектирования технологических процессов.

В системах автоматизированного проектирования (САПП) с частичной автоматизацией решаются отдельные задачи, например, расчет режимов резания, расчет нормы штучного времени, составление операционных карт и др. В автоматизированных системах решаются задачи применительно к определенному классу изделий, деталей, технологических процессов, видов оснащения. Например, разрабатывается технология изготовления тел вращения, зубчатых колес, выбираются эффективные средства технологического оснащения, проектируются участки, линии и т. д. Автоматизированные системы осуществляют комплексную подготовку производства изделий для их изготовления на высокоорганизованных производственных системах типа гибких автоматизированных производств (ГАП). Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы могут отслеживать изменения условий производства, корректируя методы решения задач. Участие человека в этих системах сводится к минимуму.

Основными направлениями технологической стандартизации и унификации

Основными направлениями технологической унификации являются: типизация технологических процессов, унификация технологической документации, групповые методы обработки, унификация оборудования и технологической оснастки.

В соответствии с ГОСТ 14.301-83 на этапах технологической подготовки производства разрабатывается три вида технологических процессов: единичные, типовые и групповые. Единичный технологический процесс предназначен для изготовления изделия (детали) одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства. Типовой технологический процесс предназначен для изготовления группы деталей с общими конструктивными и технологическими признаками. Он разрабатывается для типового представителя и включает все основные и вспомогательные операции, характерные для изделий, отнесенных к этой группе.

Групповой технологический процесс предназначен для изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками. Основой разработки групповых технологических процессов является комплексная деталь или изделие, которое включает все конструктивные элементы, характерные для деталей или изделий этой группы. Использование групповых методов производства позволяет применять в единичном, мелко- и среднесерийном производстве методы и средства, свойственные крупносерийному и массовому производству. Групповая технология выступает базой для автоматизации серийного и единичного производства. На ее основе создаются автоматизированные и механизированные приспособления для универсальных станков, автоматизированные агрегатные станки, наконец, гибкие автоматизированные линии. Для организации группового производства используют подетальную или узловую формы специализации производственных изделий.

Специализированными подразделениями группового производства могут быть групповые поточные или гибкие автоматизированные линии, участки, цехи.

Типовые или групповые методы изготовления изделий или деталей вносят существенные особенности в технологическую подготовку производства. Меняется классификация изделий, деталей и всех элементов технологического процесса, используются заранее разработанные решения по всему технологическому процессу или его части и заранее подготовленное к обработке деталей или сборке изделий оборудование и производственные подразделения (рабочие места, линии, участки).

Унификация технологической документации приводит к сокращению общего количества документов, облегчению труда технологов при подготовке производстве и внесении изменений в действующие процессы. К числу основных унифицированных документов, используемых при разработке типовых технологических процессов, относятся карты типовых представителей, операционные и сводные карты типовых и групповых процессов.

Конструкторская унификация узлов технологического оборудования и создание компоновок станков путем агрегатирования также

ускоряют подготовку новых изделий. В основе этого метода лежит принцип конструкционного формирования отдельных элементов по функциональному признаку. В качестве унифицированных элементов выделяются такие узлы, которые выполняют в оборудовании комплекс самостоятельных функций и отвечают следующим требованиям: быть конструктивно самостоятельными механизмами, удовлетворять требованиям станков, различных по технологическому назначению; обеспечивать их компоновку в различных сочетаниях и взаимных положениях; соответствовать типам и присоединительным размерам. Широкое применение принципа агрегатирования и стандартизации позволяет свести процесс проектирования к процессу подбора компоновок оборудования из отдельных унифицированных узлов.

Унификация и стандартизация технологической оснастки позволяет использовать ее при смене объектов производства, повысить коэффициент загрузки оснастки и ее эффективность, давая возможность вести обработку деталей большими партиями. Стандартизация оснастки существенно уменьшает затраты времени и средств на ее проектирование, сокращает цикл ее изготовления, является предпосылкой специализации производства, что приводит к сокращению затрат на оснащение.

В технологических процессах используется несколько видов оснастки:

универсальная безналадочная оснастка (УБО);

унифицированная оснастка, в том числе универсально-наладочная (УНО), универсально-сборная, сборно-разборная (СРО), специализированная наладочная (СНО), неразработанная специальная (НСО).

Универсальная безналадочная оснастка применяется для многократной и долговременной установки различных по форме и размерам заготовок, обрабатываемых на универсальных металлорежущих станках. Примерами такой оснастки могут служить универсальные патроны, машинные тиски, делительные головки, поворотные столы и др. Ее преимущества заключаются в небольших сроках и затратах на проектирование и изготовление, разнообразии деталей, для которых они могут применяться, возможности использовать их до полного износа. Основным недостатком УБО является невысокая производительность из-за необходимости постоянно выверять точность установки заготовок.

Универсально-наладочная оснастка имеет базовую деталь и сменную наладку. Базовая деталь используется многократно. Примером универсально-наладочного приспособления являются универсально-наладочные тиски, патроны со сменными кулачками и др. К недостаткам УНО можно отнести замену сменных наладок раньше их полного износа в связи с необходимостью переходить на выпуск новых изделий.

Универсально-сборная оснастка состоит из стандартных деталей и узлов многократного использования, изготовленных с высокой степенью точности. Ее недостатком являются высокая стоимость набора и пониженная жесткость конструкции приспособления.

Сборно-разборная оснастка (СРО) состоит из стандартных и специальных деталей; при перекомпоновке на новое изделие возможна доработка стандартных элементов. СРО представляет собой обратимую специальную оснастку долгосрочного применения. Она, как и неразборная специальная оснастка, используется для одной или нескольких деталей операций.

Специализированная наладочная оснастка применяется для деталей, близких по конструктивно-технологическим признакам, имеющих общие базовые поверхности и одинаковый характер обработки. Эта оснастка состоит из базового агрегата и наладки (или регулируемого элемента). Она допускает регулирование элементов или замену специальной наладки. Детали в этом случае обрабатываются по одному групповому или типовому процессам. Установка осуществляется без выверки, а размеры обеспечиваются автоматически.

Выбор системы оснастки проводится с учетом конструктивно-технологической характеристики обрабатываемых деталей (точность обработки, габаритные размеры, конфигурация заготовок, материал детали), экономических требований к оснащаемой операции (годовой объем выпуска, продолжительность выпуска, темпы оснащения, трудоемкость операций), организационных и технических условий выполнения операций (вид оборудования, вид операции, формы организации производственного процесса).

Технико-экономическое обоснование выбора систем технологического оснащения в соответствии включает в себя расчеты коэффициента загрузки и затрат на оснащение операции.

Коэффициент загрузки каждой единицы технологической операции определяется как формула 2.50.

$$K_{\text{заг}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot N_{\text{вып}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 60} \quad (2.50)$$

где  $t_{\text{шт}}$  – штучно-калькуляционное время выполнения технологической операции, мин;

$N_{\text{вып}}$  – месячный объем выпуска, шт.;

$\Phi_{\text{эф}}$  – эффективный месячный фонд времени оснастки, ч.

Годовой экономический эффект от применения различных систем оснастки рассчитывается путем сопоставления экономии от сокращения затрат времени на операцию и дополнительных затрат, связанных с применением оснастки.

Экономия, получаемая за счет использования оснастки, снижающей трудоемкость операции ( $p/\text{год}$ ), исчисляется как

$$\Delta_{\text{год}} = \sum_1^m N_{\text{год}} (t_{\text{шт1}} - t_{\text{шт2}}) \cdot (S_{\text{смет}} + 3T) \quad (2.51)$$

где  $N_{\text{год}}$  – годовой объем выпуска деталей, шт.;

$m$  – количество наименований деталей, обрабатываемых по типовому или групповому процессу;

$t_{\text{шт1}}, t_{\text{шт2}}$  – трудоемкость выполнения операций по сравниваемым вариантам оснащения технологических процессов;

$S_{\text{смет}}$  – сметная ставка по данному виду оборудования,  $p/\text{мин}$ , в которую включаются затраты, связанные с работой оборудования (амортизационные отчисления, затраты на инструмент, вспомогательные материалы, электроэнергия двигательная и др.);

$3T$  – тарифная ставка основного рабочего,  $p/\text{мин}$ .

Технико-экономический анализ выбора технологических процессов

Современная технология позволяет решать одну и ту же задачу различными вариантами технологических процессов. Каждый из этих процессов имеет свою экономическую специфику, связанную подчас с высокими расходами по эксплуатации оборудования, с проектированием и изготовлением сложной, дорогостоящей оснастки, затратами на сопутствующие вспомогательные процессы и др. Все это заставляет технологов оперативно решать вопросы выбора оптимального, экономически обоснованного варианта технологического процесса.

Исследуя варианты технологических процессов, обеспечивающих одинаковое качество изделий, соответствующее требованиям технического задания, технолог обязан выбрать наиболее экономичный из возможных вариантов и детально его разработать. При сравнительном технико-экономическом анализе вариантов технологии могут встречаться три основных случая:

анализируется последовательность выполнения технологических переходов на каком-либо оборудовании;

анализируются варианты технологического процесса с использованием различного оборудования, оснастки, материала и т.п.;

анализируются варианты технологического процесса, требующие дополнительных капитальных вложений на приобретение оборудования, реконструкцию и т.п.

В первом случае достаточно провести нормирование времени изготовления по каждому из вариантов.

Когда применяются разные заготовки, оборудование, оснастка, для выбора наиболее экономичного варианта необходимо подсчитывать в каждом из них себестоимость. При таких сопоставительных расчетах, однако, нет необходимости проводить поэлементный расчет всех статей затрат, входящих в себестоимость. Рассчитывают только затраты, меняющиеся при изменении технологического процесса. Сумма затрат, меняющихся при изменении технологического варианта, называется технологической себестоимостью.

Входящие в технологическую себестоимость затраты делятся на условно-переменные (условно-пропорциональные –  $S_v$ ) и условно-постоянные ( $S_c$ ). Условно-переменные затраты – это расходы на сырье, материалы, основную сдельную зарплату рабочих, расходы по ремонту и содержанию оборудования, расходы на быстроизнашиваемый инструмент, силовую энергию, амортизационные отчисления от стоимости универсального оборудования и универсальной оснастки и др. Они изменяются примерно пропорционально изменению объема выпускаемой продукции. Условно-постоянные расходы – расходы на содержание заводского и цехового управленческого и обслуживающего персонала, затраты на отопление, освещение, амортизационные отчисления от стоимости специального оборудования и

оснастки и др. Эти затраты не зависят от объема производства.

