

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

А.П. КАСТРЮК, А.А. КОРОЛЬКО

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС**

для студентов технических специальностей

В двух частях

Часть 1

2-е издание, с изменениями

Новополоцк 2006

УДК 658.5 (075.8)
ББК 65.9(2)304.15 я73
К 28

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Н. Нагорнов, зав. кафедрой экономики и организации энергетики БНТУ,
канд. экон. наук, доцент;
Н.А. Дубровский, зав. кафедрой отраслевого менеджмента и экономики,
доктор экон. наук, профессор;
Н.Н. Попок, профессор кафедры металлорежущих станков и инструмента,
доктор техн. наук, доцент

Рекомендован к изданию методической комиссией
финансово-экономического факультета

К 28 Кастрюк А.П., Королько А.А. Организация производства и менеджмент в машиностроении: Учеб.-метод. комплекс для студ. техн. спец. В 2-х ч. Ч. 1. – 2-е изд., с изм. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – 368 с.
ISBN 985-418-412-9 (Ч. 1)
ISBN 985-418-413-7 (общ.)

Изложены теоретические и практические основы организации машиностроительного производства и менеджмента в машиностроении. Представлены задания для практических занятий, тестовые задания, изложены методические рекомендации по выполнению курсовой работы.

Предназначен для преподавателей и студентов вузов машиностроительных специальностей, учащихся средних специальных заведений, специалистов.

УДК 658.5 (075.8)
ББК 65.9(2)304.15 я73

ISBN 985-418-412-9 (Ч. 1)
ISBN 985-418-413-7 (общ.)

© А.П. Кастрюк, А.А. Королько, 2006
© УО «ПГУ», 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Предмет и задачи курса	7
1. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ – ОСНОВНОЕ ЗВЕНО В СИСТЕМЕ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СТРАНЫ	10
1.1. Характеристика, задачи и принципы деятельности предприятия	10
1.2. Организационно-правовые формы предприятий	14
Контрольные вопросы	19
Тематика исследований и рефератов	19
Тестовые задания	20
2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	23
2.1. Содержание и этапы инновационных процессов	23
2.2. Выбор варианта производства продукции	26
2.3. Организация научно-исследовательских работ (НИР) и изобретательства ...	29
2.3.1. Организация научных исследований	29
2.3.2. Организация изобретательства и рационализации	30
2.4. Организация конструкторской подготовки производства	32
2.4.1. Конструкторская подготовка производства, ее сущность, содержание, функции и задачи	32
2.4.2. Унификация и стандартизация конструкций изделий	36
2.4.3. Технологичность конструкции изделия	40
2.5. Организация технологической подготовки производства	42
2.5.1. Задачи, сущность и содержание технологической подготовки производства	42
2.5.2. Основные системы технологической подготовки производства и их сущность	47
2.5.3. Основные направления ускорения технологической подготовки производства	49
2.6. Автоматизация работ по подготовке производства	51
2.7. Организация освоения производства новой техники	58
2.7.1. Организационная подготовка производства, ее содержание и задачи	58
2.7.2. Основные методы перехода на выпуск новой продукции, их сущность ...	62
2.7.3. Особенности динамики производственных затрат в период освоения новой техники	66
2.8. Мобильная реорганизация машиностроительного производства	69
2.9. Планирование инновационных процессов	74

2.9.1. Методы планирования инновационных процессов	74
2.9.2. Нормативный метод планирования инновационных процессов	77
2.9.3. Вероятностный метод планирования инновационных процессов	80
2.10. Производственная мощность предприятия и методика ее расчета	92
2.10.1. Сущность и структура производственной мощности	92
2.10.2. Расчет производственной мощности механических цехов	100
2.10.3. Расчет производственной мощности сборочных и литейных цехов	104
2.10.4. Пути рационального использования производственной мощности ...	107
Практическое занятие № 1. Организация подготовки производства к выпуску новой продукции	108
Практическое занятие № 2. Сетевое планирование и управление	114
Практическое занятие № 3. Производственная мощность предприятия	122
Контрольные вопросы	134
Тематика исследований и рефератов	135
Тестовые задания	135
3. СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА	148
3.1. Производственный процесс и основные принципы его рациональной организации	148
3.2. Типы производств и их технико-экономическая характеристика	152
3.3. Производственный цикл, его структура и основные пути сокращения длительности	160
3.4. Производственная структура машиностроительных предприятий и их структурных подразделений	167
Практическое занятие № 1. Организация производственного процесса во времени	170
Контрольные вопросы	174
Тематика исследований и рефератов	175
Тестовые задания	175
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА	183
4.1. Признаки, преимущества и классификация поточного производства ...	183
4.2. Особенности организации и расчет основных параметров поточных линий	188
4.3. Автоматические поточные линии	194
4.4. Организация гибкого автоматизированного производства	198
Практическое занятие № 1. Расчет основных параметров однопредметной непрерывно-поточной линии	203

Практическое занятие № 2. Расчет основных параметров однопредметной прерывно-поточной линии	213
Контрольные вопросы	222
Тематика исследований и рефератов	223
Тестовые задания	224
5. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА	227
5.1. Организация инструментального хозяйства	227
5.1.1. Значение, цели и состав инструментального хозяйства	227
5.1.2. Классификация и индексация инструмента	229
5.1.3. Расчет потребности в инструменте	230
5.1.4. Планирование инструментального хозяйства	232
5.1.5. Техничко-экономические показатели и пути совершенствования инструментального хозяйства	236
Практическое занятие № 1. Организация инструментального хозяйства	237
5.2. Организация ремонтного хозяйства	248
5.2.1. Значение, цель и структура ремонтного хозяйства предприятия	248
5.2.2. Сущность и содержание системы ППР	250
5.2.3. Основные нормативы системы ППР	252
5.2.4. Организация выполнения ремонтных работ	255
5.2.5. Техничко-экономические показатели ремонтного хозяйства	256
Практическое занятие № 2. Организация ремонтного хозяйства	257
5.3. Организация энергетического хозяйства	269
5.3.1. Значение, цели, функции и состав энергетического хозяйства	269
5.3.2. Определение потребности в энергоресурсах.....	270
5.3.3. Основные направления совершенствования энергетического хозяйства и его технико-экономические показатели	272
Практическое занятие № 3. Организация энергетического хозяйства	272
5.4. Организация транспортного хозяйства	277
5.4.1. Значение, цель, функции и структура транспортного хозяйства	277
5.4.2. Организация перевозок и расчет грузопотоков	279
5.4.3. Выбор, расчет и экономическое обоснование потребности в транспортных средствах	280
5.4.4. Планирование, технико-экономические показатели и основные направления совершенствования транспортного хозяйства	281
Практическое занятие № 4. Организация транспортного хозяйства	282
5.5. Организация складского хозяйства	290
5.5.1. Задачи и структура складского хозяйства предприятия	290
5.5.2. Расчет складских помещений и их размещение	292

5.5.3. Организация складских операций	294
Практическое занятие № 5. Организация складского хозяйства	296
Контрольные вопросы	304
Тематика исследований и рефератов	304
Тестовые задания	304
6. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА	318
6.1. Содержание, задачи и значение технического нормирования труда	318
6.2. Классификация затрат рабочего времени	319
6.3. Структура технически обоснованной нормы времени	323
6.4. Методы установления норм времени	325
6.5. Методы изучения затрат рабочего времени наблюдением	331
6.5.1. Хронометраж	332
6.5.2. Фотография рабочего времени	334
6.5.3. Метод моментных наблюдений	338
6.6. Нормативы для нормирования труда	341
6.7. Особенности нормирования труда в различных типах производства	343
6.8. Нормирование труда в условиях бригадной формы организации труда	344
6.9. Методы нормирования труда инженерно-технических работников и служащих	345
Практическое занятие № 1. Расчет норм затрат труда	347
Контрольные вопросы	353
Тематика исследований и рефератов	353
Тестовые задания	353
ЛИТЕРАТУРА	357
Приложение А	363
Приложение Б	364

ВВЕДЕНИЕ

С развитием и углублением экономических реформ в Республике Беларусь становится очевидным, что для успешного вхождения в рыночную экономику необходима высокая теоретическая и практическая подготовка специалистов для народного хозяйства, владеющих методами хозяйствования в условиях свободной конкуренции. В процессе формирования новой экономической модели производственных отношений предусматривается осуществить поэтапную либерализацию всех форм экономической деятельности, единый и равный подход ко всем формам собственности, обеспечить свободу предпринимательства, создать конкурентную среду, использовать преимущества республиканского разделения труда с учетом экономических и природных возможностей регионов, основным звеном которых являются предприятия различных форм собственности. Реформирование производственной деятельности предприятий происходит в сложных условиях, которые зависят от импорта сырья и материалов, состояния основных фондов, обеспеченности оборотными средствами, состояния технологии, организации труда и производства.

Между отраслями промышленности, а также между объединениями и предприятиями отдельных отраслей имеются определенные различия. Эти различия проявляются в особенностях, характере и назначении выпускаемой продукции; в технике и технологии; организации труда и производства. Особенности отдельных отраслей, объединений и предприятий обуславливают действие ряда частных закономерностей, определяющих свойственные этим отраслям, объединениям и предприятиям методы использования средств производства и решения производственно-технических и хозяйственных задач. Все это вызывает необходимость специального изучения экономики отдельных отраслей промышленности, а также организации и планирования производства в объединениях и на предприятиях.

Изменившиеся условия хозяйствования требуют от руководителей и специалистов предприятий и объединений умения разрабатывать стратегию и тактику развития хозяйственной деятельности предприятия, изучать вопросы организации и планирования производства в тесной связи с задачами хозяйственного строительства и осуществления реформы управления экономикой, рассматривать организацию и управление производством в развитии, выявлять пути и методы их совершенствования.

Предмет и задачи курса

Машиностроение – одна из наиболее развитых и ведущих отраслей промышленности, которая объединяет многие специализированные отрасли

и призвана оснащать народное хозяйство высококачественной и эффективной техникой. От уровня развития машиностроения зависит ускорение научно-технического прогресса и развития общественного производства.

Важнейшими задачами промышленности являются: более полное удовлетворение потребностей народного хозяйства в средствах производства, а населения в товарах народного потребления; интенсификация производства; повышение качества продукции на основе всемерного использования достижений научно-технического прогресса.

Решение поставленных задач требует дальнейшего повышения технического и организационного уровней развития машиностроения. Для этого необходимо:

- совершенствовать структуру промышленного производства, обеспечивая ускоренное наращивание выпуска продукции;

- значительно увеличить масштабы и темпы создания, освоения и внедрения в производство новой высокоэффективной техники, обеспечивающей рост производительности труда, снижение материалоемкости и энергоемкости, улучшение качества производимой продукции и повышение ее конкурентоспособности;

- обеспечить освоение в короткие сроки серийного производства новых конструкций машин, оборудования, средств автоматизации и приборов, позволяющих использовать в широких масштабах высокопроизводительные, энерго- и материалосберегающие технологии во всех отраслях народного хозяйства, а также производства необходимой техники, соответствующей специфическим условиям эксплуатации в различных районах страны;

- разработать и осуществить мероприятия по повышению действенности систем контроля качества и технического уровня выпускаемой машиностроительной продукции;

- существенно увеличить производство автоматических манипуляторов с программным управлением, позволяющих исключить применение ручного и монотонного труда, особенно в тяжелых и вредных условиях;

- расширять и систематически обновлять номенклатуру и ассортимент конструкционных материалов с улучшенными физико-механическими свойствами;

- обеспечить экономию материальных ресурсов за счет внедрения прогрессивных норм их расхода на единицу выпускаемой продукции, использования комплексной переработки сырья с использованием ресурсосберегающей техники и технологии;

- повысить рентабельность производства за счет снижения себестоимости продукции;

– значительно расширить масштабы технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий, за счет оснащения их высокоэффективной техникой и прогрессивной технологией, научной организацией труда и производства;

– улучшить использование производственных мощностей, используя экстенсивные и интенсивные методы повышения эффективности использования их основных фондов, а также технического обслуживания.

Организация производства – наука, изучающая действие и проявление объективных экономических законов в разносторонней деятельности предприятия и разрабатывающая на этой основе пути и способы планомерного экономического развития народного хозяйства страны.

Главной **целью** организации производства является создание условий, обеспечивающих выполнение плановых заданий каждым хозяйственным субъектом, что требует совершенствования всех сторон их деятельности за счет использования всех резервов производства.

Таким образом, **предметом** науки об организации производства являются конкретные формы и методы проявления и использования экономических законов в условиях хозяйственной деятельности предприятий различных форм собственности.

Организация производства как наука тесно связана с другими дисциплинами: с экономикой предприятия, технологией машиностроения, с бухгалтерским учетом и статистикой, информатикой и др.

Курс «Организация производства и менеджмент в машиностроении» как комплексная научная дисциплина должна вооружить студентов знаниями:

- основ управления современным предприятием;
- организации производственных процессов и труда в машиностроении;
- научно-технической подготовки и обслуживания производственных процессов на предприятии;
- основ планирования производства;
- методики технико-экономических расчетов выбора наилучшей техники и технологии в реальных условиях производства.

1. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ – ОСНОВНОЕ ЗВЕНО В СИСТЕМЕ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СТРАНЫ

1.1. Характеристика, задачи и принципы деятельности предприятия

Как *первичное звено промышленности*, предприятие представляет собой производственно-хозяйственную единицу, функционирующую с целью удовлетворения потребностей общества. К основным первичным производственным звеньям промышленности относятся самостоятельные предприятия всех форм собственности, производственные и научно-производственные объединения, которые представляет собой:

– в *производственно-техническом отношении* – систему машин, по количеству и мощности соответствующих видам и количеству производимой продукции, технологии ее изготовления;

– в *социальном отношении* – трудовой коллектив, являющийся основной ячейкой общества, и которой формируются хозяйственные качества трудящихся, складываются отношения коллективизма и товарищеской взаимопомощи, существуют обязанность и ответственность каждого перед коллективом и коллектива за каждого его работника;

– в *административно-правовом отношении* – юридическое лицо, руководители которого, для ведения производственно-хозяйственной деятельности наделены определенными правами и обязанностями;

– в *финансово-экономическом отношении* – самостоятельное звено отрасли, осуществляющее свою деятельность, на основе хозяйственного расчета и соблюдения режима экономии;

– в *экономико-кибернетическом отношении* – сложную вероятностную кибернетическую систему управления производством, основанную на использовании законов кибернетики, экономико-математических методов, теории информации и системно-комплексного подхода в организации хозяйственной деятельности.

Основной задачей предприятия является организация производственно-хозяйственной деятельности, направленной на получение прибыли для удовлетворения социальных и экономических интересов членов трудовых коллективов и интересов собственника имущества предприятия.

Удовлетворение общественных потребностей в его продукции, работах, услугах регулируется государством экономическими методами.

Предприятие может осуществлять любые виды хозяйственной деятельности, если они не запрещены законодательными актами Республики Беларусь и отвечают целям, предусмотренным в уставе предприятия.

К **основным принципам** деятельности предприятий относятся следующие.

Экономическая свобода. Предприятие является самостоятельным товаропроизводителем. По собственной инициативе оно принимает любые решения, не противоречащие законодательству, самостоятельно планирует свою деятельность, определяет структуру управления, формы, системы и размеры оплаты труда, направления использования чистой прибыли.

Самоокупаемость и самофинансирование. Самоокупаемость характеризует безубыточную работу, при которой денежная выручка от реализации продукции и разного рода услуг покрывает затраты на их производство, позволяет полностью рассчитаться с поставщиками за сырье, материалы, энергоресурсы и выплатить заработную плату работающим. Главным признаком самофинансирования является наличие прибыли, которую предприятие использует на техническое, социальное развитие, пополнение оборотных средств и стимулирование работающих.

Использование хозяйственных договоров как правовой основы экономических отношений по поставкам всех видов материально-технических ресурсов, реализации готовой продукции, выполнению работ и оказанию услуг.

Ответственность за соблюдение договорных обязательств. При несоблюдении договорных обязательств, предприятие возмещает ущерб, нанесенный другой стороне. В конфликтных ситуациях спор решают суд и госарбитраж.

Материальное стимулирование труда работающих. Осуществляется на основе личного трудового вклада работника с учетом конечных результатов работы предприятия.

Объединение – представляет собой единый производственно-хозяйственный комплекс, в котором органически соединены наука и производство, широко развиты специализация и кооперирование. В зависимости от цели создания объединения в его состав могут входить однородные или кооперируемые предприятия, научные, конструкторские, технологические и другие производственные единицы.

Главная цель создания объединений – ускорение научно-технического прогресса, совершенствование организации производства и на этой основе наиболее полное удовлетворение потребности народного хозяйства в соответствующих видах продукции при высокой эффективности производства. Объединение предприятий осуществляется с учетом однородности выпускаемой продукции, технологической общности процессов производства, территориальной близости объединяемых производственных единиц, развития централизации и кооперирования производства.

В промышленности сложились различные организационные формы объединений. По характеру деятельности и уровню управления различают промышленные и производственные объединения.

Промышленные объединения представляют собой единые производственно-хозяйственные комплексы, в которые входят производственные объединения, промышленные предприятия, проектно-технологические, конструкторские, научно-исследовательские и другие организации. Они находятся в непосредственном подчинении отраслевого министерства и осуществляют свою деятельность на основе хозрасчета, под общим руководством специально создаваемого аппарата управления объединением. Входящие в состав промышленного объединения предприятия, организации сохраняют статус юридического лица.

Производственное объединение – это форма организации и управления производством, основанная на производственно-технических связях предприятий поддетальной или технологической специализации и кооперирующихся по выпуску общей конечной продукции. Главным в производственном объединении является наиболее мощное предприятие, производящее важнейшие виды продукции, которое и управляет производственным объединением. Входящие в состав производственного объединения предприятия, организации, как правило, не имеют статуса юридического лица.

Главными задачами производственного объединения являются:

– организация выпуска продукции, которая по качеству должна отвечать высшим достижениям отечественной и зарубежной техники, а по номенклатуре и количеству удовлетворять потребности народного хозяйства и населения страны;

– обеспечение высокого качества опытно-конструкторских и технологических работ и ускорение внедрения их результатов в производство;

- разработка и реализация планов по всем установленным для объединения показателям;
- совершенствование организации производства и труда, повышение эффективности производства.

Специализация предприятий, вошедших в объединение, принимает разнообразные формы. При большей номенклатуре изготавливаемой продукции и территориальной разобщенности предприятий, каждое из них специализируется на производстве части номенклатуры изделий объединения (предметная специализация). При малой номенклатуре изделий и территориальной близости предприятий каждое специализируется на производстве одного изделия, узла или группы однородных деталей, например, подетальная специализация. При этом сборка изделия и его испытание сосредотачиваются на головном предприятии.