Составляющие технологическую себестоимость могут быть найдены по соответствующим формулам, а сама технологическая себестоимость объема выпуска – следующим образом (формула 2.52):

$$S_T = S_v \cdot N_{\text{вып}} + S_c \quad (2.52)$$

где  $N_{\text{вып}}$  – число изделий, выпущенных при постоянных затратах  $S_c$  (месячных или годовых).

Сравнение двух вариантов обработки ведут исходя из соотношений 2.53.

$$\begin{aligned} S_{T1} &= S_{v1} \cdot N_{\text{вып}} + S_{c1} \\ S_{T2} &= S_{v2} \cdot N_{\text{вып}} + S_{c2} \end{aligned} \quad (2.53)$$

где  $S_{T1}$ ,  $S_{T2}$  – технологическая себестоимость продукции в двух вариантах.

При сравнении двух вариантов технологии необходимо определить критическую программу выпуска  $N_{\text{кр}}$ , при которой затраты по обоим вариантам равны

$$S_{v1} N_{\text{кр}} + S_{c1} = S_{v2} \cdot N_{\text{кр}} + S_{c2}$$

откуда

$$N_{\text{кр}} = \frac{S_{c2} + S_{c1}}{S_{v1} - S_{v2}}$$

В третьем случае, когда анализируются варианты, требующие дополнительных капитальных вложений, сравнительный анализ ведут по приведенным затратам, выбирая вариант, обеспечивающий их минимальное значение (формула 2.54)

$$S_{Tl} + EK_l \rightarrow \min \quad (2.54)$$

где  $S_{Ti}$  – технологическая стоимость, р/шт.;

$E$  – коэффициент экономической эффективности;  $K$  – удельные капитальные затраты, р/шт. за год.

## Раздел 2. Организация вспомогательных цехов и служб предприятия

### Тема 2.1. Организация ремонтного и инструментального хозяйства (Лекция-дискуссия – 4 час.)

Организация ремонтного хозяйства.

Современные предприятия оснащены дорогостоящим и разнообразным оборудованием, установками, механизмами, транспортными средствами и другими видами основных фондов. В процессе эксплуатации оборудование теряет свои рабочие качества, главным образом, из-за износа и разрушения отдельных деталей или их поверхностных слоев, что приводит к снижению точности, производительности, а при несвоевременном ремонте создаются предпосылки прогрессирующего износа оборудования, снижения качества выпускаемой продукции, вплоть до выпуска брака и возможного аварийного состояния оборудования.

В целях ликвидации износа и поддержания оборудования в нормальном работоспособном состоянии необходимо своевременно и качественно заменить износившиеся части или восстановить их первоначальные свойства и размеры, проводить регулирование и выверку всех координат агрегата.

Все виды ремонта основных фондов должны производиться в предупредительном порядке. Организационные и технические мероприятия для профилактического ухода и надзора призваны предотвращать преждевременный износ и аварии, поддерживать основное оборудование в состоянии эксплуатационной готовности.

Функции поддержания оборудования в исправном состоянии на предприятии выполняются специальной службой – ремонтным хозяйством, осуществляющим все виды ремонта, модернизацию и межремонтное обслуживание оборудования.

Основными задачами ремонтного хозяйства предприятия являются обеспечение нормальной работоспособности оборудования, сокращение времени и затрат на ремонт.

Улучшение использования оборудования, сокращение его простоев предопределяется уровнем организации ремонта оборудования. Поддержание оборудования в постоянном рабочем состоянии осуществляется с помощью системы планово- предупредительных ремонтов (ППР). Система ППР предусматривает выполнение следующих видов работ по технологическому обслуживанию и ремонту оборудования.

1. Технологическое обслуживание, включающее наблюдение за правилами эксплуатации оборудования и устранение мелких неисправностей (выполняется основными рабочими и дежурными ремонтным персоналом), а также осмотры между плановыми ремонтами оборудования, которые проводятся слесарями- ремонтниками с целью проверки состояния оборудования, устранения небольших неисправностей и определения характера и объема подготовительных работ, необходимых при проведении очередного планового ремонта.

2. Плановые ремонты:

текущий ремонт Т,  
средний ремонт С,  
капитальный ремонт К.

Неплановый ремонт – это ремонт, осуществляемый в неплановом порядке, по потребности. Трудовые материальные ресурсы и время простоя оборудования в неплановом ремонте устанавливаются нормами Типовой системы.

Плановый ремонт предусматривает три вида ремонтов: текущий, средний и капитальный.

Текущий ремонт (Т) – это ремонт, выполняемый для обеспечения или восполнения работоспособности оборудования или состоящий в замене и восстановлении отдельных частей.

Средний ремонт (С) – это ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контроля технического состояния их составных частей (осуществляется в объеме, устанавливаемом в нормативно-технической документации).

Капитальный ремонт (К) – это ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановления ресурса изделия с за меной или восстановлением любых его частей, включая базовые.

Проектирование организации ремонта оборудования в цехе, на участке включает выполнение следующих основных расчетов:

Определение категории сложности ремонта каждого станка и общего количества ремонтных единиц сложности оборудования.

Категория сложности ремонта станка  $R_{ст}$  характеризует степень сложности его ремонта. Для оценки категории сложности ремонта и определения общего количества ремонтных единиц  $\square$  чст в качестве эталона принят токорно-винторезный станок 1GK20.

$$\Sigma \chi_{ст} = \Sigma \chi_1 + \Sigma \chi_2 + \dots + \Sigma \chi_n, \quad (3.1)$$

где  $\Sigma \chi_1$ ,  $\Sigma \chi_2$ , ...,  $\Sigma \chi_n$  – приведенное количество ремонтных единиц по каждой группе однотипного оборудования.

$$\Sigma \chi_1 = c_1 R_{ст}, \quad (3.2)$$

где  $c_1$  – число единиц установленного оборудования данного типа;

$R_{ст}$  – средняя категория сложности ремонта одного станка данного типа.

Установление структуры и продолжительности ремонтного цикла  $T_{рц}$ (год)

$$T_{рц} = \frac{A \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4}{F}, \quad (3.3)$$

Где  $A$  – нормативная величина ремонтного цикла, ч;

$\beta_1$  – коэффициент, учитывающий тип производства;

$\beta_2$  – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации станка;

$\beta_3$  – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала;

$\beta_4$  – коэффициент, учитывающий характеристику станка (массу);

$F_{\text{Э}}$  – эффективный фонд времени работы станка в течение года, ч.

Под структурой ремонтного цикла понимается количество и последовательность проведения осмотров оборудования, текущих  $T$  и средних ремонтов  $C$  в период между двумя капитальными ремонтами  $K$  или между вводом в эксплуатацию и первым капитальным ремонтом станка. Например, структура ремонтного цикла для легких и средних станков массой до 10т имеет следующий вид:

$K=O-T-O-T-O-C-O-T-O-T-O-C-O-T-O-T-O-K$

Данная структура включает один капитальный, два средних, шесть текущих ремонтов и девять осмотров.

Определение продолжительности межремонтного и межосмотрового периодов.

Межремонтный период характеризуется промежутком времени между двумя очередными ремонтами.

$$T_{mp} = T_{p.c} \cdot n_c + n_T + 1, \quad (3.4)$$

где  $n_c$  и  $n_T$  – число средних и текущих ремонтов,

Межосмотровый период

$$T_{mo} = T_{p.c} \cdot n_c + n_T + n_o + 1, \quad (3.5)$$

Где  $n_o$  – число осмотров в ремонтном цикле

Определение среднегодового объема ремонтных работ и работ по техническому обслуживанию оборудования.

Среднегодовой объем ремонтных работ ( $Q$ )  $Q_{г.р.}$  как в целом, так и по видам работ (слесарные, станочные и прочие) определяют по формуле

$$Q_{г.р.} = \frac{q_k \cdot n_k + q_c \cdot n_c + q_T \cdot n_T + q_o \cdot n_o}{T_{p.л.}} \cdot \sum \chi_{cm}, \quad (3.6)$$

Где  $q_k, q_c, q_T, q_o$  – трудоемкость (общая или по видам работы) соответственно капитального, среднего, текущего ремонтов и осмотров на одну ремонтную единицу, ч;

$n_k, n_c, n_T, n_o$  – количество соответственно капитальных, средних, текущих ремонтов и осмотров в соответствии со структурой ремонтного цикла;

$\sum \chi_{cm}$  – общее количество ремонтных единиц установленного на участке оборудования.

Годовой объем работ по техническому обслуживанию ( $Q$ )

оборудования по видам работ определяется по формуле

$$Q_{г.о.} = \frac{F_{\text{Э}} \cdot m \cdot \sum \chi_{cm}}{H}, \quad (3.7)$$

где  $F_{\text{Э}}$  – эффективный годовой фонд времени одного рабочего, ч;  $m$  – число смен работы оборудования в сутки;

$H$  – норма обслуживания одного рабочего в одну смену для станочных, слесарных, смазочных работ.

Общий годовой объем работ

$$Q = Q_{г.р.} + Q_{г.о.} \quad (3.8)$$

5. Расчет числа станков в ремонтно-механическом цехе, необходимого для выполнения ремонтных работ на участке.

Общее число станков  $C_p$ , необходимое для выполнения ремонтных работ и работ по техническому обслуживанию, рассчитывают по формуле

$$C_p = \frac{Q_{г.р.ст} + Q_{г.о.ст}}{F_{\text{Э}} K}, \quad (3.9)$$

где  $Q_{г.р.ст.}$  – среднегодовой объем станочных работ по ремонту станков, ч;

$Q_{г.о.ст.}$  – годовой объем станочных работ по техническому обслуживанию, ч;

$F_{\text{Э}}$  – годовой эффективный фонд времени работы станка, ч;

$K$  – коэффициент сменности работы оборудования в ремонтно-механическом цехе ( $K=0.8:1.2$ ).

Определение численности ремонтных рабочих, необходимых для ремонта и технического обслуживания оборудования. Число ремонтных рабочих по видам работ определяют по формуле (3.10).

$$\begin{aligned} W_{ст} &= \frac{Q_{г.р.ст.}}{F_{\text{Э}} \cdot K_{в.н.}}; \\ W_{см} &= \frac{Q_{г.р.см.}}{F_{\text{Э}} \cdot K_{в.н.}}; \\ W_{вр} &= \frac{Q_{г.р.вр.}}{F_{\text{Э}} \cdot K_{в.н.}}; \end{aligned} \quad (3.10)$$

$W_{сл}, W_{ст}, W_{вр}$  – расчетное число соответственно слесарей, станочников и других рабочих, чел.;

$Q_{г.р.сл.}, Q_{г.р.ст.}, Q_{г.р.вр.}$  – среднегодовой объем слесарных, станочных и других работ по ремонту станков, ч;

$F_{\text{Э}}$  – эффективный годовой фонд времени одного рабочего, ч;  $K_{в.н.}$  – коэффициент выполнения норм.

Для технического обслуживания станков число рабочих по видам работ определяют по формулам:

$$\begin{aligned} W_{сл} &= \frac{m \cdot \sum \chi}{H_{сл}}; & W_{см} &= \frac{m \cdot \sum \chi}{H_{см}}; \\ W_{см} &= \frac{m \cdot \sum \chi}{H_{см}}; & W_{ш} &= \frac{m \cdot \sum \chi}{H_{ш}} \end{aligned} \quad (3.11)$$

где  $W_{сл}, W_{ст}, W_{см}, W_{ш}$  – расчетное число слесарей, станочников, смазчиков и шорников, чел.;

$H_{сл}, H_{ст}, H_{см}, H_{ш}$  – норма обслуживания для одного слесаря, станочника, смазчика и шорника.

Составление плана-графика ППР оборудования по участку на год и на весь ремонтный цикл составляют на основе структуры ремонтного цикла, величин межремонтных и межосмотровых периодов, учитывая даты и вид последнего ремонта.

## Тема 2.2. Организация инструментального хозяйства (Лекция-дискуссия – 4 час.)

Значение инструментального хозяйства определяется тем, что его организация существенно влияет на качество продукции, равномерность работы участков, цехов и предприятия в целом, а также на экономическую эффективность производства. От организации инструментального хозяйства зависят ускорение цикла подготовки и освоение новых производств.

Одним из направлений технического прогресса в отраслях машиностроения является смещение формообразования в заготовительные стадии производства. Отсюда, возрастание роли таких сложных видов технологического оснащения, как штампы, пресс-формы и т. д. Использование в производстве станков с ЧПУ, автоматизированных комплексов на базе многооперационных станков с программным управлением (обрабатывающих центров) ставит задачи по созданию специального инструмента новых конструкций и высокой стойкости. Повышение уровня автоматизации производства и требований к качеству продукции увеличивает объемы применения средств "активного контроля" и других видов высокопроизводительной измерительной оснастки.

Специфика и сложность обеспечения производства технологической оснасткой и возрастание значимости оснастки в современных технологических процессах машиностроения предопределяют развертывание на каждом машиностроительном заводе инструментального

хозяйства.

Задача инструментального хозяйства – бесперебойно, в надлежащие сроки снабжать цехи, участки и рабочие места необходимым высококачественным инструментом при минимальных затратах на его изготовление, приобретение, хранение и эксплуатацию. Отсюда вытекают его основные функции – своевременное и комплектное обеспечение предприятия всеми видами технологической оснастки.

Для выполнения указанных функций инструментальное хозяйство располагает соответствующими людскими и материальными ресурсами, техническими средствами. В состав инструментального хозяйства входят инструментальный отдел, цехи по изготовлению технологической оснастки, пункты универсально- сборных приспособлений (УСП), центральный склад (склады) инструментального хозяйства, мастерские по заточке и восстановлению инструмента и приспособлений, склад абразивов, цеховые инструментально-раздаточные кладовые (ИРК).

Система инструментального хозяйства имеет двухуровневую организационную структуру. На верхнем уровне (предприятие) функционируют инструментальный отдел; инструментальные цехи, участки; центральный инструментальный склад (ЦИС); инструментальная группа при отделе материально-технического снабжения, обеспечивающая потребность в материалах для изготовления инструмента и оснащения непосредственно на предприятии, а также закупку готового инструмента и оснастки на стороне; участки восстановления инструмента. На нижнем уровне (в основных и вспомогательных цехах) создаются инструментально- раздаточные кладовые (ИРК), мастерские или участки централизованной заточки инструмента, участки текущего ремонта инструмента.

Задачей инструментальных цехов и участков является изготовление специального инструмента и оснащения, а также унифицированного и стандартного инструмента по заводским нормальям. На крупных предприятиях организуются несколько специализированных инструментальных цехов (режущего и мерительного инструмента, штампов, приспособлений и пресс-форм и др.), а на средних – единый инструментальный цех с соответствующими участками. Инструментально-раздаточные кладовые (ИРК) на нижнем уровне обеспечивают оснастку рабочие места цеха, организуют ее хранение и учет, сбор и передачу в ЦИС изношенной оснастки, сбор и передачу в ремонт оснастки и в заточку режущего инструмента.

Во внутривзаводском обороте на крупных предприятиях машиностроения участвуют сотни тысяч видов различной технологической оснастки. В данных условиях возникает необходимость автоматизации обработки информации по инструментальному обслуживанию. В решении этой задачи существенное значение имеет единая система классификации и кодирования технологической оснастки, удовлетворяющая основным требованиям бухгалтерского учета и автоматизации вычислительных работ.

Классификация имеет целью группировку технологической оснастки в соответствии с ее производственно-технологическим назначением и конструктивными способностями.

Индексация состоит в присвоении каждому типоразмеру оснастки условного обозначения – шифре, образуемого по специальной системе, соответствующей принятой классификации.

Нормаль машиностроения (МН-74-59) предусматривает 4 ступени классификации инструмента и приспособлений: группы, подгруппы, виды, разновидности и присвоение каждой классификационной ступени соответствующей цифровой характеристики.

Шифр оснастки обычно состоит из 8 цифр. Первые четыре определяют эксплуатационно-конструктивную характеристику данной разновидности оснастки и образуются по следующей схеме:

- номер группы,
- номер подгруппы,
- номер вида и разновидности.

Вторая часть цифрового шифра является порядковым номером типоразмера конкретной конструкции технологической оснастки в нормальях или порядковым регистрационным номером специальной технологической оснастки.

Классификация и индексация, кроме систематизации сведений о применяемой на заводе оснастке, позволяет ввести единую терминологию наименований и обозначений и существенно упростить на этой основе планирование, учет и комплектование оснастки, организовать ее рациональное хранение и выдачу на рабочие места, облегчить работу по организации производства, ремонта и восстановления технологической оснастки.

Потребность предприятия в оснастке складывается из расходного и оборотного фондов.

Расходный фонд составляет ту часть оснастки, которая будет израсходована для обработки заданного выпуска.

Оборотный фонд – запасы, необходимые для бесперебойного обеспечения оснасткой цехов основного производства.

Если принять оборотный фонд за 100%, то он примерно распределяется так:

- 70% запасов находится на центральном складе;
- 20% в инструментально-раздаточных кладовых, которые имеются в каждом цехе;
- 5% - на рабочих местах;
- 5% - в ремонте и заточке.

Предприятию устанавливается норма запасов оснастки. Обычно размер запасов составляет 5-6 месячную потребность в оснастке.

Планирование оснастки, потребной для обработки заданного выпуска (расходного фонда) может производиться несколькими методами.

Укрупненный метод. На основе отчетных данных о расходе различных видов оснастки за прошлый год составляются расходные нормативы, по которым определяется потребность оснастки на следующий год. При разработке расходных нормативов следует, используя отчетные данные, исключить повышенный процент необработанных поломок.

Этот способ определения расходного фонда применим на заводах с установившейся номенклатурой выпускаемой продукции.

Метод планирования потребности по картам типового оснащения используется в условиях мелкосерийного производства с переменной номенклатурой продукции.

Метод прямого расчета является наиболее точным. Определение потребности производится по каждому виду оснастки путем расчета потребного количества режущего, измерительного инструмента, штампов и т.д.

Расчет количества каждого вида режущего инструмента  $H_p$  производится по формуле 3.12:

$$H_p = \frac{N_u T_u}{T_c \left( \frac{L_u}{l} + 1 \right) \left( 1 - \frac{d_u}{100} \right)}, \quad (3.12)$$

Где  $N_u$  – годовой выпуск, обрабатываемый данным инструментом, шт.

$T_m$  – машинное время для обработки единицы выпуска, ч (мин).

$T_c$  – стойкость инструмента (время от заточки до переточки), ч (мин).

$L_u$  – длина режущей части инструмента, подвергаемая переточке, мм.

$l$  – величина стачиваемого слоя за каждую переточку (прибавляется первая заточка после изготовления), мм.

$d_u$  – преждевременные поломки инструмента, % (значения  $d_u$ : резцы 5-10; сверла 5-10; фрезы 8-12; зенкеры 5-12; метчики 10-15; долбяки 10-15).

Определение потребности в нормализованном измерительном инструменте  $H_u$  производится по формуле (3.13):

$$H_u = \frac{qn_z K_\epsilon}{n_u}, \quad (3.13)$$

где  $q$  – количество деталей, которое будет измеряться инструментом.

$n_z$  – количество замеров, приходящихся на единицу выпуска.

$K_\epsilon$  – коэффициент выборочности контроля.

$n_u$  – количество замеров, которое до полного износа может выдержать данный вид измерительного инструмента в зависимости от обрабатываемого материала и чистоты обработки (берется по справочнику).

Потребность в штампах  $H_{шт}$  для обработки заданного выпуска определяется по формуле:

$$P_{шт} = \frac{N_u \cdot q_1}{a_m \cdot n_3}, \quad (3.14)$$

где  $q$  – потребное количество ударов штампов на единицу выпуска.

$a_t$  – стойкость штампа в обрабатываемых деталях до заточки.

$n_3$  – количество заточек, которое может выдержать штамп.

Планирование запасов оснастки (оборотного фонда).