В объединениях развиваются концентрация и специализация вспомогательного производства путем создания мощных заготовительных, энергетических, ремонтно-механических, ремонтно-строительных и транспортных производственных единиц. Это способствует сокращению аппарата управления, так как многие функции управления сосредотачиваются на головном предприятии. Централизованные в объединении мощные технические подразделения способны решать сложные задачи, ускорять внедрение в производство научных разработок и изобретений, рациональнее использовать ресурсы.

По характеру деятельности и степени связи с наукой объединения делятся на производственные и научно-производственные (НПО).

Научно-производственное объединение – единый научно-производственный и хозяйственный комплекс, в состав которого входят научно-исследовательские, конструкторские, проектно-конструкторские и технологические организации, заводы, пусконаладочные, шефмонтажные и другие структурные единицы. Головным подразделением в НПО могут быть НИИ или опытно-конструкторское бюро, которое и управляет объединением.

Главными задачами НПО являются:

- ускорение научно-технического прогресса в отрасли на основе использования новейших достижений науки и техники и организации производства;
- создание и внедрение в народное хозяйство новых машин, приборов, оборудования, материалов, технологических процессов, систем машин для механизации и автоматизации производственных процессов и процессов управления;

- разработка научно-технических прогнозов, планов и программ решения основных научно-технических проблем;
- оказание необходимой помощи в организации выпуска новой продукции организациям, внедряющим результаты научных исследований и технических разработок НПО;
- информация организаций, предприятий и объединений отрасли о достижениях объединения в области создания новой техники и разработки новых технологических процессов.

НПО могут быть специализированы на создании новой техники или на разработке и внедрении новых технологических процессов и средств механизации.

1.2. Организационно-правовые формы предприятий

В переходный период в Республике Беларусь образовались и продолжают создаваться новые типы предприятий, составляющие основу рыночного хозяйства. К ним относятся: частные, арендные, акционерные, совместные, иностранные, хозяйственные объединения (ассоциации, концерны, корпорации, синдикаты, консорциумы, холдинги, хозяйственные товарищества); консалтинговые объединения; иностранные филиалы и представительства и др.

Основные признаки классификации предприятий – форма собственности, численность работников и годовой оборот капитала.

В зависимости от форм собственности различают предприятия, основанные на государственной и частной формах собственности.

Каждая из хозяйственно-правовых форм предприятий имеет свои преимущества и недостатки, что определяет ее место в рыночной среде. Их совокупность образует систему хозяйствующих субъектов, которые функционируют в различных сферах и отраслях экономики.

Все предприятия, независимо от форм собственности, действуют на принципах хозяйственного расчета.

В соответствии с Гражданским Кодексом Республики Беларусь предприятия, ведущие коммерческую деятельность, подразделяются на:

- хозяйственные товарищества;
- хозяйственные общества;
- производственные кооперативы;
- унитарные предприятия (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Организационно-правовые формы предприятий

Хозяйственные товарищества создаются в форме полного и коммандитного товарищества.

Полным товариществом признается организация, участники которой (полные товарищи) занимаются предпринимательской деятельностью и солидарно несут субсидиарную ответственность своим имуществом по обязательствам товарищества. Firmenное наименование полного товарищества должно содержать имена всех его участников или, имея одного или нескольких участников, с добавлением слов «и компания» и «полное товарищество». Лицо может быть полным товарищем только в одном полном товариществе.

Коммандитное товарищество – это товарищество, в котором наряду с участниками, осуществляющими от имени товарищества предпринимательскую деятельность (полными товарищами), имеется один или несколько участников (вкладчиков, коммандитов), которые несут риск убытков, связанных с деятельностью товарищества, в пределах сумм, внесенных ими вкладов, и не принимают участия в осуществлении товариществом предпринимательской деятельности. Лицо может быть участником только одного коммандитного товарищества.

Хозяйственные общества создаются в форме акционерного общества, общества с ограниченной ответственностью или общества с дополнительной ответственностью.

Производственный кооператив или *артель* создается путем внесения имущественного паевого взноса участников, число которых должно быть не менее трех.

Унитарные предприятия – новая организационно-правовая форма, действующая с 1999 г. в соответствии с Гражданским Кодексом Республики Беларусь. Унитарный (unitas – лат.) – единый, составляющий одно целое. В Гражданском Кодексе РБ сказано: «Имущество унитарного предприятия является неделимым и не может быть распределено по вкладам (долям, паям), в том числе между работниками предприятия. Имущество унитарного предприятия находится в государственной либо частной собственности юридического или физического лица».

Унитарные предприятия могут создаваться в форме:

- республиканского унитарного предприятия (РУП);
- коммунального унитарного предприятия (КУП);
- казенного предприятия;
- частного унитарного предприятия (ЧУП).

Имущество *республиканского унитарного предприятия* находится в собственности Республики Беларусь.

Если на базе имущества, находящегося в собственности Республики Беларусь, основано унитарное предприятие на правах оперативного управления, то такое предприятие называется *казенным*.

Когда унитарное предприятие основано на правах хозяйственного ведения своей деятельности, государство не отвечает по обязательствам предприятия за исключением случаев, если экономическая несостоятельность предприятия вызвана неправильными действиями лиц, уполномоченных государством их осуществлять. И, напротив, по обязательствам казенного предприятия государство несет субсидиарную ответственность.

Собственником имущества *коммунального унитарного предприятия* является административно-территориальная единица, а предприятие пользуется им на праве хозяйственного ведения.

Имущество *частного унитарного предприятия* находится в частной собственности физического или юридического лица и принадлежит такому предприятию на правах хозяйственного ведения.

Унитарное предприятие, основанное на праве хозяйственного ведения, может с согласия собственника создать в качестве юридического лица другое унитарное предприятие путем передачи ему в установленном порядке части своего имущества в хозяйственное ведение. Такое созданное предприятие называется *дочерним*.

Преодоление монополизма и создание конкурентной среды привело к образованию множества *малых предприятий*. В рыночной экономике малые предприятия – это самый активный и гибкий сектор экономики. Они могут быстро и эффективно перестраивать свое производство, смело идти на риск. В странах с развитой рыночной экономикой именно малый бизнес, немонополистический сектор экономики стал в последнее десятилетие важным источником экономического роста и увеличения числа рабочих мест.

В настоящее время наибольший удельный вес в экономике Республики Беларусь как по численности занятых, так и по объему выпускаемой продукции занимают государственные предприятия.

Частное предприятие – это предприятие, принадлежащее гражданину на правах частной собственности или членам его семьи на правах общей долевой собственности. Оно может быть создано путем покупки государственной собственности или в результате создания нового предприятия. Размер уставного фонда частного предприятия не лимитируется законодательными актами и может быть сформирован не только в денежной форме, но и натуральной (здания, оборудование, транспорт).

Аренда – это возмездное хозяйственное пользование имуществом арендодателя. Право сдачи имущества в аренду принадлежит собственнику. Решение об образовании арендного предприятия принимает трудовой коллектив на собрании или конференции не менее чем 2/3 голосов. Арендное предприятие действует на основании Договора аренды и Устава и приобретает право юридического лица со дня его государственной регистрации в исполкоме по месту нахождения арендного предприятия.

Акционерное общество (АО) – это хозяйствующий субъект, имеющий уставной фонд, разделенный на определенное число акций равной номинальной стоимости, и несущее ответственность по обязательствам

только своим имуществом. Уставной фонд выступает в качестве гаранта, в пределах которого данное акционерное общество гарантирует ответственность, по своим обязательствам. В зависимости от способа распространения акций АО могут быть открытыми и закрытыми. Открытое АО распространяет акции путем открытой продажи или подписки. Закрытое АО по законодательству Республики Беларусь выпускает только именные акции, распространяемые между членами АО, при этом продажа акций на рынке ценных бумаг запрещена.

Общество с ограниченной ответственностью представляет форму совместной деятельности, основанную на образовании уставного фонда, разделенного на доли, размер которых определяется учредительными документами. Такое общество акции не выпускает, а доля каждого инвестора в уставном фонде удостоверяется выдачей свидетельства, которое не относится к категории ценных бумаг. В учредительных документах общества содержатся сведения о размере, составе и порядке внесения ими вкладов. Минимальный размер уставного фонда определяется законодательством Республики Беларусь.

Общество с дополнительной ответственностью также не выпускает акции, а доля каждого инвестора фиксируется выдачей свидетельства. Уставом этого общества определяется размер дополнительной имущественной ответственности при недостаточности имущества общества для обеспечения его ответственности.

Ассоциация – это добровольный союз предприятий на основе объединения участниками своих финансовых и материальных ресурсов в целях углубления специализации совместных производств, координации усилий в инвестировании, изучении рынка и других направлений деятельности. В ассоциации отсутствует взаимная ответственность по долгам участников и ассоциации в целом. Управление ею осуществляется как специально созданным органом, так и одним из участников по соглашению между ними.

Концерн – одна из сложных форм объединений, включающая предприятия промышленности, торговли, транспорта и банковской сферы. Участники концерна согласованно осуществляют всю хозяйственную деятельность и не могут одновременно участвовать в других объединениях без согласия концерна.

Консорциум – временное соглашение между промышленными предприятиями и банками для совместного решения какого-то капиталоемкого

проекта. Он не является юридическим лицом и при выполнении поставленной цели прекращает свою деятельность или преобразуется в другой вид договорного объединения.

Корпорация – добровольный союз промышленных предприятий, проектно-конструкторских, строительных, транспортных организаций, научно-исследовательских институтов, вход в который и выход из него осуществляется на добровольной основе по решению органов управления и собственников хозяйствующих субъектов.

Холдинг – акционерная компания, использующая свой капитал для приобретения контрольных пакетов акций других предприятий с целью установления контроля над ними.

Финансово-промышленные группы – это объединения промышленных предприятий, банков, транспортных организаций и других хозяйствующих субъектов различных государств для решения общих производственных и финансовых задач. Их деятельность строится на принципах добровольности и равноправия, свободы выбора организационной формы объединения, самоуправления.

Контрольные вопросы

1. Понятие производственного предприятия
2. Главная задача предприятия
3. Основные принципы деятельности предприятия
4. Понятие производственного объединения
5. Главная цель создания объединений
6. Основные организационные формы производственных объединений
7. Основные задачи научно-производственных объединений
8. Хозяйственные товарищества и их характеристика
9. Хозяйственные общества и их характеристика
10. Унитарные предприятия и их характеристика

Тематика исследований и рефератов

1. Производственное предприятие как первичное звено промышленности в условиях трансформирующейся рыночной экономики
2. Основные задачи и принципы деятельности предприятия
3. Организационно-правовые формы объединений и их характеристика
4. Особенности создания научно-производственных объединений
5. Организационно-правовые формы предприятий

Тестовые задания

1. Что является функцией технологии, а не организации производства?

- a) рационализация производственного процесса в пространстве;
- b) минимизация производственного процесса во времени;
- c) определение типов машин для производства продукции;
- d) оптимизация загрузки оборудования.

2. Что не является функцией организации производства?

- a) определение оптимального уровня запасов;
- b) выявление «узких» мест в производстве;
- c) сокращение длительности производственного цикла;
- d) увеличение объема производства.

3. Что предусматривает системный подход к изучению курса «Организация производства и менеджмент в машиностроении»?

- a) оптимизацию основного производственного процесса;
- b) оптимизацию работы всей производственной системы в совокупности как целого;
- c) оптимизацию работы отдельных частей производственной системы;
- d) оптимизацию производственных запасов.

4. Что означает производственно-техническое единство предприятия?

- a) наличие единых органов управления единым производственным коллективом, предприятием;
- b) взаимосвязь всех составляющих частей предприятия, которая определяется общностью назначения изготавливаемой продукции;
- c) взаимосвязь всех составляющих частей предприятия, которая определяется административной обособленностью предприятия;
- d) организацию деятельности на основе коммерческого расчета.

5. Что характеризует организационное единство предприятия?

- a) взаимосвязь всех составляющих частей предприятия, которая определяется общностью назначения изготавливаемой продукции;
- b) наличие единых органов управления единым производственным коллективом, предприятием;
- c) организацию деятельности на основе коммерческого расчета;
- d) взаимосвязь всех составляющих частей предприятия, которая определяется административной обособленностью предприятия.

6. Что характеризует экономическое единство предприятия?

- a) организацию деятельности на основе коммерческого расчета;
- b) взаимосвязь всех составляющих частей предприятия, которая определяется общностью назначения изготавливаемой продукции;
- c) взаимосвязь всех составляющих частей предприятия, которая определяется административной обособленностью предприятия;
- d) наличие единых органов управления единым производственным коллективом, предприятием.

7. Что не является характерным признаком функционирования предприятия как производственной системы?

- a) целенаправленность;
- b) полиструктурность;
- c) сложность и открытость;
- d) самостоятельность.

8. Что не является свойством производственной системы?

- a) результативность;
- b) долговременность;
- c) плановость;
- d) управляемость.

9. Как классифицируются предприятия по характеру потребляемого сырья:

- a) массовые, серийные, единичные;
- b) добывающие, обрабатывающие;
- c) производящие средства производства и производящие предметы потребления;
- d) государственные, кооперативные, коллективные, частные.

10. Как классифицируются предприятия по назначению готовой продукции?

- a) государственные, кооперативные, коллективные, частные;
- b) массовые, серийные, единичные;
- c) производящие средства производства и производящие предметы потребления;
- d) добывающие, обрабатывающие.

11. Как классифицируются предприятия по формам собственности?

- a) государственные, кооперативные, коллективные, частные;
- b) добывающие, обрабатывающие;
- c) производящие средства производства и производящие предметы потребления;
- d) массовые, серийные, единичные.

12. Как классифицируются предприятия по типу производства?

- a) добывающие, обрабатывающие;
- b) государственные, кооперативные, коллективные, частные;
- c) производящие средства производства и производящие предметы потребления;
- d) массовые, серийные, единичные.

13. Что представляет собой устав предприятия?

- a) юридический документ, регламентирующий права и обязанности учредителей;
- b) юридический документ, отражающий общие сведения о предприятии;
- c) свод правил, устанавливающий порядок и организацию деятельности предприятия;
- d) юридический документ, отражающий сводные данные по основным показателям деятельности предприятия.

14. Что представляет собой Договор о создании предприятия?

- a) свод правил, устанавливающий порядок и организацию деятельности предприятия;
- b) юридический документ, регламентирующий права и обязанности учредителей;
- c) юридический документ, отражающий общие сведения о предприятии;
- d) юридический документ, отражающий сводные данные по основным показателям деятельности предприятия.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

2.1. Содержание и этапы инновационных процессов

Под *инновациями* понимаются вновь созданные разработки во всех областях знаний: технике, технологии, товарах, услугах, в организации производства и управления.

В более узком смысле, применительно к практике машиностроительных предприятий, под **инновациями** понимают те из них, которые непосредственно влияют на технический уровень и конкурентоспособность производимой продукции, т.е. технические инновации.

Технические инновации – это новые конструкторско-технологические решения, выражаемые в виде новых конструкторских решений деталей, сборочных единиц, готовых изделий, а также новой технологии их изготовления. Материальным воплощением технических инноваций являются конструкторская и технологическая документация, опытные образцы, технологическое оборудование и оснастка.

Инновационный процесс – это деятельность, направленная на получение нового продукта (открытия, изобретения, научной или технической рекомендации, ноу-хау и т.п.), конечным итогом которой является коммерческая реализация новой техники, технологии, новых изделий, материалов, новых методов организации и управления производством и других объектов.

Для осуществления инновационных процессов на машиностроительных предприятиях имеются специализированные службы (исследовательские центры, конструкторские и технологические отделы, экспериментальные производства). Их *задача* – обеспечить предприятию возможность обновлять выпускаемую продукцию с учетом требований и предпочтений потребителей.

Поскольку в конечном итоге технические инновации материализуются в конкретную машиностроительную продукцию, эффективность организации инновационных процессов влияет на показатели результативности производственной деятельности предприятия: величину затрат, объем прибыли, объем продаж. Существуют следующие этапы инновационного процесса (рис. 2.1).

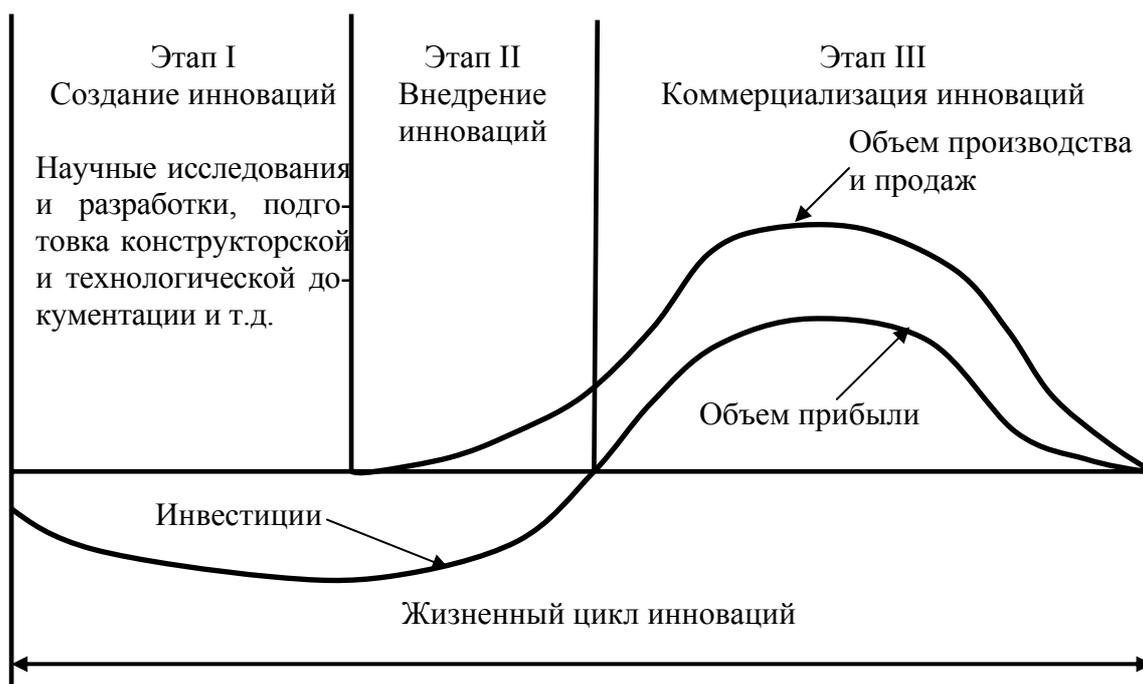


Рис. 2.1. Этапы инновационного процесса

На этапе создания технических инноваций:

- выполняются необходимые научные исследования и опытно-конструкторские разработки;
- разрабатывается конструкторско-технологическая документация;
- изготавливают опытные образцы и получают данные об их испытаниях;
- проектируется, изготавливается или приобретается технологическое оборудование и оснастка.

В результате этого предприятие несет значительные капитальные затраты, покрываемые соответствующими инвестициями, благодаря которым финансируются исследовательские, конструкторские и технологические службы, инженерно-исследовательские работы, выполняемые сторонними организациями, а также осуществляется приобретение лицензий на объекты интеллектуальной и промышленной собственности.

Внедрение технических инноваций соответствует начальному периоду серийного или массового выпуска продукции, который носит название *период освоения производства*. Имеет место рост объемов производства и объемов продаж, однако выручка от реализации продукции еще не дает возможности полностью покрывать повышенные затраты на производство. Продолжается дооснащение производства технологическим оборудованием и оснасткой, что требует дополнительных инвестиций.

На этапе коммерциализации технических инноваций:

- наблюдается интенсивный рост объемов производства и продаж;
- затраты на производство полностью покрываются выручкой от реализации продукции, предприятие начинает получать прибыль.

Длительность третьего этапа определяется такими факторами, как моральное старение инноваций, появление более конкурентоспособных технических решений.

Поэтому предприятие вынуждено сокращать объемы производства устаревающей техники, регулярно обновлять номенклатуру производимой продукции и снимать устаревшие изделия с производства.

Суммарная длительность всех трех этапов инновационного процесса, составляющая для различных видов продукции от нескольких лет до нескольких десятилетий, называется *жизненным циклом инноваций*.

Понятие «**жизненный цикл инноваций**» несколько отличается от понятия «жизненный цикл машиностроительной продукции»: последнее отражает не только сферу разработки и производства всего семейства изделий, использующих техническую инновацию, но и продолжительность физического существования конкретного изделия, включая этапы эксплуатации, ремонтного обслуживания, вплоть до утилизации (рис. 2.2).

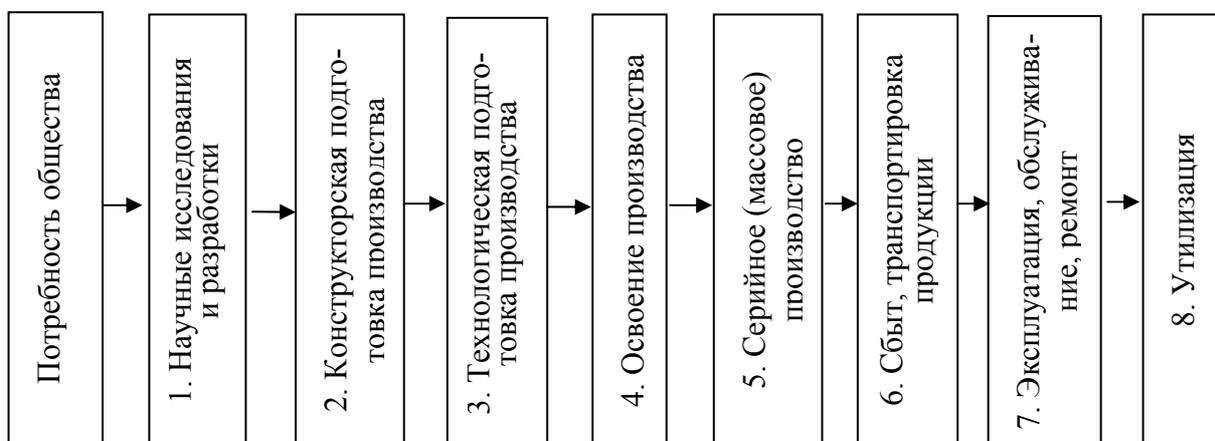


Рис. 2.2. Этапы жизненного цикла машиностроительной продукции

Этапам *жизненного цикла* машиностроительной продукции предшествуют: выявление потребности общества в конкретных видах продукции, выполнение определенных работ и услуг, обоснование решений о разработке и производстве продукции. Побудительными мотивами при этом могут быть прямые заказы органов власти, предприятий и организаций, а также результаты маркетинговых исследований рынка.

Из мирового опыта известно, что побудительными мотивами для разработки и производства 25 – 30 % новых видов продукции явились новые идеи, зародившиеся в научно-исследовательских, конструкторских и технологических организациях и службах предприятий. Этапы 1 – 3 жизненного цикла изделий совпадают по содержанию с первым этапом инновационного процесса, так как их задача – выполнение всех работ по подготовке производства новой продукции. Длительность этих этапов, качество выполненных работ влияют на результативность инновационных процессов, конкурентоспособность продукции предприятия. Так сокращение продолжительности этапов 1 – 3 позволяет увеличить длительность этапа коммерциализации инноваций, получить больший объем прибыли. Сокращение времени выполнения этапов 1 – 3 обеспечивается следующими организационно-техническими мероприятиями:

- автоматизация процессов разработки конструкторско-технологической документации;
- объединение процессов разработки конструкторско-технологической документации и изготовления опытных образцов в единую интегрированную систему;
- комплексный анализ технологичности машиностроительной продукции на всех этапах ее разработки;
- унификация конструкторско-технологических решений, типизация технологических процессов;
- использование эффективных методов планирования и управления инновационными процессами, например, методов сетевого планирования и управления (СПУ);
- кооперирование с отечественными и иностранными инженерно-исследовательскими организациями, фирмами;
- заключение лицензионных договоров на использование запатентованных изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, ноу-хау.

2.2. Выбор варианта производства продукции

Предприятие, постоянно работая в рыночных условиях, должно постоянно обновлять ассортимент выпускаемой продукции. При этом существует несколько вариантов получения новых разработок:

- приобретение новинок у стороннего разработчика;
- создание у себя новых видов изделий.

Для осуществления этих вариантов предприятие должно иметь программу выбора и разработки новых изделий.

Начальный этап программы связан с формированием идей о создании новой продукции, которые могут появляться различными путями:

- в результате проведения маркетинговых исследований;
- при проведении НИР;
- в результате анализа научно-технической информации;
- в результате анализа товаров-конкурентов.

Максимально реализовать сильные и компенсировать слабые стороны производства позволяют идеи, вытекающие из производственных возможностей предприятия.

Создание новых изделий – сложный и рискованный процесс. Новое изделие должно максимально удовлетворять запросы потребителей и приносить высокие прибыли.

Успешно действовать в динамично меняющейся ситуации способно лишь то предприятие, которое собирает и использует маркетинговую информацию о клиентах, конкурентах, товарах и других силах, действующих на рынке с целью стратегической и оперативной корректировки своей деятельности. Проведение маркетинговых исследований позволяет получить нужную информацию, с помощью которой принимаются решения по выпуску новых изделий. Технология проведения маркетингового исследования включает следующие основные этапы:

1. Выявление проблем и формулирование целей исследования

На этом этапе четко определяется проблема и согласовываются цели исследования. При этом проблема должна иметь непосредственное отношение к маркетинговой среде, в которой находится предприятие, и отражать задачи, требующие соответствующих решений.

После постановки проблемы формулируются цели исследования. Они могут быть поисковыми или экспериментальными.

2. Отбор источников информации

На этом этапе определяется вид информации и пути ее сбора.

3. Сбор информации

Сбор источников начинается обычно с имеющейся в наличии информации (вторичная информация), а затем собирается информация, которой еще нет на предприятии (первичная информация).

Первичная информация собирается различными способами: наблюдением, экспериментом и опросом.

4. Анализ собранной информации

Из полученных данных выявляются наиболее важные сведения и результаты, которые позволяют в дальнейшем принять управленческие решения, например, возможные виды изделий, которые найдут своего покупателя на рынке.

5. Представление полученных результатов и принятие управленческих решений, в частности, по выпуску новой продукции

Отобранные в результате анализа сведения представляются в виде таблиц, графиков и других средств, что способствует принятию нужных руководству предприятия решений, например, по выбору варианта создания продукции.

Если существуют несколько вариантов создания продукции, то задача выбора решения по выпуску продукции состоит в том, чтобы выбрать наиболее оптимальный вариант с учетом возможностей предприятия.

При этом выбор решения включает следующие элементы:

- разработку и анализ стратегии – что производить и как это осуществлять;
- анализ объективных условий, не поддающихся регулированию со стороны предприятия;
- анализ результатов, возникающих как следствие принятой стратегии при данных объективных условиях;
- прогноз, оценивающий вероятность каждого из возможных состояний объективных условий;
- выбор решения на основе принятого критерия.

Под стратегией понимается набор альтернативных вариантов производства новой продукции. Руководитель, формируя стратегию, опирается главным образом на имеющиеся у предприятия технические, трудовые и финансовые ресурсы. Каждая стратегия по созданию новой продукции может быть реализована разными вариантами, в связи с тем, что имеется достаточно большое число технологических вариантов изготовления одного и того же изделия и его составных частей, причем количество вариантов растет по мере продвижения по пути: *изделие* → *сборочные единицы* → *детали*.

Критериями оценки вариантов являются производственные затраты на их осуществление. Проводя анализ, необходимо разделить производственные затраты на *постоянную* и *переменную* части, что даст возможность учесть изменения величины затрат в связи с колебаниями в выпуске продукции.

Объективные условия, в которых существует предприятие (экономическая и политическая ситуация в стране, уровень конкуренции на рынке

и т.д.), значительно влияют на ожидаемые результаты его деятельности, что необходимо учитывать при оценке стратегии и вариантов ее осуществления.

2.3. Организация научно-исследовательских работ (НИР) и изобретательства

2.3.1. Организация научных исследований

Научные исследования – это специфический вид профессиональной интеллектуальной деятельности, направленной на достижение конечных результатов.

Такими результатами могут быть:

- новые знания, идеи, информация, методы, представления, изложенные в научных отчетах;
- новые идеи и знания, подготовленные для практического использования в форме конструкторской и технологической документации, методик, опытных образцов;
- идеи, овеществленные в новых осваиваемых изделиях, внедренных технологических процессах, методах управления.

Научные исследования, обеспечивающие непрерывное развитие науки и техники, подразделяются на фундаментальные, поисковые и прикладные.

Фундаментальные – основой являются открытия новых закономерностей и принципов, которые могут быть использованы при создании новой техники, принципиально отличающейся от существующей.

Поисковые – базируются на фундаментальных, и, используя новые принципы, позволяют создать новые направления развития техники, обеспечивающей более высокую производительность и качество выпускаемой продукции.

Прикладные – позволяют на основе фундаментальных и поисковых работ решать конкретные научные проблемы, обеспечивающие создание новых изделий и технологических процессов. Считается, что 85 – 90 % результатов прикладных исследований находят или могут находить практическое применение.

Экспериментальные (опытно-конструкторские) разработки – это переходная стадия от фундаментальных и прикладных исследований к подготовке и освоению производства. Здесь идеи воплощаются в техническую документацию, опытные образцы. Творческая, интеллектуальная деятельность осуществляется как научным, так и инженерным персоналом. 90 – 95 % опытно-конструкторских разработок осваивается производством.

При проведении научных исследований решается ряд организационно-экономических вопросов, таких как планирование объемов, трудоемкости, сроков выполняемости, сметы затрат, оценка их эффективности. Совокупность работ, выполняемых при проведении научных исследований по определенной проблеме, обычно называется *темой*. Каждая тема имеет свои особенности по поставленным конечным целям, количеству и квалификации исполнителей, масштабности, преобладанию теоретических или экспериментальных методов исследования, однако можно выделить ряд типовых этапов:

1. Разработка технического задания (ТЗ) – формируются цели выполняемой темы, устанавливаются методы и условия проведения исследования, этапы, сроки, состав исполнителей, выполняется технико-экономическое обоснование целесообразности проведения темы.

2. Выбор направлений исследования (техническое предложение) – осуществляются подбор и анализ имеющихся материалов по исследуемой проблеме, проводятся патентные исследования, разрабатывается общая методика проведения исследований, формируются конкретные задания исполнителям темы.

3. Теоретические и экспериментальные исследования – выполняются необходимые теоретические проработки проблемы; экспериментальные работы, разрабатываются и изготавливаются макеты, опытные образцы, стенды; проводится моделирование исследуемых процессов; сопоставляются результаты теоретических и экспериментальных работ.

4. Обобщение, оценка и оформление результатов – формулируются выводы по проведенным исследованиям; оформляется в окончательном виде отчетная научно-техническая документация (отчет о НИР, конструкторская и технологическая документация, методики и т.д.).

5. Сдача заказчику оформленных результатов выполнения темы – результаты исследования предъявляются заказчику в том виде и объеме, который был оговорен при заключении договора, документально оформляется сдача-приемка работы заказчику.

2.3.2. Организация изобретательства и рационализации

Важнейшим элементом информационного обеспечения НТП являются патентные исследования. Существует специальное положение, регламентирующее отношения, которые возникают в связи с открытиями, изобретениями и рационализаторскими предложениями.

Согласно этому положению, **открытие** – это установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящее коренные изменения в уровень познания. Его характерным признаком является абсолютная новизна в решении определенной научной проблемы, открытие новых путей развития мировой науки. Нельзя считать открытием научную догадку, гипотезу, поскольку она не подтверждена экспериментально.

Государственная регистрация открытий производится компетентным белорусским ведомством в целях установления авторского, а тем самым и государственного приоритета, стимулирования авторов открытий и содействия в решениях научных проблем, государственного учета и распространения информации об открытиях для всестороннего их использования в народном хозяйстве.

Изобретением признается новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области народного хозяйства, социально-культурного строительства или обороны, дающее положительный эффект. В качестве изобретений не признаются предложения, которые не являются техническим решением задачи. К ним относятся:

- разработка методов и систем планирования, снабжения, организации хозяйства (производства), учета, бухгалтерских операций и т.д.;
- выбор абсолютных геометрических размеров машин и сооружений; построение шкал, графиков, номограмм, расчетных формул, логических схем;
- создание методов и систем воспитания и преподавания, математических вычислений.

Рационализаторским предложением признается техническое решение, являющееся новым и полезным для предприятия, организации или учреждения, которому оно подано, и предусматривающее изменение конструкции изделий, технологии производства и применяемой техники или изменение состава материала. К рационализаторским не относятся предложения по улучшению организации работы и управления хозяйством. Не принимаются предложения, квалифицируемые как рационализаторские и относящиеся к разрабатываемым проектам, от инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении этих проектов.

Патентная защита и патентная чистота НИР

Каждая разработка, намечаемая к проведению в научном подразделении, должна быть проанализирована с точки зрения ее патентоспособности. Документом, подтверждающим патентную чистоту объекта, является *патентный формуляр*, который заполняется на основании экспертного заключения.

Патентной защитой пользуются только изобретения. Своевременная патентная защита машиностроительной продукции, идущей на экспорт, гарантирует наиболее выгодные условия заключения контрактов с иностранными фирмами. Цена на товары, защищенные патентами, как правило, намного выше цен на продукцию, не защищенную им.

Патентование обретает смысл лишь в тех случаях, когда изобретения своевременно осваиваются, и их технические преимущества можно продемонстрировать представителям фирм, заинтересованных в приобретении лицензии. **Лицензия** представляет собой определенную форму передачи изобретателем права на использование своего изобретения другому лицу (фирме). При том он может оставлять такое же право и за собой (простая лицензия), или полностью от него отказаться (исключительная лицензия).

Патентование изобретений за границей и продажа лицензий имеют большое моральное и экономическое значение, утверждая высокий авторитет нашей страны как передовой технической державы и обеспечивая значительный приток денежных средств. Число проданных лицензий – один из самых характерных показателей научно-технического потенциала страны.

Покупка иностранных лицензий при наличии надлежащих предпосылок играет большую роль в борьбе за ускорение технического прогресса, поскольку во многих случаях может оказаться более целесообразным и выгодным приобрести право на использование зарубежного изобретения, чем расходовать время на разработку собственного.

Сублицензией или зависимой признается лицензия, которую продает не обладатель патента, а лицо, являющееся владельцем полной или исключительной лицензии.

2.4. Организация конструкторской подготовки производства

2.4.1. Конструкторская подготовка производства, её сущность, содержание, функции и задачи

После завершения прикладных НИР при условии получения положительных результатов экономического анализа, удовлетворяющих предприятие с точки зрения его целей, ресурсов и рыночных условий, приступают к выполнению конструкторской подготовки производства.

Основная задача конструкторской подготовки производства – разработка конструкторско-технической документации на проектируемое изделие необходимого качества в минимальные сроки.

Содержание и объем работ по конструкторской подготовке производства определяются видом разрабатываемых изделий, их новизной, сложностью и назначением, уровнем специализации производства, способом изготовления, методом испытаний и т.д.

В соответствии с *Единой системой конструкторской документации* (ЕСКД) конструкторская подготовка производства включает следующие стадии разработки: *технического задания, технического предложения, эскизного проекта, технического проекта, рабочей документации.*

Разработка технического задания (ТЗ)

Техническое задание, разрабатываемое, как правило, совместно с заказчиком, включает в себя:

- наименование и область применения изделия;
- основания для разработки, ее цель и назначение;
- тактико-технические характеристики;
- показатели качества и технико-экономические требования, предъявляемые к разрабатываемому изделию;
- последовательность разработки конструкторской документации и ее состав;
- специальные требования к изделию;
- порядок контроля и приемки.

Техническое предложение (ТП) представляет совокупность конструкторских документов, которые должны содержать техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки документации на изделие на основании анализа ТЗ заказчика и различных вариантов решения изделия, сравнения с существующими изделиями, а также патентного поиска. На стадии разработки предложения производят укрупненный расчет себестоимости изготовления и ожидаемого экономического эффекта от эксплуатации.

Работа над **эскизным проектом** заключается:

- в определении принципиальной схемы изделия, электрических, монтажных, кинематических, гидравлических и других схем;
- в выполнении общей компоновки изделия;
- в разработке эскизных чертежей общих видов;
- в лабораторном макетировании;
- в составлении спецификаций сборочных единиц;
- в анализе патентной чистоты и оценке экономической эффективности конструкции.

Технический проект – это окончательное техническое решение, дающее полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и содержащее исходные данные для рабочей документации. На этой стадии:

- выполняют расчеты на надежность, долговечность, точность работы;
- составляют спецификации и технические условия (ТУ);
- разрабатывают компоновочные чертежи, чертежи сборочных единиц и ответственных деталей;
- осуществляют макетирование и экономическое обоснование проекта.

Рабочая документация включает в себя:

- чертежи всех деталей, сборочных единиц;
- схемы сборочных единиц, комплексов, комплектов;
- спецификации и технические условия;
- документы, регламентирующие условия эксплуатации и ремонта.

Получение рабочей конструкторской документации – это наиболее важный и ответственный этап КПП, в ходе которого подготавливают документы, предназначенные для изготовления и испытания опытного образца (партии) установочной и головной серий. Конструкторские документы на опытный образец (партию) корректируют по результатам заводских, государственных, межведомственных, приемочных и иных испытаний; документы на установочную серию корректируют по результатам ее изготовления и испытания. Последние коррективы в документы вносят после испытаний головной (контрольной) серии.