Совокупность запасов на ЦИС и цеховых запасов в цеховых инструментально раздаточных кладовых (ИРК), на рабочих местах, на заточке и ремонте образует общезаводской оборотный фонд.

В единичном и мелкосерийном производстве оборотный фонд определяется укрупненно в зависимости от месячного потребления каждого вида оснащения и числа рабочих мест, одновременно потребляющих данный вид оснастки. В крупносерийном и массовом производстве величина оборотного фонда определяется методом расчета.

Внутри оборотного фонда различают запас:

максимальный,  
минимальный.

Максимальный запас периодически убывает и, достигнув некоторого минимума должен снова наполняться. Очень важно знать время наполнения запаса – так называемую «точку заказа», т.е. иметь размер запаса, которого хватит на время необходимого для его возобновления. Расчет минимального запаса определяется по формуле (3.15):

$$z_{\min} = \left[ 2CK + \frac{CKT_{шт}}{T_c \cdot T_{шт}} \right] \cdot \left( 1 + \frac{V}{100} \right), \quad (3.15)$$

где  $C$  – количество станков, на которых потребляется данный инструмент.

$K$  – показатель многолезвостности (количество инструментов, потребляемых одновременно);

$T_{зат}$  – длительность заточки, ч;

$T_c$  – стойкость инструмента, ч;

$T_{шт}/T_{маш}$  – среднее отношение величины машинного времени;  $V$  – процент страховых запасов (обычно принимают 50-70%) Запас «точка заказа» определяется по формуле 3.16

$$Z_{т.з.} = 3\min + TQ, \quad (3.16)$$

Где  $T$  – длительность изготовления инструмента, мес.

$Q$  – месячный расход инструмента.

Максимальный запас определяется по формуле 3.17:

$$Z_{\max} = 3\min + a \cdot Q, \quad (3.17)$$

где  $a$  – число месяцев, через которые подается новый инструмент.

Размер оборотных средств, необходимых на потребление и замену оснастки, составляет от 15-40% суммы оборотных средств предприятия. Важнейшей задачей является борьба за сокращение размеров запасов инструмента путем внедрения организационно-технических мероприятий:

повышение стойкости,  
уменьшение времени на перезаточку,  
более быстрого изготовления инструмента и др.

### Тема 2.3. Организация энергетического хозяйства, транспортно-материального обслуживания и складского хозяйства (Лекция-дискуссия – 2 час.)

Основными задачами энергетического хозяйства на предприятии являются:

бесперебойное и надежное обеспечение производства всеми видами энергии высокого качества;

внедрение современной энергетической техники;

наиболее полное использование мощности энергоустановок, энергетических коммуникаций и сетей, а также поддержание их в надлежащем состоянии;

недопущение потерь и соблюдение режима экономии энергии и топлива;

неуклонное повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции в энергетическом хозяйстве.

Удельный вес основных фондов энергетического хозяйства в общем объеме основных фондов предприятия составляет 15-25%.

Энергетическое хозяйство крупных предприятий находится в ведении главного энергетика, а на небольших – в ведении главного механика.

В состав отдела главного энергетика крупного предприятия обычно входят бюро или группы:

энергоиспользования – занимается вопросами сводного энергетического учета, нормирования расхода энергетических ресурсов, планирования энергоснабжения и составлением энергетических балансов;

энергооборудования – ее задачей является организация ПНР энергетического оборудования;

электрическая и тепловая лаборатории – организуют и проводят исследовательскую работу по снижению расхода топлива и энергии, разрабатывают и внедряют рациональные режимы работы энергетического оборудования, разрабатывают технически обоснованные нормы потребления энергии и контролируют их выполнение, осуществляют контроль за производством и использованием энергии и энергоресурсов.

Обеспечение бесперебойного питания завода необходимыми энергоресурсами возлагается на дежурных инженеров, руководящих эксплуатацией всего энергохозяйства в течении смены.

Основными видами энергии, потребляемой предприятиями, являются:

силовая (двигательная),

технологическая,

осветительная,

тепловая (пар, горячая вода, тепло отходящих газов, энергия сжатого воздуха и др.)

В зависимости от способа организации энергоснабжения различают три группы предприятий:

самостоятельно производящие все виды необходимой им энергии на заводской ТЭЦ;

получающие электроэнергию со стороны, а тепловую – от заводской котельной;

получающие все виды электроэнергии со стороны от районных энергетических сетей, тепловых сетей, газоснабжения.

Наиболее экономически целесообразным является централизованная система энергоснабжения, при которой завод получает все виды энергии со стороны. Это обусловлено тем, что совмещенная выработка тепловой и электрической энергии на районной ТЭЦ значительно снижает расходы топлива на выработку единицы электроэнергии.

Для энергоснабжения заводов используются также энергетические отходы производства, т.е. вторичные энергетические ресурсы. Например, установка котлов-утилизаторов при мартеновских печах позволяет получать без дополнительного расхода до 400 кг пара на 1 т выплавляемой стали и интенсифицировать процесс плавки.

Основой рациональной организации энергетического хозяйства на предприятии является правильное планирование производства и потребления энергоресурсов.

Планирование работы энергетического хозяйства основывается на балансовой методе. Он даст возможность рассчитывать

потребность предприятия в различных видах топлива и энергии, исходя из объема производства и прогрессивных норм, а так же определять наиболее рациональные источники покрытия этой потребности.

Энергетические балансы классифицируют:

по назначению (перспективные, плановые, отчетные);

по степени охвата:

сводные (по заводу, цеху)

частные (по отдельным агрегатам, по видам)

Перспективные балансы составляются на длительный срок и служат технико-экономической основой для проектирования рациональных систем энергоснабжения предприятия, обоснования сооружения новых и реконструкции существующих энергоустановок и сетевого хозяйства предприятия.

Текущие плановые балансы составляются на год с разбивкой по кварталам и являются основной формой планирования потребления и использования энергоресурсов.

Отчетные балансы служат средством контроля потребления энергоресурсов и выполнения плановых балансов, а также основными материалами для анализа использования всех видов энергии.

Составление баланса начинается с его расходной части:

вначале рассчитывается потребность во всех видах энергии и топлива основного и вспомогательного производства и расход энергии и топлива на отопление, вентиляцию, освещение, хозяйственно-бытовые и непроизводственные нужды;

затем определяются нормальные (допускаемые) величины потерь энергии в сетях и суммарное потребление энергии.

На этой основе составляются годовые графики нагрузки предприятия по различным видам энергии и энергоресурсов.

Разработка приходной части включает:

определение производственных ресурсов своих генерирующих установок и получение топлива различных видов и марок энергии извне;

проектирование режимов работы своих генерирующих установок (для разбивки суммарных графиков нагрузки между агрегатами);

определение размера покрытия потребности за счет собственного производства, получения со стороны и использование вторичных энергоресурсов, определение количества энергии, которая может быть отпущена на сторону.

Далее разрабатываются энергетических балансы генерирующих установок и рассчитываются технико-экономические показатели работы. Для составления отчетных энергобалансов необходим точный учет расхода топлива и энергоресурсов.

Базой для планирования потребности в топливе, электроэнергии и других энергоресурсов являются расходные нормы. Они устанавливаются из расчета величины затрат соответствующего вида энергии на:

единицу продукции;

единицу времени работы;

единицу площади или кубатуры зданий.

Потребность в каждом виде энергии определяется путем умножения расходной нормы на количество выпускаемой продукции или на продолжительность работы соответствующих цехов и агрегатов.

Количество требуемой в плановом периоде электроэнергии определяется в зависимости от установленной в цехах мощности двигателей и агрегатов, от графика их нагрузки и коэффициента использования мощности.

Экономия электроэнергии достигается правильной эксплуатацией оборудования, предусматривающей надлежащий уход и планово-предупредительный ремонт электрооборудования, проведение систематических наружных осмотров и измерений в нагреве отдельных частей оборудования, чистку и обдувку, регулировку контактов, наблюдение за смазкой трущихся частей.

Показатели, характеризующие деятельность энергетического хозяйства сводятся к следующему:

энерговооруженность рабочих и ее эффективность,

себестоимость энергии и удельные величины энергетических затрат;

расходы энергии на единицу продукции цехов и завода в целом.

Борьба за экономию энергоресурсов должна быть массовым мероприятием, охватывающим рабочих, технологов, энергетиков.

Основными показателями, характеризующими энергетическое хозяйство завода, являются:

коэффициент энерговооруженности труда Кэл

$$K_{эл} = \frac{\sum N_{эл,уст}}{R_{см}}, \quad (3.18)$$

где  $\sum N_{эл,уст}$  – суммарная мощность электрических установок, квт. (двигателей, электроаппаратов и т.д.)

$R_{см}$  – число рабочих (работающих) в наибольшую по численности смену.

коэффициент энерговооруженности производства Кэн

$$K_{эн} = \frac{\sum N_{эн}}{\bar{б}_{осн}}, \quad (3.19)$$

где  $\sum N_{эн}$  – суммарная мощность энергетических установок, квт.

$\bar{б}_{осн}$  – стоимость основных производственных фондов или их составной части – стоимость всех видов оборудования, руб.

коэффициент энергоемкости продукции Кэп.

$$K_{эп} = \frac{Э_{факт}}{B_n}, \quad (3.20)$$

где  $Э_{факт}$  – энергия в квт, фактически затраченная на производство.

$B_n$  – выпуск продукции в тыс. руб. в неизменных ценах.

Транспортное хозяйство

Основной задачей организации и функционирования транспортного хозяйства на предприятии является своевременное и бесперебойное обслуживание производства транспортными средствами по перемещению грузов в ходе производственного процесса.

По своему назначению транспортные средства могут быть подразделены на внутренний, межцеховой и внешний транспорт.

Внешний транспорт обеспечивает связь предприятия, его материально-технических складов, складов готовой продукции с предприятиями-поставщиками, станциями ж/д, водного и воздушного транспорта.

Межцеховой транспорт выполняет функции связующего звена между цехами предприятия, его складами, службами и производственными объектами.

Внутрицеховой транспорт перемещает грузы в цехе в ходе производственного процесса. Структура производственного хозяйства зависит от многих факторов, основными из которых являются следующие:

уъем внутризаводских и внешних перевозок;

тип производства;

масса и габариты изготавливаемой продукции;

уровень кооперированных связей.