Сущность и содержание процесса КПП проявляются в его функциях (функциях-задачах). КПП содержит шесть основных функциональных блоков задач:

- инженерное прогнозирование;
- параметрическая оптимизация;
- опытно-конструкторская разработка;
- отработка конструкции на технологичность;
- организация опытного производства и освоение новой техники;
- метрологическая экспертиза.

Инженерное прогнозирование сводится к решению двух взаимосвязанных задач:

- технико-экономического обоснования (ТЭО) выбора аналога;
- последовательной сравнительной технико-экономической оценки тактико-технических параметров, эксплуатационных и эргономических показателей при выборе и разработке структурных и принципиальных схем конструктивных решений.

Исчерпывающая оценка соответствия конструкции предъявляемым к ней требованиям возможна лишь на основе сравнения с устройством-аналогом. В качестве аналога следует выбирать лучшие образцы отечественной и зарубежной техники, руководствуясь общностью назначения и близостью диапазонов параметров изделий; различные еще не реализованные проектные варианты, в том числе разработанные другими организациями. Если решается задача механизации или автоматизации процессов, то аналоговым является процесс ручного труда. Выбор аналога под предлогом конструктивного подобию с проектируемым изделием неправомерен.

Параметрическая оптимизация базируется на использовании параметрических рядов объектов новой техники (ОНТ) и их конструктивных элементов.

Эта система позволяет, *во-первых*, увязать параметры и характеристики различных объектов между собой, обеспечить их преемственность при последующем развитии и совершенствовании производства, а также при смене объектов производства и эксплуатации; *во-вторых*, упорядочить развитие техники и производства на всех этапах становления и развития отрасли.

Опытно-конструкторская разработка представляет сочетание собственно конструкторских разработок с необходимым объемом экспериментальных исследований. Содержание ОКР определяют характер объекта разработки, его назначение, способ изготовления и т.д.

Отработка конструкции на технологичность является важной функциональной задачей КПП, непосредственно связанной с ОКР. Технологичность конструкции обеспечивает реализацию в конструкции комплекса качеств, обеспечивающих наибольшую пригодность ее для быстрого освоения, экономичного изготовления, технического обслуживания и ремонта. Технологичность конструкции достигается при двух условиях технологической рациональности и преемственности конструктивных решений. Реализуются эти условия:

- путем рационализации способов получения заготовок, изготовления деталей и сборки изделия;
- типизации технологических процессов и операций, применения методов групповой обработки;
- обеспечения преемственности и быстрой переналаживаемости технических средств производства и т.п.

В производство должна поступать документация на технологически совершенные объекты. Рациональным является процесс последовательного обеспечения технологичности на всех стадиях разработки конструкторской

документации. Внедрение совокупности показателей технологичности должно обеспечивать переход на количественные методы оценки труда разработчиков на каждой стадии.

Опытные работы являются этапом создания и освоения новой техники и выполняются в условиях опытного производства. В процессе опытного производства отрабатываются конструкция изделия и технологические процессы, изготавливаются опытные образцы или партии новой продукции в условиях, максимально приближающихся к промышленным, но отличающихся, как правило, меньшими объемами выпуска продукции. Делается это с целью сокращения затрат времени и средств на цикл от исследования до промышленного производства. Наличие опытного производства и его технический уровень оказывают непосредственное влияние на сроки и качество освоения новой продукции.

При отработке конструкции важное место отводится *метрологической экспертизе*, сущность которой заключается в проверке полученных в результате производства параметров изделия на соответствие запроектированным.

Организация метрологического обеспечения является типовой функциональной подсистемой. *Цель* метрологической экспертизы КПП – своевременное обеспечение единства и точности измерений параметров изделий, материалов и сырья, режимов технологических процессов, характеристик оборудования и инструментов. *Объектами* метрологической экспертизы являются качество продукции на всех стадиях ее жизненного цикла, технологические процессы, средства технологического оснащения и средства измерения.

Метрологическая экспертиза базируется на требованиях государственной системы стандартов на средства измерений, образцы, свойства веществ и материалов и справочных данных.

2.4.2. Унификация и стандартизация конструкций изделий

Одним из эффективных направлений, позволяющих повысить качество проектируемых изделий, уменьшить трудоемкость, сократить время конструкторской подготовки, является применение конструкторских решений, базирующихся на принципах унификации и стандартизации.

Конструкторская унификация – это совокупность мероприятий по устранению необоснованного многообразия типов и конструкций изделий, форм и размеров деталей и заготовок, марок и профилей материалов. Унификация обеспечивает конструктивную преемственность, т.е. применение

в проектируемых приборах уже освоенных в производстве сборочных единиц и деталей.

Стандартизация – это установление необходимого минимума типов и параметров машин, механизмов, приборов, средств автоматизации, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий с учетом развития машиностроительной отрасли.

Стандартизация, как функция представляет собой установление и применение стандартов, образцов, эталонов, моделей, принимаемых за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. Как нормативно-технический документ стандарт устанавливает комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утверждается компетентным органом.

При стандартизации используется ряд методов, в том числе:

- *нормирование* (установление нормы на числовое значение стандартизируемого параметра);
- *параметрирование* (установление последовательного ряда числовых значений и параметров);
- *унификация* (установление объектов одинакового назначения и исполнения в целях достижения экономии, обеспечения взаимозаменяемости и создания конструктивно-унифицированных рядов);
- *типизация* (разработка типовых решений);
- *симплификация* (сокращение многообразия объектов);
- *агрегатирование* (создание разнообразных объектов путем компоновки из ограниченного числа стандартных элементов).

Эти методы позволяют осуществлять стандартизацию широкого ряда – от простых объектов до сложных систем. Так, при стандартизации изделий, полуфабрикатов, агрегатов (элементов систем) в качестве основных применяются методы нормирования и параметрирования. При стандартизации сравнительно простых систем эти методы дополняются унификацией, а при стандартизации сложных систем – типизацией и агрегатированием. Получают развитие также методы стандартизации больших систем – *методы систематизации*.

Одной из характерных черт современной НТР является переход от производства изделий к созданию систем. Стандартизация направлена на снижение сложности продукции, и тем самым обеспечивает снижение сложности организации, упрощение структуры производства и технологических систем.

Наряду со стандартизацией, на предприятиях широко применяется *унификация* элементов и деталей. В отличие от стандартизации, унификация касается деталей, применяемых не во всех изделиях данного предприятия, а лишь в некоторых из них, однородных.

К числу *стандартных* относят детали и узлы, требования к которым установлены государственными стандартами. *Унифицированными* считают широко используемые детали и узлы, не вошедшие в стандарты. Технологические и эксплуатационные параметры унифицированных деталей и узлов устанавливаются на основании анализа ряда аналогичных деталей и узлов, применяемых в различных изделиях при различных узлах одного изделия. *Заимствованными* называют детали и узлы, ранее спроектированные как оригинальные для конкретного изделия или узла и применяемые в двух и более изделиях.

Разница между заимствованными и унифицированными деталями состоит в том, что в случае *заимствования* чертеж детали из существующей конструкции переносится во вновь проектируемую без всяких изменений, в том числе с сохранением обозначения, тогда как *унифицированные* детали являются результатом конструктивно-технологической модернизации и имеют, как правило, собственное обозначение.

Одним из наиболее рациональных направлений развития унификации и стандартизации является создание параметрических и конструктивно-унифицированных рядов приборов и машин.

Параметрический ряд представляет собой совокупность конструкций машин разных типоразмеров, подчиняющуюся определенному закону возрастания (убывания) значений главного параметра. Главный параметр изделия должен выражать его потенциальные качества, оставаться стабильным при его модернизации, оказывать определяющее влияние на остальные конструктивные, эксплуатационные и технико-экономические параметры.

Создание параметрических рядов, обеспечивающее рациональную конструктивную общность между отдельными типоразмерами, способствует созданию конструктивно-унифицированных рядов, семейств и систем приборов и машин.

Конструктивно-унифицированный ряд машин и приборов и их элементов – это совокупность изделий (элементов) одного и того же или сходного функционального назначения, построенная на основе конструктивной общности структурных составляющих изделия. Каждый конструктивный ряд приборов должен иметь свое основание – *базовую модель*. Базовое изделие выполняет максимальное число функций, его составные части используются во всех модификациях конструктивного ряда.

Унификация является базой *агрегатирования* и *блочно-модульного метода конструирования машин и приборов и их систем*, т.е. создания изделий путем их компоновки из ограниченного числа унифицированных или стандартных элементов, модулей, блоков одинакового или разного назначения. Наряду с совершенствованием процесса конструирования это упрощает

эксплуатацию, делает машины или приборы более ремонтпригодными, облегчает замену блоков и модернизацию при капитальном ремонте.

Благодаря унификации в пределах параметрического ряда, удается на основе принципов агрегатирования создать необходимое число моделей за счет небольшого числа типоразмеров сборочных единиц. Значения, составляющие параметрический ряд, как и пределы унификации, определяют с помощью технико-экономического анализа, сопоставляя потери (например, от завышения массы сборочной единицы при установке ее на изделие, требующее меньшей мощности) с ожидаемым снижением себестоимости при увеличении объема выпуска в связи с унификацией.

Создание параметрических рядов машин и приборов, имеющих общие назначение и конструкцию, но различающихся размерами, мощностью или эксплуатационными характеристиками, закладывает предпосылки для углубления стандартизации и унификации деталей, упрощает процесс конструирования объектов единого конструктивного ряда.

Система основных показателей унификации и стандартизации оценивается коэффициентами, приведенными в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Система основных показателей унификации и стандартизации

Показатель	Расчетная формула	Принятые обозначения
Коэффициент унификации изделия	$k_{ун} = \frac{m_{ун}}{m}$	$m_{ун}$ – количество типоразмеров деталей, унифицированных с деталями других изделий; m – общее количество типоразмеров деталей
Коэффициент стандартизации изделия	$k_{ст} = \frac{m_{ст}}{m}$	$m_{ст}$ – количество типоразмеров стандартных деталей в изделии
Обобщенный показатель унификации и стандартизации изделия	$k_{унст} = k_{ун} + k_{ст}$	
Коэффициент унификации конструктивных элементов (для каждого вида резьбы, паза, фаски и др.)	$k_{ун.э} = \frac{n_p}{n_э}$	n_p – число значений размеров конструктивных элементов во всех оригинальных деталях; $n_э$ – суммарное число применяемых конструктивных элементов данного вида во всех оригинальных деталях
Коэффициент унификации марок и сортамента применяемых материалов (для каждого вида материала – стали, чугуна, пластмассы и т.д.)	$k_{ун.м} = \frac{m_m}{m_{унст}}$	m_m – число применяемых марок и сортамента каждого материала; $m_{унст}$ – число наименований оригинальных, унифицированных и стандартных деталей, кроме покупных

2.4.3. Технологичность конструкции изделия

Под *технологичностью изделия* понимают совокупность свойств его конструкции, характеризующих возможность оптимизации затрат труда, средств и времени на всех стадиях создания, производства и эксплуатации изделия. Технологичной можно считать только конструкцию, удовлетворяющую эксплуатационным требованиям, освоение и выпуск которой в заданном объеме будет протекать с минимальными производственными издержками (в первую очередь – с наименьшими трудо- и материалоемкостью) при минимальной продолжительности цикла производства.

Оценка технологичности конструкции изделия может быть качественной и количественной. *Количественная* оценка основана на анализе:

- базовых показателей технологичности, устанавливаемых техническим заданием на проектирование изделия;
- показателей технологичности, достигнутых при разработке конструкции;
- уровня технологичности (отношение достигнутых показателей к базовым).

Количественная оценка дополняется *качественной*, обобщенной, базирующейся на опыте исполнителя. При сравнении вариантов конструкции в процессе проектирования изделия качественная оценка предшествует количественной и определяет ее целесообразность.

Показатели технологичности могут быть:

- *абсолютными* (масса изделия и его элементов, нормы расхода материалов, точность изготовления, общее количество элементов, трудоемкость и др.);
- *относительными* (удельные показатели и коэффициенты) (табл. 2.2).

Показатели технологичности во многих случаях могут оказать существенное влияние на окончательную оценку конкурентоспособности новых изделий.

Таблица 2.2

Система основных показателей технологичности конструкции изделия

Показатели	Расчетная формула	Принятые обозначения
А. Производственные		
А.1. Абсолютные		
Суммарная материалоемкость изделия	$G_o = G_{чр} + G_{ц} + G_{н}$	$G_{чр}$ – расход материала на заготовки из черных металлов; $G_{ц}$ – то же из цветных металлов; $G_{н}$ – то же из неметаллических материалов

Окончание табл. 2.2

Суммарная трудоемкость изделия	$t_{из} = t_3 + t_m + t_{сб} + t_{п}$	t_3 – трудоемкость заготовительных работ; t_m – то же механической обработки; $t_{сб}$ – то же сборочных работ; $t_{п}$ – то же прочих работ
Себестоимость изделия	C	
А.2. Относительные		
Удельная материалоемкость изделия	$g_y = \frac{G_o}{P}$	P – определяющий эксплуатационный параметр изделия (производительность, мощность и т.д.); $G_{ч}$ – чистая масса изделия
Коэффициент использования материалов	$k_{им} = \frac{G_{ч}}{G_o}$	
Удельная трудоемкость изделия	$t_y = \frac{t_{из}}{P}$	
Удельная себестоимость изделия	$C_y = \frac{C}{P}$	
Б. Эксплуатационные		
Б. 1. Абсолютные		
Трудоемкость профилактического обслуживания	$t_{об}$	Могут использоваться и другие абсолютные показатели, например $G_{об}$ и G_p материалоемкость обслуживания и эксплуатационных ремонтов; $C_{об}$ и C_p – затраты на обслуживание и эксплуатационные ремонты и др.
Трудоемкость эксплуатационных ремонтов	t_p	
Б.2. Относительные		
Удельная трудоемкость обслуживания изделия	$t_{yоб} = \frac{t_{об}}{P}$	
Удельная трудоемкость эксплуатационных ремонтов	$t_{yp} = \frac{t_p}{P}$	
Удельные затраты на обслуживание изделия	$C_{yоб} = \frac{C_{об}}{P}$	
Удельные затраты на эксплуатационные ремонты	$C_{yp} = \frac{C_p}{P}$	

Задача отработке конструкции на технологичность решается на всех стадиях разработки изделия, при технологическом оснащении производства и изготовлении изделия. Будучи комплексной, она должна включать:

- обеспечение технологичности конструкции изделия при его проектировании;
- технологический контроль конструкторской документации;
- подготовку и внесение изменений в конструкторскую документацию, обеспечивающих достижение оптимальных показателей технологичности.

Согласно требованиям стандартов, отработку изделия на технологичность проводят в определенном порядке. Сначала подбирают и анализируют исходные материалы для оценки технологичности конструкции, уточняют объем выпуска. Затем проводят анализ показателей технологичности, в частности – производственной и эксплуатационной. После этого проводят сравнительную оценку и расчет уровня технологичности конструкции.

Отработка конструкции изделия на технологичность составляет в общем объеме работ на стадии составления технического задания – 5 %, технического предложения – 15 %, эскизного проектирования – 30 %, технического проектирования – 30 %, выполнения рабочей документации – 20 %.

Завершающим этапом отработки изделий на технологичность является разработка рекомендаций по улучшению показателей технологичности.

Основными путями повышения технологичности на ранних стадиях проектирования являются строгое соответствие конструкции функциональному назначению изделия, использование принципов создания параметрических рядов и внутрисемейственной унификации, сокращение числа звеньев в размерных цепях и др. Это позволяет применить принципы агрегатирования, упрощающие сборку и снижающие ее трудоемкость.

Особенно расширяется круг вопросов, связанных с обеспечением технологичности, при разработке рабочей документации. На этой стадии обосновывается выбор материалов, типа заготовок с учетом объема выпуска, обеспечиваются взаимозаменяемость деталей, минимальная трудоемкость сборки.

2.5. Организация технологической подготовки производства

2.5.1. Задачи, сущность и содержание технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства (ТПП) – совокупность технических решений, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску нового изделия высокого качества, заданного объема с установленными технико-экономическими показателями при соблюдении установленных сроков и затрат.

Целью технологической подготовки производства является проектирование и освоение новых и совершенствование действующих технологических процессов изготовления изделий и их частей, а также создание предпосылок для внедрения прогрессивных методов и форм организации производства и труда, механизации и автоматизации производственных процессов. Критериями достижения данной цели являются сведение до минимума затрат на ТПП и продолжительности цикла подготовки, освоения и выпуска изделий.

Сущность и содержание ТПП проявляется в ее функциях и задачах. Степень проработки задач ТПП определяется типом производства. Наиболее укрупненно задачи ТПП решают в мелкосерийном единичном производстве, где для изготовления деталей и выполнения процессов сборки (кроме сложных изделий) достаточно конструкторской документации, и проработанных технологических маршрутов. Для серийного, крупносерийного и массового производства характерны более глубокое разделение, большая дифференциация операций, поэтому задачи ТПП и технологические процессы разрабатывают подробно с учетом планируемых объемов выпуска.

Основными задачами, решаемыми на стадии ТПП, являются:

- контроль конструкторской документации;
- отработка конструкции изделия и деталей на технологичность;
- разработка межцеховых технологических маршрутов;
- разработка технологических процессов (с установлением пооперационных норм времени и расчетом норм расхода материалов);
- проектирование и изготовление средств технологического оснащения (СТО);
- выверка, отладка и внедрение в производство разработанных технологических процессов;
- метрологическая экспертиза результатов реализации функций ТПП.

Отработка конструкций изделия и деталей на технологичность – задача комплексная, к решению которой кроме конструкторов должны привлекаться технологи. Возможны следующие варианты:

- персональное закрепление за объектом ведущего конструктора и ведущего технолога;
- введение одного-двух технологов в штат отдела главного конструктора или конструкторского бюро;
- создание комплексных конструкторско-технологических бригад или другие подобные мероприятия.

Таким образом, функция обеспечения технологичности конструкции изделия, является связующей между конструкторской и технологической подготовкой производства и включает:

- структурный анализ изделия (какие детали и сборочные единицы входят в изделие);
- анализ уровня стандартизации и унификации составных частей изделий;
- возможности применения типовых и групповых процессов обработки, сборки, контроля, испытаний, технического обслуживания и ремонта.

Комплекс мероприятий по отработке конструкции на технологичность в конечном счете приводит к повышению производительности труда при оптимальном снижении затрат труда, средств, материалов и времени на проектирование, подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт, обеспечение прочих заданных показателей качества изделия в принятых условиях его производства и эксплуатации.

Разработка межцеховых технологических маршрутов (расцеховка) является исходной задачей ТПП. Она включает распределение номенклатуры деталей между цехами и участками, разработку технологических маршрутов их движения. Маршрутная технология определяет последовательность прохождения по цехам каждой детали и сборочной единицы в процессе ее производства.

Межцеховые технологические маршруты являются исходными для установления перечня объектов, по которым соответствующими группами отдела главного технолога (ОГТ) должны быть разработаны пооперационные технологические процессы получения деталей и сборки сборочных единиц по цехам.

Разработка единичных технологических процессов применительно к механообработке резанием, например, в общем случае включает:

- анализ исходных данных;
- выбор вида заготовки, технологических баз и технологического процесса;
- определение последовательности и содержания технологических операций;
- оформление рабочей документации на технологические процессы.

Унификация технологических процессов предполагает разработку технологии не для каждой детали, а для целой группы деталей, характеризующихся общностью формы, подобием технологических маршрутов по операциям, применяемой оснастки, близостью размеров, сходством вида

заготовки и одинаковыми требованиями к точности обработки и чистоте поверхности.

Различают две разновидности унифицированных технологических процессов – *типовые и групповые*. В первом случае унифицирован пооперационный маршрут обработки, во втором – дополнительно унифицировано попереходное содержание каждой групповой операции. Групповая технология в отличие от типовой завершается созданием для всей группы деталей операций, закрепленных за рабочим местом, специализированного, высокопроизводительного и быстропереналаживаемого группового оснащения.

Новым методом проектирования технологических процессов является метод, основанный на модульном принципе их построения. Используя принципы создания типовых и групповых технологических процессов, этот метод содержит два принципиальных положения:

1. Независимость технологических процессов от конкретных условий каждого предприятия.

2. Независимость классификации деталей от технологических признаков.

Реализация такого подхода требует разработки унифицированных процессов, которые должны учитывать как имеющиеся на предприятии технологические средства, так и последние достижения науки и техники. Устранение противоречий, которые могут возникать в процессе реализации такого подхода, достигается путем приспособления технологии к изделию и классификации изделий по назначению. Объектом классификации принимается модуль поверхностей. *Модуль поверхностей* – это сочетание поверхностей, предназначенных для совместного выполнения законченной служебной функции детали. Модули поверхностей деталей, получивших название конструкторских, делятся на три класса: *рабочие, базирующие и связующие*. Классы в свою очередь делятся на подклассы, в которые входят соответственно совокупности поверхностей *простой и сложной формы*. Каждый подкласс делится на две группы: по *характеру геометрии поверхностей* и по *характеру функций*, выполняемых поверхностями. Модули поверхностей также объединяются в группу, которая характеризуется изготовлением по одному технологическому процессу, и называются **интегральным модулем поверхности**.

Пооперационные нормы времени или выработки на разработанные технологические процессы устанавливает технолог-нормировщик, пользуясь расчетно-аналитическим, укрупненным, опытно-статистическим методами расчета или по нормативам.

Нормы расхода материалов также определяет технолог-нормировщик с учетом припусков на обработку, способов получения заготовок и обработки деталей.

Проектирование и изготовление средств технологического оснащения, механизации и автоматизации технологических процессов приспособлений, инструментов, кондукторов, штампов, моделей, различных специальных транспортных устройств, средств технического контроля и т.п. — осуществляет конструкторское бюро ОГТ или инструментальный отдел.

Изготовление технологического оснащения может разбиваться на очереди с установлением отдельных сроков готовности первой, второй, а иногда и третьей очередей. В процессе освоения производства технологическое оснащение совершенствуется, в целях повышения экономичности оснащения его совершенствование продолжается в течение всего периода выпуска изделий данного типа.

Уровень оснащенности определяется с помощью коэффициента *оснащенности технологических процессов* k_{oc}

$$k_{oc} = \frac{N_{o.o}}{N_d}, \quad (2.1)$$

где $N_{o.o}$ — общее число типоразмеров оснастки, применяемых на предприятии при изготовлении изделия; N_d — число деталей, входящих в изделие, изготавливаемых на предприятии.

Совершенствование применяемых в производстве средств технологического оснащения при одновременном снижении трудоемкости, сокращении продолжительности и затрат на ее проектирование и изготовление является крупным резервом повышения эффективности производства.

Для сокращения сроков технологической подготовки целесообразно применение универсальной переналаживаемой технологической оснастки. Однако следует иметь в виду, что без организационной перестройки производства внедрение переналаживаемой технологической оснастки не дает желаемого результата, необходим переход на прогрессивные целевые формы специализации цехов, участка и рабочих мест.

Технологическая подготовка производства завершается *выверкой, отладкой и внедрением в производство* разработанных технологических процессов. В процессе освоения технологические процессы корректируются, а в технологическое оснащение вносятся совершенствующие его изменения.

Сущность *метрологической экспертизы ТПП* заключается в проверке соответствия полученных в результате обработки параметров изделия

запроектированным. Важное значение имеют точность и достоверность измерений при ТПП. В условиях все возрастающих требований к качеству и точности выпускаемых машин приборов вопросы метрологического обеспечения производства приобретают основное значение.

Помимо рассмотренных к числу обязательных функций ТПП относятся решение задач по технико-экономическому обоснованию проектируемой технологии и оснащения, а также разработка проектов и внедрение прогрессивных форм организации программно-целевых производственных систем.

2.5.2. Основные системы технологической подготовки производства и их сущность

На сроки изготовления новых изделий, качество и прогрессивность разрабатываемых технологических процессов оказывает влияние организация технологической подготовки и технологических служб на предприятиях. В зависимости от сложности изделий, объемов выпуска и сложившихся традиций применяется централизованная, децентрализованная или смешанная система организации служб технологической подготовки.

Централизованная система ТПП предусматривает создание на предприятии единой технологической службы – отдела главного технолога (ОГТ), который осуществляет весь комплекс работ по ТПП. Цеховые технологические бюро занимаются внедрением разработанных ОГТ технологических процессов, инструктажем при их выполнении, выдвигают предложения по их совершенствованию, осуществляют контроль за соблюдением технологической дисциплины. Такая организация применяется обычно на предприятиях с серийным и массовым типами производства.

При *децентрализованной системе ТПП* разработка технологических процессов и текущее технологическое обслуживание возлагаются на технологические бюро цехов, а ОГТ осуществляет разработку межцеховых маршрутов, методическое руководство работой цеховых технологических бюро, занимается инструментальной подготовкой производства (проектирование, изготовление и приобретение инструментального оснащения) и выполняет контрольные функции. Применяется такая организация ТПП в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Смешанная система технологической подготовки встречается на предприятиях с серийным типом производства. Централизованная подготовка ведется по продукции устойчивой номенклатуры, а децентрализованная – по продукции с нестабильной программой выпуска.

Различные аспекты технологической подготовки производства отражает ряд документов **Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП)**.

ЕСТПП – это система организации технологической подготовки производства и управления ею на основе применения типовых и групповых технологических процессов, стандартной технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и управленческих работ.

Основными технологическими документами являются карты технологического маршрута детали и сборочных единиц по цехам (расцеховка) и технологического процесса изготовления детали или сборочной единицы. Формы этих карт зависят от вида обработки, а степень разработки технологического процесса – от типа производства.

При технологической подготовке единичного и мелкосерийного производства ограничиваются составлением маршрутной карты на деталь (сборочную единицу) с перечнем операций технологического процесса, оборудования и инструмента, применяемых на каждой из них. Для крупносерийного и массового производства оформляют операционные карты с операционным эскизом обработки (сборки). В массовом производстве, кроме того, разрабатывают инструкционные карты по каждому отдельному переходу. В картах технологического процесса сборки (в целом на сборочную единицу или для отдельных операций) приводят перечень входящих в сборку деталей.

В серийном и массовом производстве различают два этапа освоения производства: изготовление и испытание установочной (1-й этап) и головной (2-ой этап) серий изделий. При испытании *установочной серии* изделий определяют пригодность разработанного технологического процесса для выпуска изделий в объеме, установленном для данного этапа, а также возможность применения этого процесса для изготовления головной (контрольной) серии изделий. *Головную (контрольную) серию* изделий проверяют на точность, стабильность и надежность полностью оснащенного технологического процесса, качество и надежность изделий, изготовленных с применением данного технологического процесса.

Отклонения от разработанных и отлаженных технологических процессов, освоенных производством, не допускаются. Соблюдение требований к этим процессам составляет основу *технологической дисциплины*. Контроль за соблюдением технологической дисциплины возлагается на администрацию цехов: начальников цехов, мастеров, аппарат отдела технического контроля (ОТК). ОТК обязан отбраковывать детали или сборочные единицы, изготовленные с нарушением технологии. Изменение последовательности операций или других технологических требований допускается только с санкции органов, разработавших этот процесс или представ-

ляющих интересы этих органов на предприятии. Цеховые технологи и цеховая администрация имеют право санкционировать такое изменение лишь в том случае, если процесс был разработан цеховым технологическим бюро.

2.5.3. Основные направления ускорения технологической подготовки производства

Сокращение сроков, трудоемкости и стоимости ТПП – достаточно сложная и комплексная задача, и ее решение достигается на основе:

1. сведения до минимума объема исправлений, вносимых в технологическую документацию;
2. параллельного выполнения работ по ТПП и завершающего этапа КПП, а также отдельных этапов ТПП;
3. унификация технологических процессов;
4. использования типовых технологических нормалей на все геометрические элементы конструкции;
5. унификации и стандартизации технологического оснащения;
6. создания и использования групповой быстропереналаживаемой оснастки,
7. создания предметно- и подетально-специализированных цехов и участков, групповых поточных линий, гибких автоматизированных линий, обеспечивающих выдачу заданных программой конечных продуктов (деталей, сборочных единиц, изделий);
8. механизации и автоматизации ТПП.

Остановимся на некоторых из названных выше направлениях.

Унификация технологических процессов позволяет не только ускорить ТПП, но и сократить объем технологической документации. На основе ЕСТПП предполагается довести уровень унификации технологических процессов до 60 % трудоемкости работ. Одновременно с унификацией процессов обработки деталей (в целях рационализации и типизации) проводится унификация вспомогательных приемов и операций, например: установки и снятия деталей, смены затупленного инструмента и т.п.

Использование *технологических нормалей* ведет к унификации процессов ТПП. Нормали разрабатывают на типовые геометрические элементы конструкции деталей, припуски на обработку и на режимы обработки, связанные с получением этих элементов.

Прогрессивным направлением является *унификация и стандартизация технологического оснащения*. Для литейного производства целесообразны создание и применение групповых форм-блоков со сменными вкладышами, а также нормализованных кокилей, опок, стержневых ящиков, координатных и секционных подмодельных плит; для кузнечно-прессового и штамповочного – блочных и комбинированных штампов вместо операционных. В механообрабатывающих цехах из унифицированных и стандартизованных элементов можно конструировать стационарные

операционные приспособления и кондукторы, компоновать универсально-сборные, сборно-разборные и универсально-наладочные приспособления.

Исключительно важно создание группового оснащения, связанного с применением групповой технологии. Такое оснащение состоит из постоянной (базовой) и сменяемой быстропереналаживаемой частей. К базовой части крепится деталь (крепление может быть пневматическим, пневмогидравлическим, магнитным и т.д.). Сменяемая часть состоит из набора установочных элементов и выполняет функцию ориентирования детали.

Механизация и автоматизация охватывает различные объекты и стадии ТПП. В целях ускорения и упрощения информационного обслуживания создаются информационно-прогностические и информационно-поисковые системы.

Оценить технологическую готовность предприятия к запуску нового изделия можно по показателям технологической готовности (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Основные показатели технологической готовности предприятия к запуску в производство нового изделия

Показатель	Формула	Обозначение
Коэффициент готовности технологической документации (технологические процессы)	$k_{т.д} = \frac{N_{\phi}}{N_{пл}}$	N_{ϕ} – фактическое количество техпроцессов, имеющих к началу освоения нового изделия $N_{пл}$ – общее количество техпроцессов, необходимых для изготовления нового изделия
Коэффициент готовности технологической оснастки (приспособления, кондукторы, штампы и т.п.) для изготовления нового изделия	$k_{осн} = \frac{П_{\phi}}{П_{пл}}$	$П_{\phi}$ – фактическая обеспеченность операций технологической оснасткой $П_{пл}$ – планируемая обеспеченность производства технологической оснасткой к моменту запуска в производство нового изделия
Коэффициент обеспеченности производства нового изделия инструментом общего и специального назначения	$k_{н} = \frac{И_{\phi}}{И_{пл}}$	$И_{\phi}$ – фактическая обеспеченность производства инструментом к моменту запуска в производство нового изделия $И_{пл}$ – планируемая (нормативная) обеспеченность производства инструментом
Коэффициент обеспеченности производства нового изделия средствами метрологического контроля (калибры, контрольно-измерительная аппаратура и т.п.)	$k_{к} = \frac{М_{\phi}}{М_{пл}}$	$М_{\phi}$ – фактическая обеспеченность производства средствами метрологического контроля к моменту запуска в производство нового изделия $М_{пл}$ – планируемая обеспеченность производства средствами метрологического контроля

Общую оценку технологической готовности предприятия определяют с помощью интегрального показателя, рассчитываемого как средневзвешенная величина значений выше рассмотренных коэффициентов

$$k_{\text{техн.г}} = \frac{\sum k_i \cdot m_i}{\sum m_i}, \quad (2.2)$$

где k_i – частные коэффициенты технологической готовности; m_i – весовость i -го показателя.

2.6. Автоматизация работ по подготовке производства

Эффективность проектно-конструкторских работ в большой степени зависит от применения компьютерных систем.

Применение компьютерных технологий в конструкторских службах значительно повышает уровень унификации и стандартизации конструкций за счет *оперативного поиска* имеющихся по данному вопросу патентов, стандартов, выполненных ранее конструкторских решений, улучшает *учет* вносимых в документацию изменений, обеспечивает конструкторов широкой *информацией* по решаемому вопросу, начиная от патентных формуляров и кончая копиями ранее разработанных чертежей конструкций изделий, имеющих сходные признаки.

Большой удельный вес в затратах конструкторского труда имеют расчеты, выполнение графической части проектов (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Удельный вес трудовых затрат на конструкторскую подготовку

Вид работы	% к общим затратам времени
Творческая работа, согласование и принятие решений	20 – 25
Инженерные расчеты	10 – 15
Разработка и оформление чертежей	40 – 50
Размножение конструкторской документации	10 – 15

Соотношение категорий трудовых затрат, приведенные в табл. 2.4, показывают, что более половины их составляют работы, связанные с разработкой и оформлением чертежей и размножением конструкторской документации. Это подтверждает целесообразность автоматизации проектно-конструкторских работ и внедрения систем автоматизированного проектирования (САПР).

Применение в САПР вычислительных машин и терминального оборудования, наличие автоматизированных рабочих мест (АРМ) конструкторо-

ров, позволяющих получать электронные чертежи, подготавливать информацию для ввода в компьютер, редактировать текст и графику привели к существенному перераспределению функций между конструктором и компьютером, изменили технологию и организацию работ в конструкторских подразделениях.

В связи с широким распространением САПР меняются функции подразделений конструкторских служб. Конструкторы освобождаются от трудоемких сбора и подготовки информации, расчетных и графических работ, что позволяет повысить качество разработки конструкции.

Для комплексной автоматизации труда конструкторов широко применяются следующие лицензионные системы:

- AutoCAD и его расширения, T-Flex CAD, Solid Enge, CADMECH для геометрического моделирования 3-мерных объектов, выпуска чертежно-конструкторской документации и разработки графических информационных систем;

- 3D Studio, Animator Pro, Auto Vision для художественного проектирования, презентации и видеорекламы;

- ASYS и COSMOS/M для проведения прочностных, тепловых, гидравлических и электромагнитных расчетов по методу конечных элементов. Анализ плоских и пространственных конструкций (ферм, объемных тел и их комбинаций) проводится при помощи специального геометрического пре- и постпроцессора GEOSTAR или непосредственно в среде AutoCAD;

- Manufacturing Exert, PEPS, CIMATRON, Power Mill для подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением.

В результате применения указанных систем решаются следующие задачи:

- подготовка чертежно-конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, включая автоматизированный выпуск текстовой документации (спецификаций, ведомостей, спецификаций покупных изделий и др.);

- выпуск специализированных чертежей в области машиностроения, строительства, электротехники, электроники, гидравлики с использованием готовых баз данных стандартных элементов;

- ведение архивов чертежей, формирование библиотек графических элементов чертежей;

- автоматизированное проведение конструкторских расчетов в процессе формирования чертежа: компоновка размеров, прочностной расчет и расчет массово-инерционных характеристик;

- параметризация чертежей;

– оптимизация компоновки размеров и определение допусков и посадок.

Широкое распространение получили системы автоматизированного проектирования КОМПАС и СПРУТ. Последняя версия системы КОМПАС-6 – это высокоэффективная среда проектирования различных изделий, включающая мощный чертежно-конструкторский редактор со средствами интерактивной параметризации, модуль управления документами, готовые библиотеки для различных областей применения, прикладные конструкторские пакеты и инструментальные средства разработки приложений. Эта система осуществляет перевод чертежей с бумажных носителей в электронный вид, редактирование, автоматическую векторизацию сканированных графических материалов.

Однако творческая работа, согласование и принятие решений составляют 20 – 25 % времени (см. табл. 2.4) и не могут быть полностью автоматизированы.

Основными задачами, решаемыми при внедрении САПР ТП, являются:

- сокращение сроков разработки технологических процессов;
- повышение производительности труда работников, занятых технологической подготовкой производства;
- повышение качества работ;
- уменьшение стоимости работ по ТПП.

Для функционирования САПР ТП на предприятии необходимо создать информационную базу, которая должна содержать классификаторы заготовок, деталей, оборудования, режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, средств технологического оснащения, действующие ГОСТы, стандарты предприятия, рекомендации и руководящие материалы. Также необходимо разработать (или использовать существующую) систему кодирования технико-экономической информации. Все работы по внедрению таких САПР достаточно трудоемки и внедрение их в полном объеме может затянуться на длительный срок. Поэтому работы, связанные с автоматизацией технологической подготовки, следует проводить в несколько этапов, отличающихся друг от друга уровнем автоматизации.

На первом этапе проводится частичная автоматизация работ. Используя средства вычислительной техники, разрабатываются маршрутные и операционные карты, проводятся расчеты норм штучного времени, расхода материала и т.п.

Второй этап предусматривает внедрение автоматизированных систем, решающих комплексные задачи технологической подготовки производства. Разрабатываются типовые и групповые технологические процессы, выбираются средства технологического оснащения, проектируются производственные участки, линии и т.п.

На третьем этапе проводится работа по внедрению автоматических систем, являющихся частью интегрированных производственных систем, которые осуществляют комплексную подготовку производства изделий, изготовление которых проводится с использованием гибких производственных систем (ГПС).

Четвертый этап работ предполагает использование самонастраивающихся и самоорганизующихся систем, которые могут отслеживать изменение условий производства и при необходимости корректировать методы решения производственных задач. Человек в этих условиях играет роль контролера.