Различают транспортные средства прерывного и непрерывного действия. К транспортным средствам непрерывного действия относятся конвейеры, распространенные на предприятиях массового и крупносерийного производств.

В организационном отношении работа транспортного хозяйства строится на использовании таких понятий, как грузооборот и грузопоток.

Грузооборот представляет собой общее количество грузов, перемещаемых на территории предприятия, цеха, склада в единицу

времени в течении отчетного периода. Грузооборот складывается из отдельных грузовых потоков.

Грузовым потоком называется количество грузов, транспортируемых в единицу времени между двумя смежными пунктами.

Величина грузовых потоков зависит от организационно- производственного типа производства и может быть рассчитана в условиях постоянной номенклатуры и объемов производства на основе норм расхода материалов и величины производственной программы. Анализ грузопотоков и грузооборота за учетный период дает основание для совершенствования организации транспортного хозяйства: ликвидации чрезмерно дальних перевозок, встречных, возвратных, пустых и не полностью загруженных транспортных средств.

Если на предприятии сложились стабильные устойчивые грузопотоки, а это характерно в основном для массового производства, то перевозки осуществляются согласно графику по постоянным маршрутам и с одинаковой интенсивностью.

При неустойчивых грузопотоках в условиях серийного и единичного производства перемещения грузов возможно на основе разовых заданий или укрупненного сменного графика.

Выполнение межцеховых перевозок можно осуществить, используя одну из схем. Первая схема получила название «маятниковая», а вторая – «кольцевая».

Для первой схемы характерно одностороннее, двустороннее движение транспортных средств: ( односторонние характеризуются тем, что транспорт перемещает груз только в одну сторону, например, детали перевозятся из гальванического в строчный.) Двустороннее осуществляется путем взаимодействия цехов – перевозка деталей из механического в термический и обратно. Недостаток этой схемы, что чаще всего транспортные средства имеют максимальную загрузку только в одном направлении.

Это снижает эффективность грузоперевозок. Суть кольцевой в том, что маршрут движения составляется так, чтобы можно было, загрузившись на складе, объехать по очереди цех и вернуться на склад за новой порцией грузов.

Пример организации процесса перемещения грузов. Прежде всего, необходимо осуществить выбор средств механизации и автоматизации процессов перемещения.

Выбранные средства механизации и автоматизации должны обеспечивать:

сокращение прямых затрат труда и материальных средств на выполнение операций перемещения;

совершенствование организации производства;

сокращение потерь времени производственных рабочих, и повышение коэффициента использования технологического оборудования;

минимальное количество перегрузок;

гибкость процесса производства и способность к перестройке трассы, маршрута, темпа перемещения при изменении условий производства;

безопасность условий труда.

При выборе средств механизации и автоматизации процессов транспортировки необходимо учитывать такие факторы, как транспортные свойства грузов (габариты, масса, огне- взрывоопасность). Кроме того, следует учесть условия перемещения, в состав которых входят количество перемещаемых грузов, маршрут и расстояние перемещения, строительные характеристики зданий.

Необходимо учесть особенности выбора транспортных средств при перевозках между предприятиями, цехами, при внутри цеховых и складских перевозках.

Выбор транспортных средств при межзаводских перемещениях должен преследовать цели по сокращению стоимости транспортировки грузов, их упаковки, снижению грузовой массы, рациональной организации труда в местах разгрузки.

Стоимость транспортировки может быть снижена за счет эффективного использования транспортных средств, их вместимости и грузоподъемности, соответствия грузовой единицы размерам транспортных средств, ускорения их оборачиваемости, сохранности груза в пути.

Межцеховые перевозки требуют соблюдения таких условий, как наличие необходимого объема накопления грузов в начале и в конце маршрутов, взаимосвязь и согласованность технологии перемещения с сопряженными с ними внутрицеховыми или складскими операциями, обеспечение фронта загрузки и разгрузки и рациональной организации рабочих мест транспортных рабочих.

При организации складских перевозок необходимо учитывать номенклатуру хранимых материалов, оборачиваемость грузов, периодичность их поступления и выдачи со склада.

Выбор транспортных средств для внутрицеховых межоперационных перевозок, следует иметь в виду технологию производства и структуру производственного процесса в цехе.

Организация складского хозяйства и сбыта продукции.

В функции отдела МТС предприятия входят:

составление годовых планов снабжения и разовых заявок;

составление планов завода материалами;

реализация планов снабжения;

установление рациональной системы и методов снабжения производства;

учет контроля и регулирования хода выполнения планов снабжения;

оперативное руководство складским хозяйством;

участие в разработке мероприятий по замене дефицита и дорогостоящих материалов.

Существует три вида организации материально-технического снабжения.

Централизованная форма. При этой форме снабженческие и складские функции осуществляются единым аппаратом снабжения. (Это характерно для небольших и средних предприятий)

Система снабсклада. Особенность в наличии ряда снабженческих подразделений, снабскладов, специализирующих по группам материалов (цветных металлов, неметаллические материалы и т.д.).

Система цехснабсклада. При этой системе склад обслуживает один цех. Эта система применима там, где каждый цех потребителей только свои специфические материалы.

Основными задачами складского хозяйства предприятия является получение, хранение и выдача материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, топлива и ряда других производственных ресурсов в целях обеспечения своевременного и систематического питания ими цехов и служб предприятия.

Организация складского хозяйства включает:

определение номенклатуры и типа складских помещений;

рациональное их размещение на территории предприятия;

проектирование, строительство и оборудование складских помещений;

определение порядка их работы.

В зависимости от рода и назначения хранимых материалов на предприятиях организуются склады:

материалов;

полуфабрикатов и заготовок;

инструментов, оборудование и запасных частей к нему,;

готовой продукции;

отходов и утиля;

вспомогательных материалов (смазочных, обтирочных и т.д.);

стройматериалов;

топлива;

шихтовых и формовочных материалов.

Складские помещения классифицируются по многим признакам.

В зависимости от роли в процессе производства и подчиненности, они разделяются на:

- снабженческие – подчиненные отделу МТС, питающие производство исходными материалами, покупными полуфабрикатами и т.д.;

производственные – предназначенные для хранения полуфабрикатов собственного производства и технологической оснастки в процессе производства и подчиненные производственному или какому либо другому отделу заводоуправления;

сбытовые – подчиненные отделу сбыта и хранящие готовую продукцию, подлежащую реализации.

В зависимости от характера и номенклатуры хранимых материальных ценностей различают:

универсальные склады – хранят разнообразную по характеру и широкую номенклатуру материальных ресурсов (например, центральные материальные склады);

специализированные склады используются для хранения однородной продукции (склады лесоматериалов, чугуна и т.п.).

В зависимости от сферы обслуживания выделяют:

общезаводские склады (центральные);

прицеховые (филиалы центральных складов);

цеховые склады (подчиняющиеся начальникам цехов). По устройству помещений склады делятся на:

открытые – в них хранятся крупные, тяжеловесные материалы (крупные литые заготовки, прокат крупных профилей и т.п.). В таких складах устраивают асфальтированные или бетонированные настилы-площадки для хранения этих материалов;

полуоткрытые склады – навесы представляют собой такие же площадки, как в открытых складах, но покрытые навесом высотой до 6м. и предназначены для хранения стали, продуктового железа разных профилей и размеров, труб и др.

закрытые склады представляют собой кирпичные, бетонные и железобетонные здания, отапливаемые и не отапливаемые.

При проектировании складов особое внимание должно быть обращено на выбор наиболее эффективных средств механизации и автоматизации складских операций. Для этих целей используются типовые проектные решения, каталоги транспортных средств и средств механизации.

В зависимости от типа складов и хранения материальных ресурсов различают следующие средства механизации складских операций:

мостовые краны;

ручные и электроконтейнеры;

подвесные контейнеры;

самоходные тележки с подъемной и неподъемной платформой;

устройства элеваторного типа;

конвейерные устройства;

ленточные трансформаторы;

ковшовые нагрузчики и др.

полезная или грузовая площадь склада  $F_{пл}$  определяется по следующей формуле 3.21:

$$F_{пл} = QT/qD, \quad (3.21)$$

где  $Q$  – годовая потребность в материалах с учетом установленных норм запаса в т.;

$T$  – среднее число дней хранения;  $D$  – число рабочих дней в году;

$Q$  – грузонапряженность в  $1\text{м}^2$  пола, принимаемая в пределах  $0,75 - 1,5$  т., в зависимости от вида материалов и конструкции перекрытия.

Общая площадь склада  $F_{об}$  определяется по формуле 3.22:

$$F_{об} = F_{пл} + F_{пр} + F_{оп} + F_{кп} + F_{пт}, \quad (3.22)$$

где  $F_{пл}$  – полезная или грузовая площадь в  $\text{м}^2$ ;

$F_{пр}$  – площадь для проходов (занимает 20-50% полезной площади склада в зависимости от габаритов хранимых материалов);

$F_{оп}$  – оперативная площадь, занятая приемными, сортировочными и отпускными площадками;

$F_{кп}$  – площадь, занятая конторскими и бытовыми помещениями;

$F_{пт}$  – площадь, занятая подъемниками, лестницами, тамбурами т.п.

Подготовка к приемке продукции производится на основе плана завоза материалов. Количественная и качественная приемка осуществляется в соответствии с установленными инструкциями и требованиями, изложенными в технической документации.

После оформления приемочных документов материалы размещаются в соответствующих местах хранения, в определенном порядке, обычно – по маркам, сортам и размерам.

Наиболее ходовые материалы размещаются в непосредственной близости от отпускных площадок. Малоходовые материалы располагаются в наименее удобном месте хранения (верхние полки и т.п.), тяжелые и ходовые материалы – в наиболее удобных для выполнения складских операций местах хранения.

При размещении материалов по сортам (сортовой принцип размещения) предусматривается строгое закрепление мест хранения за каждым видом, сортом и размером материалов.

Все места хранения нумеруются и снабжаются табличками с названием и индексом материала. Подготовка материалов к выдаче производится или сразу, или по определенному плану.

Подготовка материалов включает:

резку заготовок,

раскрой листового материала,

правку прутков и т.п.