Сразу перейти к решению задач третьего или четвертого этапа практически невозможно, так как необходимо создать достаточную информационно-технологическую базу. Работа предприятия на том или ином этапе зависит от многих факторов, в частности от *типа производства*.

В условиях единичного и мелкосерийного производства номенклатура выпускаемых изделий чрезвычайно велика, поэтому предприятие постоянно находится в стадии технологической подготовки производства. Из-за большого объема работ по технологическому проектированию на изделия разрабатываются только маршрутные технологические процессы. Решение вопросов, связанных с выполнением технологических операций (схема базирования заготовки, число переходов, режимы резания, выбор средств технологического оснащения и др.), предоставляется рабочим, имеющим достаточно высокую квалификацию.

Кроме разработки маршрутных технологических процессов решаются и другие задачи по подготовке производства:

- разрабатываются материальные нормативы;
- производятся расчет и заявка необходимого количества режущего и измерительного инструмента;
- рассчитываются трудозатраты на изготовление деталей, сборочных единиц и изделия в целом.

На предприятиях единичного и мелкосерийного производства целесообразно внедрение диалоговой САПР ТП на уровне маршрутной технологии.

Серийное производство характеризуется большей стабильностью изделий, выпускаемых крупными партиями. Уровень проработки технологии здесь выше, чем в единичном и мелкосерийном. Для деталей разрабатываются в основном типовые и групповые технологические процессы.

На предприятии создается и постоянно пополняется банк данных, который содержит следующие основополагающие документы:

- конструкторские и технологические характеристики изделий;
- классификаторы деталей, оборудования, СТО, режущего и измерительного инструмента;
- эксплуатационно-технические характеристики оборудования (в том числе с ЧПУ) и технологической оснастки;
- организационно-технологическая документация (маршруты изготовления, операционные карты, техпроцессы изготовления деталей и сборочных единиц, конструкторские и технологические спецификации, проекты линий и участков и т.п.);
- нормативно-справочная документация (режимы резания, нормы времени, действующие стандарты и т.п.).

Применение компьютерной техники и информационно-поисковых систем позволяет разрабатывать технологическую документацию, которая практически не требует последующей доработки.

В крупносерийном и массовом производстве объем выпускаемых изделий достаточно велик. В данных типах производства экономически оправданы большие капитальные вложения на стадии технологической подготовки производства. Например, применение дорогих методов получения высокоточных заготовок позволяет уменьшить припуски при механической обработке и повысить коэффициент использования металла.

На предприятиях широко используется: специальное оборудование (если ни одна из существующих моделей не устраивает, то делается заказ на проектирование специального станка), СТО и инструмент, в том числе и специальный. Решаются дополнительные задачи подготовки производства и выдвигаются новые требования к САПР; для этого создаются подсистемы САПР, такие как:

- автоматизация расчетов операционных размерных цепей;
- автоматизация проектирования операций;
- автоматизация расчетов режимов резания и нормирования труда;
- автоматизация проектирования производственных участков, цехов и др.

Для серийного и массового производства характерно выполнение операций на станках с ЧПУ. Технолог-программист разрабатывает управляющую программу, которая является элементом технологического процесса. Оператор, работающий на станке с ЧПУ, не имеет возможности вмешиваться в процесс обработки детали.

Кроме традиционных расчетов, технолог-программист проводит дополнительные:

- расчет траектории инструмента;

- отладка на ЭВМ и внедрение программы на рабочем месте;
- вывод управляющей программы на программоноситель.

При разработке программы широко используются математические методы. В настоящее время существует много систем автоматизированного программирования (САП), которые успешно используются на предприятиях серийного и массового производства.

Сроки технологической подготовки производства (ТПП) существенно сокращаются за счет автоматизации инженерного труда. При этом особое значение имеет правильный выбор объекта автоматизации. По степени сложности объектом может быть:

- система ТПП в целом как совокупность взаимодействующих функциональных подсистем;
- функциональная подсистема как совокупность задач ТПП;
- задачи ТПП, решение которых необходимо для обеспечения функционирования системы ТПП.

При выборе объекта автоматизации необходимо учитывать следующие факторы:

- снижение трудоемкости работ при разработке технологических процессов;
- повышение уровня организации и качества ТПП;
- возможность рациональной организации основного производства;
- сокращение сроков ТПП и стоимости обработки информации.

Объект автоматизации выбирается на стадии разработки технического задания и уточняется при работе над техническим проектом. Предварительный выбор объекта проводится в соответствии с определенной целевой функцией. Целевая функция определяет условия выбора объекта, подлежащего автоматизации в зависимости от требований производства. Это может быть временная, технологическая (решение комплекса взаимосвязанных задач на едином организационно-техническом уровне) или стоимостная (рациональное распределение и использование затрат при рассмотрении объектов, подлежащих: автоматизации) целевая функция.

Экономическое обоснование правильности выбора объекта является достаточным условием при выборе объекта автоматизации по одной из целевых функций. При этом необходимо выполнение следующих условий.

1. Для временной целевой функции:

- при автоматизации решения определенной задачи

$$T_{\text{авт}} \leq \sum_{i=1}^m T_i, \quad (2.3)$$

где $T_{\text{авт}}$ – время обработки информации в автоматизированном режиме; T_i – время неавтоматизированной обработки информации на i -м этапе (с учетом возможного совмещения этапов обработки информации), определяемое режимом работы предприятия, частотой поступления данных и длительностью цикла обработки данных; m – количество этапов обработки информации (регистрация, обработка, выдача результатов решения);

– при автоматизации решения комплекса задач

$$\sum_{k=1}^{n_3} T_{\text{авт.к}} \leq T_{\text{к}}, \quad (2.4)$$

где $\sum_{k=1}^{n_3} T_{\text{авт.к}}$ – время обработки информации комплекса взаимосвязанных задач в автоматизированном режиме; $T_{\text{к}}$ – длительность решения комплекса взаимосвязанных задач в неавтоматизированном режиме; n_3 – количество взаимосвязанных задач.

2. Для технологической целевой функции

$$\sum_{i=1}^m Z_{\text{пер.}i} \geq Z_{\text{а}}, \quad (2.5)$$

где $\sum_{i=1}^m Z_{\text{пер.}i}$ – суммарные затраты, необходимые на переподготовку информации по m операциям; $Z_{\text{а}}$ – затраты, связанные с решением задач в автоматизированном режиме.

3. Для стоимостной целевой функции

$$C_j + E_{\text{н}} \cdot K_j \rightarrow \min, \quad (2.6)$$

где C_j – стоимость решения задачи или комплекса взаимосвязанных задач по j -м вариантам; $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений; K_j – единовременные затраты по сравниваемым вариантам.

При сравнении нескольких вариантов наиболее экономичный выбирают по минимуму приведенных затрат $(C_j + E_{\text{н}} \cdot K_j)$.

Правильно выбрав объект автоматизации, можно получить существенную экономию материальных и трудовых ресурсов.

2.7. Организация освоения производства новой техники

2.7.1. Организационная подготовка производства, ее содержание и задачи

Освоение производства – это начальный период промышленного производства новой продукции, в течение которого обеспечивается достижение запланированных проектных технико-экономических показателей (прежде всего проектного выпуска новых изделий в единицу времени и соответствующих этому выпуску проектной трудоемкости и себестоимости единицы продукции).

В процессе освоения производства решается ряд организационно-производственных и экономических проблем:

- освоение продукции с более высокими технико-эксплуатационными параметрами и экономическими показателями, чем у снимаемых с производства или параллельно выпускаемых аналогичных изделий;
- расширение областей применения новой продукции;
- комплексное повышение качества и экономической эффективности выполняемых работ и осваиваемой конечной продукции;
- планомерное снижение затрат производства в период освоения для повышения рентабельности работы предприятия;
- обеспечение своевременной подготовки серийного производства нового изделия всеми необходимыми ресурсами (трудовыми, материальными, финансовыми, информационными) при соблюдении режима их экономии.

Успешное разрешение этого комплекса проблем требует тщательной проработки вопросов организации и планирования процесса освоения.

Организационная подготовка производства имеет своей *главной целью* обеспечение полной готовности производства к выпуску продукции установленного качества и количества. *Критериями достижения этой цели* являются:

- выход на запланированные технико-экономические показатели;
- уменьшение затрат всех ресурсов на реализацию процесса освоения производства новых изделий;
- сокращение цикла и сроков организационной подготовки производства.

Организационная подготовка производства (ОрПП) включает четыре функциональных блока задач: плановые, обеспечивающие, проектные и задачи переходного периода.

К *плановым* (предпроизводственным) относятся задачи:

- расчет плана производства, календарно-плановых нормативов, потребности и загрузки оборудования и рабочих мест;

- построение планов-графиков работы производственных участков, поточных линий, вспомогательных и обслуживающих цехов и хозяйств;
- движение материальных потоков и выпуск изделий на стадии освоения и серийного производства.

Обеспечивающими являются задачи:

- материально-технической и социальной подготовки производства;
- обеспечения предприятия финансовыми, информационными и другими ресурсами.

Материально-техническая подготовка производства включает:

- составление перечней необходимого оборудования и оснастки, ведомостей покупных изделий, материалов и полуфабрикатов;
- оформление заявок на приобретение и распределение по предприятиям-поставщикам заказов на потребные виды материальных ресурсов, оформление заказов собственным вспомогательным цехам на изготовление технологической оснастки, нестандартного оборудования, инструмента и т.п.;
- нормирование расхода и запасов материальных ресурсов, необходимых для бесперебойного обеспечения производства.

Социальная подготовка производства подразумевает:

- подготовку и переподготовку кадров с учетом тенденций развития новой техники и технологии и передового опыта;
- планирование и внедрение мероприятий по улучшению условий труда, ускоренному освоению работниками новых операций и достижению ими запланированных показателей установившегося производства;
- разработку системы материального и морального поощрения за ускоренное освоение новых работ и операций.

К *проектным* относят специальные инженерно-технические задачи, связанные с проектированием цехов, участков и поточных линий.

Задачи переходного периода включают пооперационную отработку серийной технологии до ее полного освоения, развертывание выпуска новой продукции до заданных объемов, свертывание выпуска старой продукции.

Организационная подготовка массового производства является одной из стадий разработки конструкторской документации, заканчивающейся изготовлением и испытанием головной (контрольной) серии и функцией технологической подготовки производства. В условиях единичного и мелко-серийного производства организационная подготовка и освоение новой техники осуществляются одновременно с изготовлением заданных программой одного или нескольких изделий.

В серийном производстве организационная подготовка обособлена лишь частично. В действующих отраслевых положениях и нормативных документах предприятий работы, связанные с развертыванием выпуска новой продукции, часто относят к серийному производству и не выделяют период освоения, который завершается выпуском установочной партии. Однако с позиции системного подхода развертывание выпуска новой продукции должно включать весь комплекс работ по организационной подготовке производства и завершаться периодом ее серийного освоения. В конечном счете, должны быть достигнуты установленные для серийного производства нормативные значения трудоемкости, материалоемкости, себестоимости, уровня качества выпускаемой продукции, при этом исходные значения показателей должны определяться на ранних стадиях проектирования.

Освоение новой техники имеет двойственный характер: с одной стороны, на этой стадии реализуются функции исследования и проектирования, а с другой – производственные функции развертывания выпуска новых изделий.

Производство в период освоения носит неустановившийся характер, свойственный переходным процессам. В частности, ему присуща высокая динамичность основных показателей, обусловленная воздействием многих случайных факторов. В связи с вероятностным характером этого воздействия организация и планирование процесса освоения имеют ряд особенностей.

1. Во время перехода на производство новых изделий по мере освоения технологии наблюдается последовательное, как правило монотонное, снижение удельных материальных, трудовых затрат и себестоимости изготовления изделия, что существенно усложняет планирование производства.

2. В период освоения производства продолжают вносить изменения в конструкцию изделия и технологию, что влияет на сроки и затраты на освоение производства. Для компенсации таких возмущающих отклонений необходимо по результатам анализа накопленного опыта и причин изменений предусматривать обоснованные резервы времени и ресурсов.

3. При организации процесса освоения необходимо также учитывать предполагаемые потери от недогрузки и неполного использования оборудования и принимать меры для повышения эффективности использования производственных фондов.

4. Работники, занятые в освоении новой продукции, должны обладать высокой квалификацией. Поэтому важно систематически изучать закономерности приобретения работниками навыков выполнения новых приемов, операций и технологических процессов и использовать их при организации целенаправленного обучения работников, а также при планировании процесса освоения.

5. Конструктивно-технологические особенности новых изделий, их сложность, степень однородности, уровень унификации, преемственность конструкции оказывают значительное влияние на технико-экономические показатели производства в период освоения. Необходимо уже на ранних стадиях научной, конструкторской и технологической подготовки определять возможное влияние параметров нового изделия на организацию процессов освоения.

6. Для повышения эффективности организации производства необходимо не только создавать новые изделия с учетом организационно-технических особенностей существующего производства, но обеспечивать также адаптацию последнего к конструктивно-технологическим особенностям новых изделий. Первое достигается унификацией конструкции изделий, технологических процессов и оснащения, второе – обеспечением и повышением гибкости производства.

Освоение серийного производства нового изделия осуществляется или на вновь созданном, или, как правило, на действующем предприятии. В последнем случае это вызывает необходимость снятия с производства устаревшей продукции и реализации всей системы мероприятий по организационной подготовке и освоения новой техники. Прекращение выпуска устаревших изделий, освоение и развертывание выпуска новой продукции и составляют процесс перехода на выпуск новой продукции.

В соответствии с действующими стандартами и отраслевыми нормативными документами к моменту перехода на серийный выпуск новых изделий должна быть полностью готова, доработана и откорректирована по результатам заводских и государственных испытаний, а также производственной отработки изделий вся основная техническая документация.

Практика показывает, что в период освоения новых изделий в техническую документацию вносятся сотни изменений, что в 1,5 – 2 раза увеличивает сроки освоения новой продукции. С экономической точки зрения внесение изменений в конструкторскую документацию приводит к значительным затратам времени и ресурсов на учет и компенсацию этих изменений. Меньшее воздействие оказывают на ход подготовки и освоение производства изменения в технологической документации и в чертежах оснастки. Чувствительность процессов ТПП и ОрПП к внесению изменений в технологическую документацию уменьшается при повышении уровня унификации технологических процессов, в частности при применении групповых технологических процессов и систем быстро переналаживаемой групповой и универсальной технологической оснастки.

Более высокий уровень оснащенности технологических процессов к началу освоения новой продукции позволяет ускорить процесс освоения и снизить связанные с ним затраты.

2.7.2. Основные методы перехода на выпуск новой продукции, их сущность

Эффективность процесса обновления выпускаемой продукции на машиностроительных предприятиях во многом определяется правильностью, рациональностью выбранного метода перехода на производство новых изделий.

Переход на выпуск новых изделий может осуществляться с остановкой и без остановки производства. В отечественном и зарубежном машиностроении практикуются три основных метода перехода на выпуск новых изделий: последовательный, параллельный и параллельно-последовательный. Во всех случаях завершением освоения производства новых изделий считается достижение заданного объема выпуска и установившихся нормативных значений основных технико-экономических показателей производства.

Последовательный метод перехода предусматривает, что освоение новой продукции начинайся после окончания выпуска снимаемой с производства. При этом с производством «старой» продукции совпадает лишь проведение НИР, ОКР и начальных стадий ТПП нового изделия. В зависимости от времени перерыва между окончанием выпуска «старой» продукции и началом выпуска «новой» выделяют варианты этого метода: *прерывно-последовательный* и *непрерывно-последовательный*.

Прерывно-последовательный вариант предполагает, что переход на выпуск новых изделий осуществляется путем остановки всех или части производственных цехов предприятия, перестраиваемых на новые технологические процессы изготовления деталей, узлов, блоков, сборочно-монтажные и регулировочные операции. В этот период осуществляется замена оборудования и технологического оснащения, перепланировка цехов и участков, приобретение и изготовление оснастки и инструмента. Продолжительность этих работ и определяет минимальную величину времени остановки производства Δt (рис. 2.3), в течение которого отсутствует выпуск как изделий 1, так и изделий 2.

В организационно-технологическом отношении это – наиболее простой вариант перехода. Однако он самый неэффективный, потому что вызывает большие потери в суммарном выпуске продукции.

Непрерывно-последовательный вариант характеризуется тем, что выпуск осваиваемого изделия начинается сразу же после прекращения выпуска изделия, снимаемого с производства, т.е. $\Delta t = 0$ (рис. 2.3). Он возможен лишь при высоком уровне унификации изделий и типизации технологических процессов определяющих высокую степень преемственности процессов изготовления изделий.

Параллельный метод перехода (рис. 2.4) характерен постепенным замещением снимаемой с производства продукции вновь осваиваемой.

В этом случае одновременно с сокращением объемов производства «старой» модели происходит нарастание выпуска «новой». Продолжительность времени совмещения различная. Этот метод наиболее часто применяется в машиностроении, как в массовом, так и в серийном производстве. Основное преимущество его в сравнении с последовательным методом состоит в том, что удастся значительно сократить (а в отдельных случаях – и полностью ликвидировать) потери в суммарном выпуске продукции в период освоения.