Складской учет движения запасов ведется с помощью специальной картотеки (сортовых лимитных карт), составляемой на каждый вид (сорторазмер) материалов в отдельности.

В графе «Остаток» карты учета указывается наличие данного материала на каждый день. По этой графе можно выявить соответствие фактического наличия материалов установленному нормативному запасу. В сортовых лимитных картах запись поступления производится на основании приемных актов, накладных

и т.д., а записи о выдаче – на основании требований цеховых лимитных карт и других документов.

Правильно поставленный на складах и в кладовых учет позволяет обеспечить сохранность материалов и знать наличие их на каждый день. Надлежащая организация учета дает возможность не допускать резких отклонений величин хранимых запасов от установленных норм.

Совершенствование работы складов направлено на обеспечение производства необходимыми материальными ресурсами и снижение затрат на производство путем расширения масштабов и улучшение качества подготовки материальных ресурсов к выдаче в производство, усиление контроля за расходом материалов, участие в разработке норм расхода и запасов и т.д.

Значительные резервы сокращения затрат на производство связаны с совершенствованием тарного хозяйства.

Организация тарного хозяйства включает приобретение ими проектирование и изготовление тары, хранение и учет движения, выдачу в производство и организацию ремонта.

В производстве используются самые разнообразные виды тары:

жесткая, мягкая;

полужесткая, деревянная;

металлическая, стеклянная;

разборная, неразборная;

стандартная, нестандартная;

однократного и многократного использования.

Основными направлениями совершенствования тарного хозяйства являются:

разработка наиболее эффективных и экономичных типов конструкций тары;

организация централизованного его производства и рациональной эксплуатации.  
Особое внимание должно быть обращено на разработку конструкций и изготовление «сквозной» тары, которая может использоваться на различных этапах производственного процесса

(для хранения на складах и у рабочих мест и для транспортировки).

Использование унифицированной тары позволяет:

повышать число перевозок груза,

повышать уровень механизации и автоматизации на грузо- разгрузочных и складских операции,

сокращать расходы на транспортировку,

сократить количество кладовщиков,

высвободить производственную площадь и транспортные средства.

Сбыт представляет собой комплекс работ на рациональной организации поставок продукции потребителю.

Главная задача сбытовых органов предприятия состоит в организации равномерного выполнения плана по реализации продукции путем четкой и планомерной поставки ее потребителям и систематического снижения затрат по сбыту.

В соответствии с этой главной задачей функции сбытовых органов состоят:

в заключении договоров на сбыт готовой продукции;

организации учета и контроля за их выполнением;

разработке плана реализации и календарных графиков отгрузки готовой продукции;

организации приема, хранения, комплектования, консервации, упаковки и отгрузки продукции;

участие в изучении спроса на продукцию и связанном с ним изучении качества продукции в процессе ее эксплуатации.

В результате появляется возможность помечать перспективы изменения масштабов выпуска продукции и разрабатывать мероприятия по улучшению ее качества. В числе важнейших элементов этой работы можно назвать организацию сбора и систематизацию технической информации, организацию рекламы и т.п.

Организация соответствующей информации и рекламы, постоянная связь с потребителями, информация администрации завода и соответствующих отделов об изменении спроса, пожеланиях потребителей в области повышения качества и изменении ассортимента продукции позволяет своевременно и правильно формировать производственную программу и обеспечивать нормальный сбыт готовой продукции.

Важнейшим элементом этой работы является заключение договоров на сбыт готовой продукции, которые должны быть теснейшим образом увязаны с планом производства.

При разработке плана реализации определяются сроки и объемы поставок по каждому потребителю и виду продукции, виду транспорта и т.п.

### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Расчет массово-поточного производства (однопредметные линии)	11	-
2	1.	Расчет непрерывно-поточной линии с рабочим конвейером	11	-
3	1.	Расчет непрерывно-поточной линии с распределительным конвейером	12	-
<b>ИТОГО</b>			<b>34</b>	-

### 4.4. Семинары / Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ПК</i>					
			16	17				
<b>1.</b> Подготовка и организация высокотехнологичного производства		61	+	+	2	30,5	Лк, ЛР, СР	зачет
<b>2.</b> Организация вспомогательных цехов и служб предприятия		47	+	+	2	23,5	Лк, СР	зачет
<b><i>всего часов</i></b>		<b>108</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>108</b>	-	-

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основы механосборочного производства : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 292 с.

2. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Тимирязев [и др.]. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 384 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50682>.

3. Организация, планирование и управление производством: учебно-методическое пособие для вузов / Н. И. Новицкий, В. П. Пашуто. - Москва: Финансы и статистика, 2006. - 576 с.

4. Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3722>.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование издания	Вид занятия	Кол-во экз. в библ., шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
<b>Основная литература</b>				
1.	Основы механосборочного производства : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 292 с. - ISBN 978-5-94178-1 90-4	Лк, ЛР, СР	6	0,5
2.	Проектирование технологических процессов машиностроительных производств [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Тимирязев [и др.]. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 384 с. - Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/50682">https://e.lanbook.com/book/50682</a> .	Лк, СР	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Организация, планирование и управление производством: учебно-методическое пособие для вузов / Н. И. Новицкий, В. П. Пашуто. - Москва: Финансы и статистика, 2006. - 576 с. - ISBN 5279026913	Лк, ЛР, СР	25	1
4.	Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. - Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/3722">https://e.lanbook.com/book/3722</a> .	Лк, ЛР, СР	ЭР	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ [http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).

2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>.

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>.

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>.

5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>.

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/>.

8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендуемый режим и характер учебной работы по проработке лекционного материала заключается в освоении на практике и совершенствовании знаний необходимых для проектирования автоматического производства, поточных линий и гибких производственных систем.

При оформлении отчетов по лабораторным работам следует особое внимание обращать на принципы и задачи проектирования современного высокоэффективного автоматического или автоматизированного производства.

Желательно обладать навыками применения полученных знаний при проектировании поточных линий и гибких производственных систем. Следует использовать научные результаты и известные научные методы и способы для решения новых научных и технических проблем, и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств.

## 9.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

### Лабораторная работа №1

#### Расчет массово-поточного производства (однопредметные линии)

##### Цель работы:

Практическое ознакомление с этапами проектирования массово-поточного производства однопредметных автоматических линий.

##### Задание:

1. Ознакомиться с основными терминами и определениями.
2. Изучить методику проектирования поточного производства данного типа.
3. Произвести все необходимые расчеты.
5. Оформить отчет.

##### Порядок выполнения:

1. Проработать все пункты задания.
2. Внести все пункты задания в отчет.
3. Ответить на вопросы самопроверки.
4. Оформить и защитить отчет.

##### Задания для самостоятельной работы:

Для массово-поточного производства характерны однопредметные линии, т.е. линии, на которых обрабатываются изделия одного наименования и каждое рабочее место специализировано на выполнении одной детали-операции.

Наиболее распространенными формами организации однопредметных линий являются непрерывно-поточные линии с применением рабочих или распределительных конвейеров, автоматические поточные линии, прямоточное (прерывно-поточное) производство и поточное производство при неподвижном изделии, но с периодическим переходом рабочих или специализированных бригад от одного изделия к другому (стационарный поток).

Синхронизация операций. Для непрерывно-поточного производства обязательным условием является равенство операционных циклов, при котором продолжительность отдельных операций должна быть равна или кратна такту линии, т.е.

$$\frac{t_1}{C_1} = \frac{t_2}{C_2} = \frac{t_3}{C_3} = \dots = \frac{t_n}{C_n} = r.$$

Процесс согласования длительности операций с тактом (ритмом) поточной линии называется синхронизацией операций. Синхронизация обычно выполняется в два этапа:

1. На стадии проектирования процесса – предварительная синхронизация (грубая);
2. В процессе отладки линии в производственных условиях – окончательная синхронизация (точная).

Синхронизация обеспечивается разнообразными техническими и организационными мероприятиями.

При предварительной синхронизации операции проектируются путём комбинирования (разделения или соединения) переходов; предусматривается повышение режимов обработки, применение высокопроизводительного оборудования, оснастки и т.д. В процессе проектирования при синхронизации допускаются отклонения от такта в пределах 10-12 % (как правило, в сторону его превышения). Эти отклонения устраняются при отладке линии в цеховых условиях следующими способами:

- путём дополнительной механизации труда на рабочих местах;
- дальнейшей интенсификацией режимов;
- применением комбинированного инструмента;
- лучшей организацией и обслуживанием рабочего места;
- индивидуальным подбором рабочих на недогруженные операции;
- введением вспомогательных рабочих.

Ниже приведён пример предварительной синхронизации сборочного процесса при  $r = 5$  мин.

Таблица 1

Пример предварительной синхронизации сборочного процесса

Исходные операции	1		2	3	4	5	6	7				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Продолжительность переходов, мин	2.1	3.2	1.7	3.4	1.9	3.9	4.0	2.2	3.2	3.7	2.3	4.2
Проектируемые операции	1		2	3			4	5				
Продолжительность операций, мин.	5.3		5.1	9.8			5.4	10.2				

##### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Лабораторная работа выполняется на базе информации по выбранной тематике исследования, собранной бакалаврами самостоятельно. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

##### Основная литература

1. Основы механосборочного производства : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 292 с. - ISBN 978-5-94178-1 90-4

##### Дополнительная литература

2. Организация, планирование и управление производством: учебно-методическое пособие для вузов / Н. И. Новицкий, В. П. Пашуто. - Москва: Финансы и статистика, 2006. - 576 с. - ISBN 5279026913

3. Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3722>.

##### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дать определение однопредметной линии.
2. Что такое синхронизация операций?
3. Этапы синхронизации операций.
4. Способы отладки однопредметных поточных линий.

## Лабораторная работа №2

### Расчет непрерывно-поточной линии с рабочим конвейером

#### Цель работы:

Практическое ознакомление с этапами проектирования непрерывно-поточных линий с рабочим конвейером.

#### Задание:

1. Ознакомиться с основными терминами и определениями.
2. Изучить методику проектирования поточного производства данного типа.
3. Произвести все необходимые расчеты.
5. Оформить отчет.

#### Порядок выполнения:

1. Проработать все пункты задания.
2. Внести все пункты задания в отчет.
3. Ответить на вопросы самопроверки.
4. Оформить и защитить отчет.

#### Задания для самостоятельной работы:

Исходным моментом проектирования поточной линии является расчёт такта  $r$ .

**Тактом линии** называется период времени, отделяющий выпуск или запуск одного предмета труда от выпуска или запуска следующего за ним. Таким образом, **такт** – это интервал времени между запуском (или выпуском) двух смежных изделий на линии. Он определяется по формуле:

$$r = \frac{F_{эф}}{N_3} \text{ (мин.)},$$

где  $F_{эф}$  – действительный фонд времени работы линии за определённый период (месяц, сутки, смену) с учётом потерь на капитальный ремонт оборудования и регламентированные перерывы, мин.;  $N_3$  – программа запуска за тот же период времени, шт.

При передаче на потоке предметов труда партиями  $p$  период времени, отделяющий выпуск (запуск) одной партии от последующей за ней, называют **ритмом линии  $R$**  (тактом партии):

$$R = pr.$$

Число рабочих мест (расчётное) по операциям определяется по формуле

$$C_p = \frac{t_{ш}}{r},$$

Где  $t_{ш}$  – норма времени на операцию.

Принятое число рабочих мест  $C_{пр}$  определяется округлением расчётного количества до ближайшего целого числа.

При этом учитывается, что на стадии проектирования линий допускается перегрузка в пределах 10-12 % на каждое место. Эта перегрузка может быть снята в процессе отладки линии в цеховых условиях.

Коэффициент загрузки рабочих мест  $k_s$  определяется по формуле

$$k_s = \frac{C_p}{C_{пр}}.$$

Расстояние между предметами на рабочем конвейере  $l_o$  (шаг конвейера) определяется с учётом габарита и веса изделия, удобства расположения рабочих мест на линии и допустимой скорости движения конвейера.

Минимальная величина шага определяется габаритами изделия и необходимым зазором между смежными изделиями.

Максимальная величина шага лимитируется допустимой скоростью движения конвейера.

Скорость движения конвейера  $v$  устанавливается соответственно такту поточной линии:

$$v = \frac{l_o}{r} \text{ (м / мин.)}.$$

В случае передачи изделий передаточными партиями она определяется по формуле

$$v = \frac{l_o}{rp} = \frac{l_o}{R} \text{ (м / мин.)}.$$

Наиболее удобная для работы скорость движения рабочего конвейера 0,1-0,8 м/мин., допустимая – до 3,5 м/мин.

Для поддержания ритма работы на рабочих местах устанавливают рабочие зоны операций (станции). Зона представляет собой участок конвейера, на котором выполняется операция. Границы этих зон целесообразно отмечать какими-либо знаками на неподвижной части транспортёра или на полу.

Нормальная длина зоны операции определяется по формуле:

$$l_{н} = l_o \frac{t_{ш}}{r} = l_o C_i$$

Где  $C_i$  – число рабочих мест на операции.

На операциях, где время её фактического выполнения может значительно отклоняться от нормы (хотя бы один раз) предусматриваются дополнительные, резервные зоны.

Величина резервной зоны определяется по формуле:

$$l_{рез_i} = \sigma_i l_{н_i}$$

Где  $\sigma_i$  – коэффициент отклонения времени (максимальной фактической задержки) при выполнении операции.

$$\sigma_i = \frac{t_{max_i} - t_{н_i}}{t_{н_i}},$$

тогда

$$l_{рез_i} = \frac{t_{max_i} - t_{н_i}}{t_{н_i}} l_{н_i}.$$

С учётом скорости движения транспортёра длина резервной зоны определяется по формуле:

$$l_{рез_i} = (t_{max_i} - t_{н_i}) v.$$

Резервная зона принимается в числе целых делений  $\Delta_i$ , прибавляемых к нормальной операции:

$$l_{рез i} = \Delta_i l_o$$

В целом длина рабочей зоны операции будет определяться по формуле:

$$l_p = l_n + l_{рез} = l_o (C_i + \Delta_i).$$

Можно считать сразу увеличенную зону по формуле:

$$l_{ye_i} = \frac{t_{max}}{r} \quad (\text{целое число шагов}).$$

Длина рабочей части конвейера равна

$$L_p = \sum_1^m l_p = \sum_1^m l_o C_i + \sum l_{рез} = l_o \sum_1^m (C_i + \Delta_i),$$

Где  $m$  – количество операций, выполняемых на потоке.

Длина замкнутой ленты (цепи) конвейера определяется исходя из конструктивных особенностей транспортёра (рис.8):

$$L_n = 2L_p + 2\pi R_1,$$

Где  $R_1$  – радиус натяжной звёздочки (устройства).

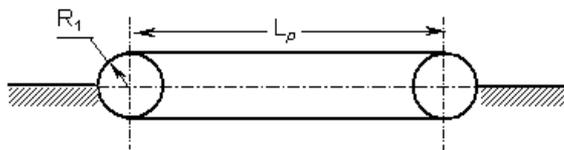


Рис. 1. Схема транспортера

Длительность цикла технологических и контрольных операций (технологического цикла) обработки одной детали равна:

$$T'_y = \frac{r(\sum C_m + \sum C_k) + \sum l_{рез}}{60v} \quad (\text{час.}),$$

Где  $C_m$  – число рабочих мест на операциях технологического процесса;  $C_k$  – число рабочих мест на контрольных операциях;  $\sum l_{рез}$  – общая длина резервных зон на линии.

Если детали передаются партиями, то длительность технологического цикла обработки партии определяется по формуле

$$T'_y = \frac{rp(\sum C_m + \sum C_k) + \sum l_{рез}}{60v} \quad (\text{час.}),$$

Если партии (детали) снимаются с конвейера для выполнения операции, то технологический цикл удлиняется, т.е. время транспортировки не перекрывается временем выполнения операции. В этом случае длительность цикла равна

$$T'_y = \frac{rp(2\sum C - 1) + \sum l_{рез}}{60v} \quad (\text{час.}),$$

Где  $C$  – общее число рабочих мест на линии.

Длительность технологического цикла обработки любого количества деталей  $n$  на линии будет определяться по формуле

$$T_y = nr + (n - p)r \sum_1^{m-1} C$$

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Лабораторная работа выполняется на базе информации по выбранной тематике исследования, собранной бакалаврами самостоятельно. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Основная литература

1. Основы механосборочного производства : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 292 с. - ISBN 978-5-94178-1 90-4

#### Дополнительная литература

2. Организация, планирование и управление производством: учебно-методическое пособие для вузов / Н. И. Новицкий, В. П. Пашуто. - Москва: Финансы и статистика, 2006. - 576 с. - ISBN 5279026913

3. Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3722>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дать определение непрерывно-поточным линиям.
2. Что называется тактом линии?
3. Что называется ритмом линии?
4. Что такое коэффициент загрузки?
5. Как определить длительность цикла поточной линии?

## Лабораторная работа №3

### Расчет непрерывно-поточной линии с распределительным конвейером

**Цель работы:**

Практическое ознакомление с этапами проектирования непрерывно-поточных линий с распределительным конвейером.

**Задание:**

1. Ознакомиться с основными терминами и определениями.
2. Изучить методику проектирования поточного производства данного типа.
3. Произвести все необходимые расчеты.
5. Оформить отчёт.

**Порядок выполнения:**

1. Проработать все пункты задания.
2. Внести все пункты задания в отчет.
3. Ответить на вопросы самопроверки.
4. Оформить и защитить отчет.

**Задания для самостоятельной работы:**

Распределительные конвейеры применяются в непрерывно-поточном производстве тогда, когда на операциях имеется несколько рабочих мест-дублёров и работа выполняется не на конвейере, а на рабочих местах, расположенных вдоль конвейера с одной или двух сторон.

Такт, ритм, число рабочих мест и скорость движения конвейера определяют теми же методами, что и для линии с рабочим конвейером.

Величину шага  $l_0$  на распределительном конвейере устанавливают исходя из габарита изделия, планировки оборудования и условий распределения деталей между рабочими местами-дублёрами.

В целях поддержания ритма работы на этих конвейерах предусматривается либо автоматическое распределение изделий по рабочим местам, либо распределение их при помощи разметочных знаков. Разметка может быть выполнена в виде цифр, букв, окраски и т.п. Эти знаки в определённой последовательности наносятся на площадки или подвески конвейера.

Минимально необходимое число разметочных знаков (период конвейера или комплект разметочных знаков  $\Pi$ ) определяется как общее наименьшее кратное из числа рабочих мест по всем операциям процесса. Комплект знаков на общей длине ленты может повторяться несколько раз, но обязательно целое число раз  $K$ . Число комплектов  $K$  на линии зависит от количества знаков в комплекте и длины ленты конвейера. Минимальная длина рабочей части конвейера определяется из условий расположения оборудования и конструктивных особенностей транспортера.

Наиболее удобны для работы комплекты знаков 6, 12, 24 и 30. При больших комплектах вводится дифференцированная разметка, при которой на конвейер наносится двойной комплект знаков, например, окраска полей и нумерация. При этом часть рабочих пользуется одним комплектом знаков, а другая часть – другим.

Распределение разметочных знаков производится согласно таблице 3. Для примера принято, что на операциях с цифровой разметкой имеются три и четыре рабочих места – дублёра; следовательно, комплект знаков  $\Pi_i = 12$ , а на операции с пятью рабочими местами и разметкой окраской  $\Pi_{ii} = 5$ .

Длина рабочей части конвейера  $L_p$  предварительно определяется планировкой оборудования.

Станки (рабочие места) могут быть расположены с одной или двух сторон конвейера в линейном или шахматном порядке.