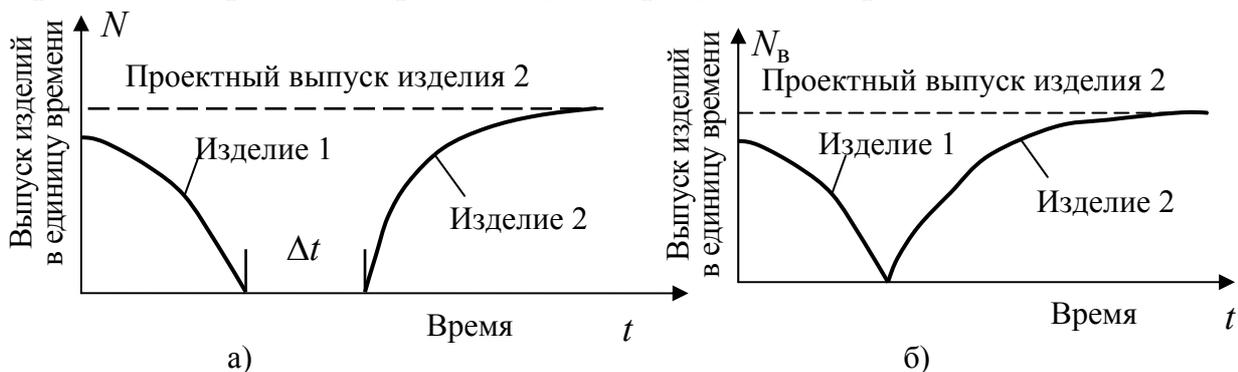


Рис. 2.3. Последовательный метод перехода на выпуск нового изделия:
а – прерывно-последовательный; б – непрерывно-последовательный

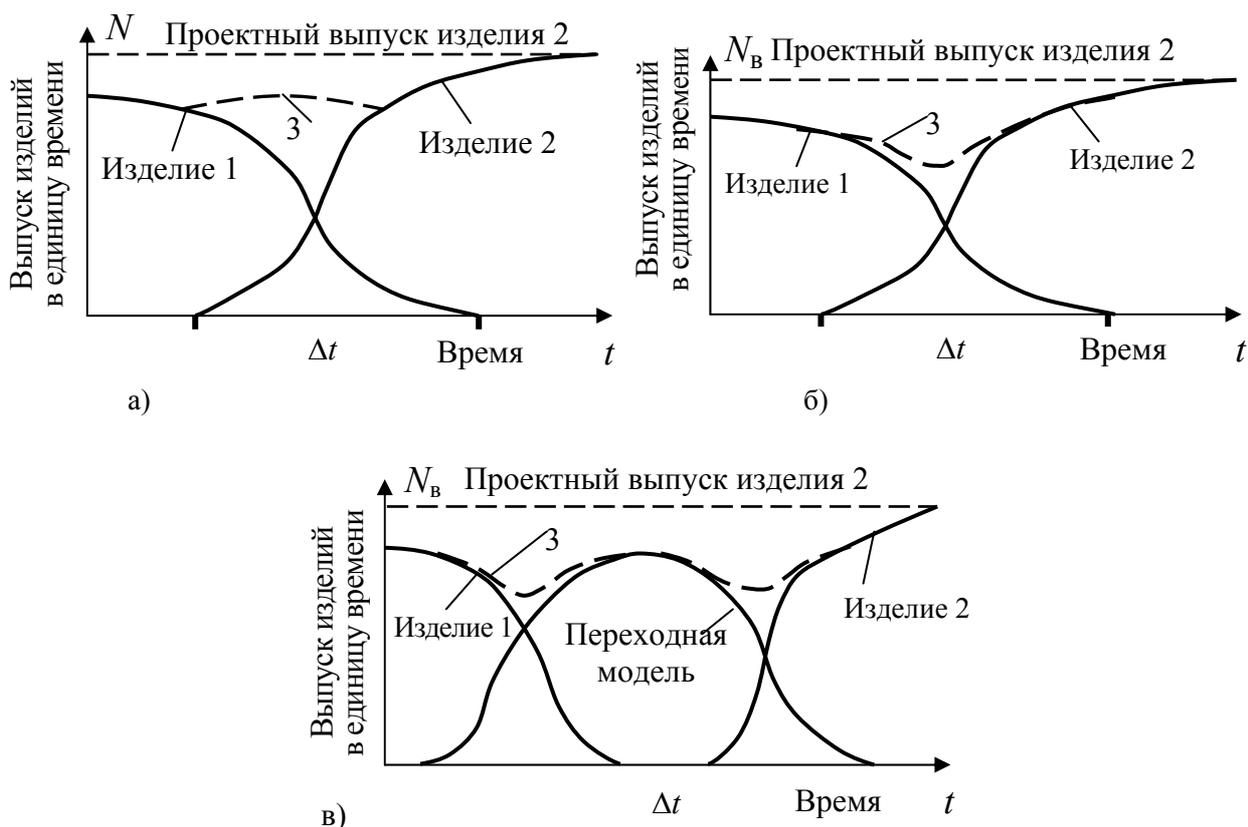


Рис. 2.4. Параллельный метод перехода на выпуск нового изделия:
а – без уменьшения суммарного выпуска изделий; б – с временным уменьшением суммарного выпуска изделий (линия 3 характеризует суммарный выпуск изделий в период освоения); в – параллельно-поэтапный метод перехода на выпуск нового изделия

Применяются разные варианты параллельного метода перехода, которые различаются величиной отрезка времени Δt , в течение которого совмещается выпуск «старого» и «нового» изделия, величиной сокращения суммарного выпуска в период освоения, темпом нарастания выпуска «нового» изделия и свертывания выпуска «старого», количеством дополнительных производственных площадей, оборудования, людских ресурсов.

В массовом производстве (прежде всего в автомобиле- и тракторостроении) широко применяется *параллельно-поэтапный* вариант параллельного метода. Параллельно-поэтапный вариант перехода характеризуется поочередным освоением отдельных деталей и блоков нового изделия. В течение некоторого времени выпускаются «старые изделия», оснащаемые новыми блоками и деталями. В результате постепенно осуществляется переход на производство модифицированной модели (см. рис. 2.4. в).

Данный метод используют в случаях модернизации техники, позволяющей отсрочить моральное старение. При этом подготовку и освоение производства отдельных деталей и блоков осуществляют параллельным методом, что обеспечивает значительно меньшие объемы работ, чем при реализации параллельного метода по изделию в целом.

Сочетание последовательного и параллельного методов перехода может выражаться и в поэтапном освоении нового изделия. В ходе каждого этапа осваивается определенная часть деталей, узлов и блоков модифицированной модели. В результате сужения фронта работ и обеспечения полной технико-экономической готовности производства к поэтапному освоению изделия обеспечиваются ускорение цикла производства, достижение запланированных для серийного выпуска значений технико-экономических показателей, снижение возникающих в период освоения дополнительных затрат ресурсов и экономических потерь.

Для последовательного и параллельного методов перехода на выпуск новых изделий характерны подготовка и освоение производства одновременно всех составных частей и деталей нового изделия.

Параллельно-последовательным методом перехода (рис. 2.5) называется такой, при котором выпуск новых изделий начинается и осуществляется одновременно с выпуском снимаемых с производства изделий. При *параллельно-последовательным* методе новое изделие обычно осваивается либо на имеющихся резервных площадях и оборудовании, используемых лишь в период освоения производства, либо на новых участках (цехах), которые затем становятся основными производственными подразделениями для осваиваемого изделия. После завершения начального периода освоения происходит кратковременная остановка, как в основном производстве, так и на дополнительных участках, в течение которой осуществляется перепланировка оборудования.

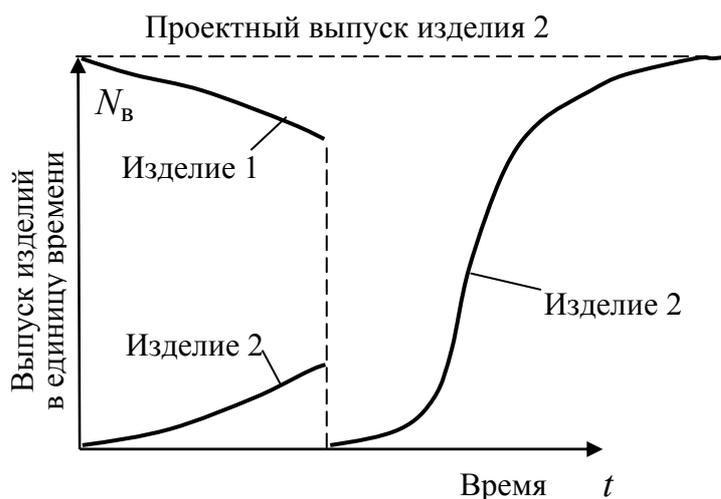


Рис. 2.5. Параллельно-последовательный метод перехода на выпуск нового изделия

В первом случае создаются небольшие временные цехи и участки, предназначенные для отладки новых технологических процессов и работающие параллельно с основными цехами, выпускающими снимаемую с производства продукцию. При выигрыше во времени освоения такой способ связан со значительными дополнительными капитальными вложениями в создание резервной производственной зоны, часть которой после освоения и перевода освоенной продукции в основные цеха может оказаться недостаточно используемой.

Во втором случае, характерном для расширяющегося производства, создаются параллельные цеха, в которых осваиваются технологические процессы изготовления новых изделий, но по завершении освоения основное производство остается в этих вновь организованных цехах. Некоторое время предприятие имеет два производственных потока, один из которых организуется по убывающему графику (выпуск старой продукции), второй — по нарастающему (выпуск новой продукции). По завершении в запланированное время выпуска снимаемой с производства продукции освобождаемые производственные фонды используются для освоения новой продукции следующей очереди и т.д.

Выбор метода перехода на выпуск новых изделий в конкретных условиях должен основываться на тщательном технико-экономическом анализе и обосновании.

При этом необходимо учитывать уровень сложности и технологичности, конструктивно-технологической преемственности осваиваемых изделий, тип производства, уровень его гибкости, ресурсы предприятия и другие

факторы. Так, для изделий с высоким уровнем конструктивно-технологической преемственности, выпускаемых в условиях крупносерийного производства, экономически целесообразным может оказаться последовательный переход на выпуск новых изделий. Для сложных изделий, характеризующихся ограниченным уровнем конструктивно-технологической преемственности, частой сменой модификации и изготавливаемых в условиях мелкосерийного производства, предпочтение может быть отдано параллельному методу перехода.

При технико-экономическом обосновании выбора метода перехода определяют годовой объем выпуска, рассчитывают приведенные затраты при различных методах перехода с учетом заданных ресурсов предприятия и выбирают метод, обеспечивающий минимальные годовые приведенные затраты на выпуск новых изделий.

2.7.3. Особенности динамики производственных затрат в период освоения новой техники

Характерной особенностью периода освоения новой техники является быстрое изменение во времени затрат, трудоемкости, материалоемкости, себестоимости. С целью эффективного управления процессом освоения новой техники необходимо в этот период прогнозировать технико-экономические показатели производства, для конкретных видов продукции и выявлять закономерности изменения производственных затрат при типовых условиях освоения производства.

Закономерность изменения трудоемкости изготовления единицы изделия в период освоения может быть описана уравнением

$$y_i = a \cdot x_i^{-b}. \quad (2.7)$$

В качестве аргумента «х» момента освоения i может приниматься как натуральный (порядковый номер изделия N , соответствующий общему количеству изделий, изготовленных с начала освоения), так и временной параметр (продолжительность с начала освоения к моменту времени i).

В первом случае уравнение может быть представлено в виде

$$t_j = t_1 N_j^{-b}, \quad (2.8)$$

где t_j – трудоемкость j -го изделия, н-ч; N_j – номер j -го изделия с начала изготовления данных изделий; t_1 – трудоемкость первого изделия, н-ч.

На рис. 2.6 а приведены соответствующие графики.

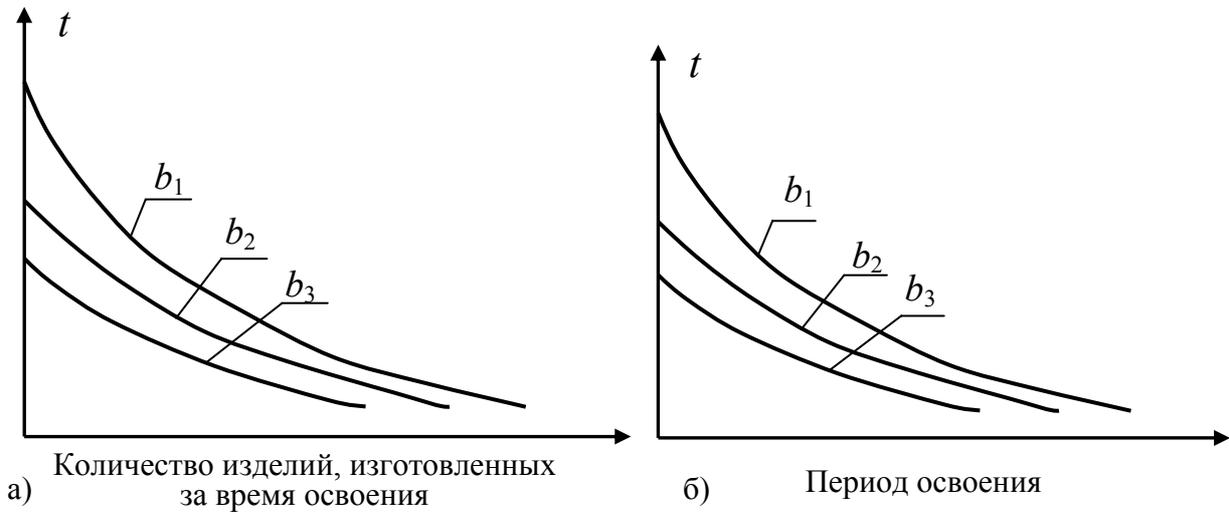


Рис. 2.6. Изменение трудоемкости изготовления изделий: а – в зависимости от порядкового номера изделия с начала освоения; б – по периодам освоения

Во втором случае уравнение примет вид

$$t_i = t_1 \cdot T_i^{-b}, \quad (2.9)$$

где t_i – трудоемкость изготовления изделия в i -м временном отрезке периода освоения, н-ч; t_1 – трудоемкость изготовления изделия в первом временном отрезке периода освоения, н-ч; T_i – наименование i -го отрезка времени периода освоения.

На рис. 2.6, б графически представлено уравнение при различных значениях показателя степени « b ».

Расчет t_j чаще используется в серийном производстве при относительно небольших значениях проектного годового выпуска (электровозы, технологическое оборудование). В этом случае как правило применяется метод планирования затрат с использованием коэффициента освоения k_{oc} , который определяется по формуле

$$k_{oc} = 2^{-b}. \quad (2.10)$$

Тогда

$$t_{2j} = t_j \cdot k_{oc}, \quad (2.11)$$

где t_j – трудоемкость изготовления изделия j -го изделия, н-ч; t_{2j} – трудоемкость изготовления изделия с порядковым номером $2j$, н-ч.

Расчет t_i наиболее часто применяется в массовом производстве при значительной величине проектного годового выпуска изделий (например, автомобилей, тракторов, телевизоров, радиоприемников, сельскохозяйственных машин).

Установление зависимостей снижения трудоемкости t_i или t_j (называемых *кривыми освоения*) либо зависимости t_{2j} позволяет планировать, например, динамику изменения затрат по заработной плате основных рабочих в период освоения.

Существенно снижаются в период освоения и другие производственные затраты прежде всего на материалы, покупные комплектующие изделия, а также себестоимость изготовления (суммарные затраты). Однако снижение их обычно происходит с меньшей интенсивностью, чем снижение трудоемкости.

Снижение себестоимости для многих видов изделий машиностроения описывается уравнениями вида:

$$S_i = S_1(c + d/T_i), \quad (2.12)$$

где S_i – себестоимость изготовления изделия в i -м отрезке периода освоения, тыс. руб.; S_1 – себестоимость изготовления изделия в первом временном отрезке периода освоения (например, себестоимость в первом месяце освоения), тыс. руб.

Или

$$S_j = S_1(c + d/N_j), \quad (2.13)$$

где S_j – себестоимость изготовления j -го изделия, тыс. руб.; S_1 – себестоимость изготовления первого изделия, тыс. руб.

Числовые значения показателей степени «b», значения коэффициентов «с» и «d» в уравнениях получают эмпирическим путем обработки статистических данных предприятий путем корреляционного анализа.

Одним из факторов, определяющим динамику производственных затрат в период освоения является уровень подготовленности предприятия к освоению новой продукции. Этот уровень отражает степень законченности работ различного вида по подготовке производства, способность предприятия обеспечить проектный выпуск продукции. Наиболее значимым показателем, характеризующим уровень подготовленности предприятия к освоению новой продукции является коэффициент готовности основных средств k_r

$$k_r = \frac{K_{\text{п}}}{K_{\text{пр}}}, \quad (2.14)$$

где $K_{\text{п}}$ – стоимость активной части основных средств, планируемых к началу массового (серийного) выпуска новой продукции, т.е. к началу периода освоения производства; $K_{\text{пр}}$ – стоимость активной части основных средств (технологического оборудования, оснастки, транспортных средств и проч.), необходимых для обеспечения запланированного проектного выпуска продукции.

При малых значениях коэффициента готовности ($k_r = 0,2 \dots 0,3$) первые изделия имеют повышенную трудоемкость и себестоимость, период освоения растягивается во времени на месяцы, а то и на годы. При значениях коэффициента k_r , близких к единице, удается уже в начале периода освоения выйти на уровень производственных затрат, близких к проектному, а сам период освоения свести к минимуму.

При высоких значениях коэффициента готовности начинают выпуск новой продукции предприятия, изготавливающие конкурентоспособную продукцию. Такая стратегия требует привлечения значительных инвестиций к моменту начала производства, однако обеспечивает очевидные выгоды за счет сокращения периода освоения. К тому же высока степень экономического риска, поскольку реальный объем продаж может оказаться ниже потенциально возможного выпуска продукции, а это в условиях рыночной экономики может привести к значительным убыткам для предприятия.

При малых значениях коэффициента готовности требуется меньшая величина капитальных вложений к началу производства, имеется больше шансов на адаптацию продукции на рынке товаров, однако предприятие может нести потери из-за высокого уровня себестоимости изделий; кроме того, затянувшийся во времени период освоения может оказаться соизмеримым со сроком морального старения продукции.

2.8. Мобильная реорганизация машиностроительного производства

Под мобильной реорганизацией машиностроительного производства (МРМП) понимается совокупность взаимосвязанных мероприятий и разработок научного, технического, инженерного и организационного характера, которая дает возможность машиностроительному предприятию устойчиво развивать производство на основе учета и рационального использования своего остаточного производственного потенциала, оперативно реагировать на изменение рыночной конъюнктуры путем анализа и отбора новых конкурентоспособных изделий для предполагаемого производства, макси-

мально адекватных производственным возможностям предприятия, ускоренными методами осуществлять научно-техническую, конструкторскую, технологическую, организационную подготовку производства отобранных новых изделий и быстро осуществлять запуск их в производство.

Структурная модель подготовки и освоения машиностроительного производства, позволяющая мобильно достигать устойчивого его состояния в случае выпуска новых изделий разнообразной номенклатуры представлена на рис. 2.7.