Таблица 3

Распределение разметочных знаков по рабочим местам на конвейере

Распределение разметочных знаков по рабочим местам на конвейере				
№ операции	Число рабочих мест и их порядковые номера	Разметка	Знак, закреплённый за рабочими местами	Число знаков, закреплённых за рабочим местом
1	1	Цифрами	1, 5, 9	3
	2		2, 6, 10	3
	3		3, 7, 11	3
	4		4, 8, 12	3
2	1	Цифрами	1, 4, 7, 10	4
	2		2, 5, 8, 11	4
	3		3, 6, 9, 12	4
3	1	Цифрами	1, 5, 9	3
	2		2, 6, 10	3
	3		3, 7, 11	3
	4		4, 8, 12	3
4	1	Окраской полей	Красное поле	1
	2		Синее поле	1
	3		Жёлтое поле	1
	4		Зелёное поле	1
	5		Белое поле	1

Длина ленты (цепи) транспортера определяется по формуле

$$L_n = 2L_p + 2\pi R_1.$$

Установив шаг  $l_0$  и комплект разметочных знаков  $\Pi$ , определяют число повторений комплекта по всей длине ленты  $K$ . Для сохранения ритмичности работы на линии комплект знаков должен повторяться на длине ленты кратное число раз (т.е.  $K$  – целое число). Следовательно, должно быть обеспечено равенство

$$L_n = l_0 \Pi K.$$

Если это равенство не достигается, то корректируется величина шага:

$$l_{0, \text{корр}} = \frac{L_n}{\Pi K}.$$

Длительность производственного цикла обработки изделия на линии определяется способами, изложенными в практической работе № 1. При этом необходимо учитывать время транспортировки одного предмета, т.е.

$$T_{cy} = \frac{r \sum C + \frac{L_p}{v}}{60}.$$

**Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию**

Лабораторная работа выполняется на базе информации по выбранной тематике исследования, собранной бакалаврами самостоятельно. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Основная литература

1. Основы механосборочного производства : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 292 с. - ISBN 978-5-94178-1 90-4

Дополнительная литература

2. Организация, планирование и управление производством: учебно-методическое пособие для вузов / Н. И. Новицкий, В. П. Пашуто. - Москва: Финансы и статистика, 2006. - 576 с. - ISBN 5279026913

3. Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3722>.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем особенность непрерывно-поточным с распределительным конвейером.
2. Способы поддержания ритма на данных поточных линиях.
3. Что называется периодом конвейера?
4. Способы распределения станков на поточных линиях?
5. Как определить длительность производственного цикла.

## 9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта (курсовой работы), контрольной работы, РГР, реферата

Учебным планом не предусмотрено.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7.
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level.
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
4. Adobe Reader.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ЛР, ПЗ</i>
Лк	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
ЛР	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
СР	Читальный зал № 1	Учебная мебель; 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	1. Подготовка и организация высокотехнологичного производства 2. Организация вспомогательных цехов и служб предприятия	1.1. Производственный процесс и принципы его организации 1.2. Организация поточных методов производства. 1.3. Партионный и единичный методы организации производства. 1.4. Организационное проектирование гибких производственных производств. 1.5. Организация подготовки производства 2.1. Организация ремонтного и инструментального хозяйства 2.2. Организация инструментального хозяйства. 2.3. Организация энергетического хозяйства, транспортно-материального обслуживания и складского хозяйства.	Вопросы к зачету
ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции			

**2. Вопросы к зачету**

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1.	ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение производственного процесса.</li> <li>2. Какова структура производственного процесса? Назовите основные принципы организации производственного процесса.</li> <li>3. Приведите пример структуры основного производственного процесса. Приведите примеры ручных машинных, аппаратных процессов.</li> <li>4. Назовите особенности организации:               <ol style="list-style-type: none"> <li>а) непрерывных процессов;</li> <li>б) прерывистых процессов.</li> </ol> </li> <li>5. Назовите их достоинства и недостатки.</li> <li>6. Как обеспечивается ритмичность производства?</li> <li>7. Назвать и охарактеризовать составляющие производственного цикла.</li> <li>8. На какие результаты работы предприятия влияет длительность цикла?</li> <li>9. Назвать направления сокращения продолжительности цикла.</li> <li>10. Какие факторы ограничивают сокращение продолжительности цикла?</li> <li>11. Характеристика поточного производства, признаки и предпосылки его организации?</li> <li>12. Основные параметры поточной линии.</li> <li>13. Классификация поточных линий.</li> <li>14. Производственные и функциональные службы ремонтного хозяйства.</li> <li>15. Система планово-предупредительного ремонта.</li> <li>16. Основные расчеты системы ППР</li> <li>17. Основные функции, задачи инструментального хозяйства.</li> <li>18. Классификация инструмента по характеру использования и по назначению.</li> <li>19. Энергетическое хозяйство предприятия, назначение, цели и задачи.</li> <li>20. Планирование всех видов энергоресурсов.</li> <li>21. Классификация транспортных средств, их технологическая привязка к объектам и зонам обслуживания производства.</li> <li>22. Складское хозяйство предприятия, виды складов, их назначение и основные задачи.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка и организация высокотехнологичного производства</li> <li>2. Организация вспомогательных цехов и служб предприятия</li> </ol>
2.	ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции		

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b> ПК-16 - технологии и средства машиностроительных производств; ПК-17 - компоновку рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения;</p> <p><b>Уметь:</b> ПК-16 - участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий; ПК-17 - участвовать в организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения;</p> <p><b>Владеть:</b> ПК-16 - навыками выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации. ПК-17 - навыками организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения.</p>	<p><b>зачтено</b></p>	<p>- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы;</p> <p>- ответы изложены грамотно, уверенно, логично, последовательно;</p> <p>- опираясь на усвоенные знания, четко увязывает научные положения с практической деятельностью;</p> <p>- свободно владеет основными понятиями дисциплины.</p>
	<p><b>не зачтено</b></p>	<p>- допускает существенные ошибки и неточности при ответе на поставленные вопросы;</p> <p>- испытывает трудности в практическом применении полученных знаний;</p> <p>- не может аргументировать научные положения;</p> <p>- не владеет системой основных понятий дисциплины.</p>

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Технология поточного автоматизированного производства направлена на освоение на практике и совершенствование знаний в области автоматизации машиностроительных производств, включая участие в разработке и внедрении оптимальных технологий массового и крупносерийного изготовления изделий машиностроений с учетом научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта.

Изучение дисциплины Технология поточного автоматизированного производства предусматривает:

- лекции;
- лабораторные работы;
- самостоятельную работу;
- зачет.

В ходе освоения раздела 1 Подготовка и организация высокотехнологичного производства обучающиеся обязаны уяснить, что такое производственный процесс, основы организации поточного метода производства, принципы построения гибких производственных систем.

В ходе освоения раздела 2 Организация вспомогательных цехов и служб предприятия обучающиеся должны уяснить основные элементы и службы гибких производственных

систем, принципы организации ремонтных, инструментальных, транспортных и др. систем при построении гибких производственных цехов.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения полученных знаний для подготовки и проведения организационной работы в области автоматизации машиностроения, создания и проектирования высокопроизводительного поточного производства.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется обратить внимание на научные проблемы состояния современной промышленности в области автоматизации машиностроительного производства. Овладение ключевыми понятиями, терминами и определениями необходимыми для создания поточных линий является необходимым для корректного оперирования общепринятыми терминами научного сообщества при подготовке выпускной квалификационной работы.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить вопросам, связанным с проектированием автоматических, и автоматизированных поточных линий.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о автоматизированном машиностроительном производстве.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления с основными понятиями, терминами и определениями в области автоматизации машиностроительного производства; определения основных задач, решаемых при проектировании поточных линий и гибких производственных систем.

В процессе консультации с преподавателем обсуждаются и согласовываются полученные результаты, уточняются и корректируются отчёты по лабораторным работам.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и в Интернете.

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Технология поточного автоматизированного производства**

**1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является – дать обучающимся основные понятия о поточных линиях в условиях массового и крупносерийного производства, рассмотреть вопросы разработки оптимальных технологических процессов с рациональной степенью концентрации операций в зависимости от объема выпуска, а также вопросы оптимального планирования и организации работы поточной линии.

Задачами изучения дисциплины является:

- развитие способностей осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции.

**2. Структура дисциплины**

2.1. Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции – 17 часов; лабораторные работы – 34 часа; самостоятельная работа – 57 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетные единицы.

2.2. Основные разделы дисциплины:

1. Подготовка и организация высокотехнологичного производства.
2. Организация вспомогательных цехов и служб предприятия.

**3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-16 – способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации;

ПК-17 – способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции.

**4. Вид промежуточной аттестации:** Зачет.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры ТМ № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.,

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	1. Подготовка и организация высокотехнологичного производства 2. Организация вспомогательных цехов и служб предприятия	1.1. Производственный процесс и принципы его организации	Конспект лекций Отчет по ЛР №1
			1.2. Организация поточных методов производства.	Конспект лекций Отчет по ЛР №2
			1.3. Партионный и единичный методы организации производства.	Конспект лекций
			1.4. Организационное проектирование гибких производственных производств.	Конспект лекций Отчет по ЛР №3
			1.5. Организация подготовки производства	Конспект лекций
ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции		2.1. Организация ремонтного и инструментального хозяйства	Конспект лекций
			2.2. Организация инструментального хозяйства.	Конспект лекций
			2.3. Организация энергетического хозяйства, транспортно-материального обслуживания и складского хозяйства.	Конспект лекций

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций**

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b> ПК-16 - технологии и средства машиностроительных производств; ПК-17 - компоновку рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения;</p> <p><b>Уметь:</b> ПК-16 - участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий; ПК-17 - участвовать в организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения;</p> <p><b>Владеть:</b> ПК-16 - навыками выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации. ПК-17 - навыками организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения.</p>	зачтено	Обязательное присутствие обучающегося при выполнении лабораторных работ, самостоятельное выполнение выданных заданий с предоставлением соответствующего отчета по лабораторным работам. Обучающийся дает исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы для текущего контроля, свободно владеет основными понятиями дисциплины.
	не зачтено	Отсутствие обучающегося при выполнении лабораторных работ. Не представлены соответствующие отчеты по лабораторным работам. Обучающийся допускает существенные ошибки и неточности при ответе на вопросы для текущего контроля, не владеет системой основных понятий дисциплины.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств от 11 августа 2016 г № 1000

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413,

**для набора 2016 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» октября 2016 г. № 684,

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. № 125,

**для набора 2018 года** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130.

**Программу составил:**

Сурьев А.А., доцент кафедры МиТ, канд. техн. наук. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиТ от «11» декабря 2018 г., протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой МиТ \_\_\_\_\_ Е.А. Слепенко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой МиТ \_\_\_\_\_ Е.А. Слепенко

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета МФ от «14» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета МФ \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_