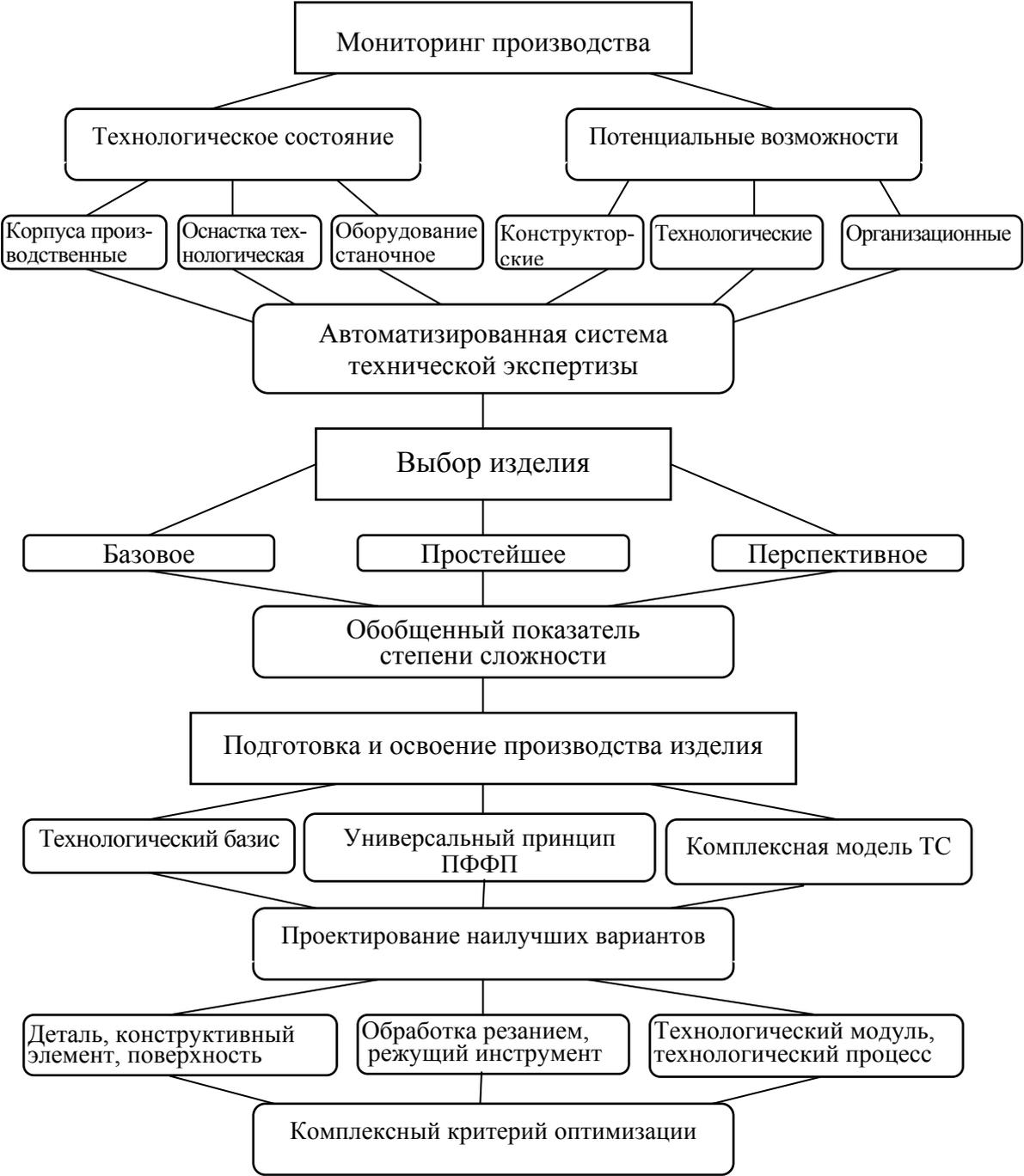


Рис. 2.7. Структурная схема мобильного развития многономенклатурного производства

Согласно этой модели, на первом этапе проводится мониторинг технического состояния и производственных возможностей предприятия. Результаты этой работы представляются в виде итоговых документов, в которых отражаются в количественном выражении наиболее важные производственные характеристики предприятия. Отдельные процедуры мониторинга автоматизируются. Далее осуществляется выбор предприятием машиностроительного изделия для освоения его производства. При этом перспективное или новое изделие должно быть востребованным и обладать максимальной конструкторско-технологической близостью к ранее выпускавшемуся данным предприятием изделию. В этом случае производство может быть организовано на существующей производственной базе без значительных капитальных вложений. В связи с этим концепция МРМП предусматривает необходимость освоения предприятием производства таких новых изделий машиностроения, которые относятся к одному и тому же виду, что и ранее серийно выпускавшееся изделие. При этом изделие выбирается по обобщенному показателю степени сложности, учитывающему его конструкторские и технологические особенности.

Под степенью сложности изделия понимается совокупность конструкторских, технологических, эксплуатационных и испытательных характеристик, определяющих трудоемкость его проектирования и изготовления. Показатель степени сложности изделия, например, станка, определяется по формуле

$$Q_{\text{и}} = G_{\text{сс}} \cdot k_{\text{к}} \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{р}} \cdot k_{\text{э}} \cdot k_{\text{и}}, \quad (2.15)$$

где $G_{\text{сс}}$ – группа структурной сложности изделия; $k_{\text{к}}$ – коэффициент концептуальной сложности; $k_{\text{н}}$ – коэффициент новизны решений; $k_{\text{м}}$ – коэффициент изменения массы изделий; $k_{\text{р}}$ – коэффициент изменения габаритных размеров изделия; $k_{\text{э}}$ – коэффициент изменения эксплуатационных характеристик изделия; $k_{\text{и}}$ – коэффициент изменения условий испытательной технологии.

Для расчета этого показателя вводятся понятия «условной» и «приведенной» детали, эквивалента структуры изделия и его сборочных единиц, группы структурной сложности изделия. В качестве «условной» детали выбирается вал среднестатистической степени сложности по типу конфигурации и по трудоемкости изготовления, так как валы имеют наибольший процент применения в современных машинах, а токарные станки составляют большую часть парка металлорежущих станков. Все остальные детали и сборочные единицы машины приводятся к «условной» детали по трудоемкости

их изготовления через эквивалент структуры детали. Эквивалент структуры изделия находится как сумма эквивалентов структуры деталей. По эквиваленту структуры изделия и трудоемкости изготовления «условной» детали определяются расчетная трудоемкость и стоимость изготовления изделия, структурная его сложность и программа выпуска изделия. Затем проводится технико-экономическое обоснование производства нового изделия.

Вторым этапом МРМП является научно-техническая, конструкторская, технологическая и организационная подготовка производства новых изделий с использованием ускоренных методов. В основу ускоренной подготовки многономенклатурного производства и быстрого освоения новых изделий положена научно обоснованная систематизация и кодификация изделий машиностроения, которые ранее производились и производятся сейчас в Республике Беларусь, их структурных составляющих – узлов, соединений, деталей, конструктивных элементов, поверхностей, а также процессов и объектов для их формирования и формообразования. В связи с этим применяется комплексное моделирование технологической системы, позволяющее отобрать наилучшие для конкретного производства варианты деталей, их конструктивных элементов, видов обработки резанием и режущих инструментов, а также спроектировать с использованием универсального принципа функционального формирования поверхностей (ПФФП) станочное оборудование и технологическую оснастку, обладающие способностью быстро перенастраиваться при смене изделий. Результатом моделирования и оптимизации технологической системы (ТС) является разработка технологического модуля, под которым понимается регламент перехода механической обработки детали, увязывающий конфигурацию и параметры конструктивного элемента и поверхности, свойства обрабатываемого и инструментального материалов, режим резания и блочно-модульную конструкцию технологической оснастки.

Мобильность технической подготовки производства также строится на том, что все ее элементы от структурных составляющих технологического процесса до технических средств его обеспечения либо должны быть использованы в имеющемся виде от остаточного производства базового изделия, либо их разработка заново должна быть сделана на принципах максимальной универсализации и унификации с тем, чтобы они были применимы как для производства данного изделия, так и для всех возможных изделий в будущем.

Следующим этапом МРМП является быстрый запуск новых изделий в производство. В связи с этим концепция МРМП предполагает создание

условий для комплексного моделирования этапов проектирования и производства изделий и оптимизации параметров, при этом максимально используя имеющийся технологический базис, а также разработку испытательных стендов и комплексов, технологии, станочного оборудования и технологическую оснастку, обладающую способностью быстро переналаживаться при смене изделий. Так, например, если от прежнего производства на предприятии остались станки с ЧПУ, универсальные и специальные станки, специальные станочные приспособления, узкоцелевые контрольные приспособления, любой режущий инструмент и т.д., то при освоении производства нового изделия их, прежде всего, и необходимо использовать для оперативного запуска производства, по крайней мере, на стадии изготовления и испытания опытных образцов изделия. На стадии же перехода к увеличению серийности производства нового изделия целесообразно применять принципы максимальной универсализации и унификации технологии и технических средств ее обеспечения. К этим принципам относятся: групповая структура технологического процесса, универсальное оборудование, средства малой механизации, универсально-сборные станочные и контрольные приспособления, блочно-модульные конструкции режущих инструментов.

Следует отметить, что предлагаемые этапы осуществления МРМП – ревизия технического состояния и оценка потенциальных возможностей предприятия, выбор конкурентоспособных изделий, подготовка и освоение их производства, не являются новыми для отечественных производителей. Это важно для быстрой их реализации в условиях современного производства. Однако если раньше эти этапы осуществлялись разрозненно в силу разнообразия существующих подходов к построению технологических процессов и выбору оптимальных вариантов их реализации, то концепция МРМП наполняет каждый из этих этапов новым содержанием, объединяющим их в единое целое. Целостность концепции обеспечивается сохранением на каждом этапе ее осуществления рационального баланса между нововведениями и восприимчивостью к ним машиностроительных предприятий. Это достигается путем обобщающего анализа технологических и организационных особенностей машиностроительного производства, систематизации и определения типовых его представителей, выработки рекомендации по гибкому освоению конкурентоспособных изделий и введению в производство новых технологий. В частности, применяемые в концепции МРМП, классификации машиностроительных изделий и их структурных составляющих, методики ревизии предприятия и выбора изделий для производства основываются на ограниченном количестве обобщенных показателей, раскрывающих сущность (конструкторско-технологическую, организаци-

онно-экономическую и эксплуатационную) машиностроительного производства. Это обеспечивает объективность оценки возможностей предприятий по производству новых изделий и оперативность перехода к последующим этапам МРМП. При подготовке и освоении производства отобранных изделий используется комплексная (обобщающая) модель технологической системы, позволяющая на основе унификации ограничить (типизировать) конструктивные элементы, детали и изделия, выбрать для этих типов наилучшие виды обработки, режущие инструменты и режимы резания. При этом используется универсальный принцип формообразования поверхностей деталей, основанный на анализе и систематизации существующих способов обработки резанием и расширяющий их возможности на формообразование поверхностей практически любой сложности и заданной шероховатости обработанной поверхности. Этот принцип позволяет создавать широкоуниверсальные станки и технологическую оснастку, обеспечивающих гибкость технологий. Т.е. по существу концепция реализует основные преимущества типовых и гибких технологий применительно к многономенклатурному производству: позволяет типизировать изделия, детали, конструктивные элементы, поверхности и учитывать особенности их индивидуального изготовления, и, вместе с тем, проявлять гибкость в пределах типа и между типами за счет универсальности оборудования и оснастки для обработки и контроля, а также рационального выбора изделий для производства.

Применяемая система кодирования изделий, деталей, конструктивных элементов, поверхностей, видов обработки резанием и режущих инструментов, позволяет автоматизировать процедуры реализации этапов МРМП.

2.9. Планирование инновационных процессов

2.9.1. Методы планирования инновационных процессов

Планирование инновационных процессов включает формирование целей и определение возможных путей достижения поставленных целей, оценку необходимых ресурсов и координирование совместных действий участников этих работ.

Выбор метода планирования инновационных процессов на предприятиях определяется:

- продолжительностью всего комплекса работ;
- количеством участников проекта;
- степенью неопределенности по составу и содержанию работ;
- требованиями к качеству выполнения работ.

При осуществлении крупных и долговременных проектов целесообразно выделить этап долгосрочного планирования, который разрабатывается на период 5 и более лет. Такие планы носят прогнозный характер и имеют недостаточную степень надежности получаемых результатов. На период от одного года до 5 лет разрабатываются среднесрочные планы с разбивкой по годам. Достоверность этих планов больше, и они дают исходную информацию для составления оперативных (текущих) планов.

На этапе долгосрочного планирования решаются следующие задачи:

1. Разработка концепции проекта.
2. Разработка критерия эффективности проекта.
3. Технико-экономическое обоснование выбора варианта решения проблемы.
4. Определение срока окончания комплекса работ.
5. Расчет требуемых ресурсов (материальных, трудовых и финансовых), разработка сметы и бюджета проекта.
6. Разработка организационной структуры выполнения проекта, выбор исполнителей.

Для выработки обоснованного планового решения на этапе долгосрочного планирования используются математические модели инновационных проектов, построенных на основе теории графов в виде «дерева целей» (рис. 2.8).

Вершины графа – цели различных рангов и задачи, дуги – отношения между целями и задачами.

Цели нижнего уровня являются задачами, решение которых приводит к достижению целей верхнего уровня.

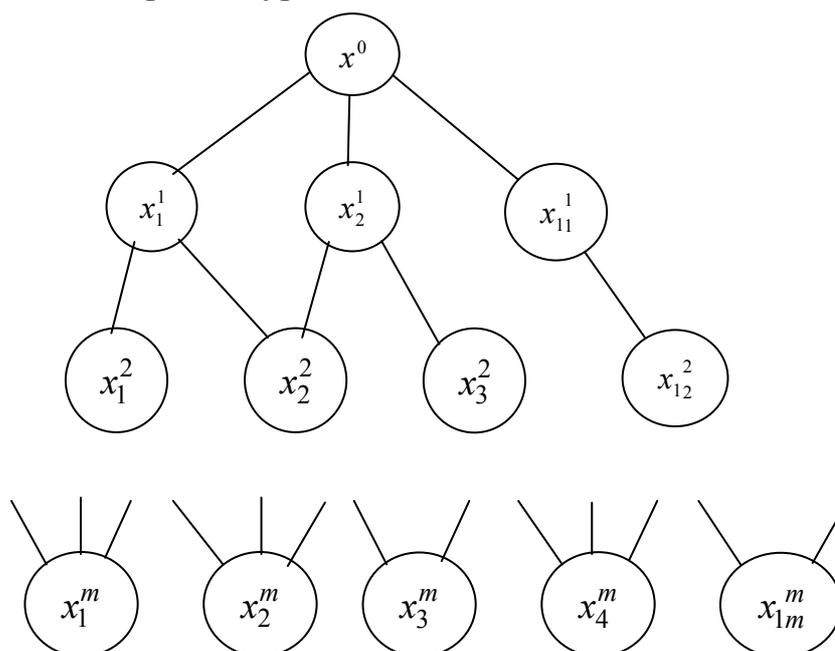


Рис. 2.8. Граф «дерево целей»

Полученные значения относительной важности (значимости) работ нижнего уровня могут быть использованы для распределения ресурсов, выделяемых на проект.

Для оценки степени рациональности принимаемых решений необходимо выработать критерий эффективности разрабатываемого плана. При этом, системный подход предполагает учет трех критериев: продолжительности всего комплекса работ, достигаемого уровня качества результатов, объема требуемых ресурсов. Возникает многокритериальная задача, решить которую можно несколькими способами. Рассмотрим некоторые из них.

Два из трех критериев переводятся в ограничения, а по третьему определяется наилучший вариант. Например, проект следует закончить к определенному времени, затратив выделенное количество ресурсов, тогда наилучшим считается вариант, обеспечивающий лучшие качественные характеристики. В другом случае при регламентировании сроков выполнения всего комплекса работ при установленных требованиях к качеству проекта наилучшее решение выбирается на основании минимизации требуемых ресурсов. И, наконец, при выделенных ресурсах и установленных требованиях к качеству полученного решения предпочтение отдается варианту, обеспечивающему минимальные сроки выполнения проекта. Возможна разработка интегрального критерия эффективности, включающего все три (или иное количество) характеристики, степень относительной важности которых учитывается с помощью весовых коэффициентов. Тогда

$$J = \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_i, \quad (2.16)$$

где J – интегральный критерий эффективности проекта; x_i – частный параметр, учитываемый при оценке проекта; a_i – весовой коэффициент относительной важности параметра ($\sum a_i = 1$); $i = 1 \dots n$, где n – число учитываемых параметров.

В более сложных случаях вид интегрального критерия может быть представлен в виде корреляционной зависимости, например

$$J = a_0 + a_1 x_1^{b_1} + a_2 x_2^{b_2} + \dots + a_i x_i^{b_i} + \dots + a_n x_n^{b_n}, \quad (2.17)$$

где b_i – показатель степени, учитывающий влияние i -го показателя на критерий эффективности.

В зависимости от новизны проектных решений, состояния внешней и внутренней среды возможны разные исходы проектов, вероятность, которых следует оценивать. При этом возникают следующие варианты ситуаций:

– принятие решений в условиях определенности;

- принятие решений в условиях риска;
- принятие решений в условиях неопределенности.

Если разрабатываемый проект не имеет существенной новизны и неопределенности, например, при модернизации выпускаемой продукции, то при планировании может использоваться нормативный метод. При этом с достаточной степенью вероятности применяются статистические данные по аналогичным базовым проектам.

В условиях неопределенности при разработке принципиально новых конструкторских, технологических, организационных или информационных проектов применяются вероятностные методы планирования, такие как метод СПУ (сетового планирования и управления).

2.9.2. Нормативный метод планирования инновационных процессов

При планировании инновационной деятельности нормативным методом рассчитываются с использованием имеющихся нормативов трудоемкость работ по всем стадиям и этапам, длительность отдельных этапов и всего проекта в целом, смета затрат. Различают четыре основных вида нормативов:

- *количественные* (число листов определенного формата, число спецификаций и т.д.);
- *трудоемкости* (количество нормо-часов на один лист, одну спецификацию и т.д.);
- *длительности циклов* (по стадиям и этапам);
- *затрат* (руб./лист, руб./спецификацию и т.д.).

Нормативы могут различаться по стадиям и этапам работ, по категориям и группам сложности, по степени новизны конструкции. Для отнесения к группе сложности и новизны составляются соответствующие классификаторы. В некоторых отраслях методами корреляционного анализа разработаны уравнения регрессии, связывающие трудоемкость работ по стадиям и этапам работ с рассмотренными факторами.

На основе установленной трудоемкости работ может быть рассчитан цикл каждой стадии, каждого этапа процесса в календарных днях

$$T_{\text{эт.}i} = \frac{t_{\text{эт.}i} \cdot k_{\text{д.}i} \cdot k_{\text{пер}}}{p_{\text{раб.}i} \cdot T_{\text{см}} \cdot k_{\text{вн.}i}}, \quad (2.18)$$

где $t_{\text{эт.}i}$ – трудоемкость стадии (этапа), чел-ч; $p_{\text{раб.}i}$ – количество работников, одновременно выполняющих работы данной стадии (этапа); $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч; $k_{\text{вн.}i}$ – коэффициент, учитывающий выпол-

нение норм; $k_{д.i}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени на согласование, утверждение, внесение изменений в техническую документацию и другие работы, не предусмотренные нормативами; $k_{пер}$ – коэффициент перевода рабочих дней в календарные, $k_{пер} = F_p / F_k$; F_p – число рабочих дней в плановом году, F_k – число календарных дней в плановом году.

Организация работ основывается на последовательном или параллельно-последовательном выполнении стадий и этапов.

Последовательный метод организации работ заключается в том, что каждая последующая стадия или этап начинается только после полного завершения предшествующих. В этом случае общий цикл в календарных днях

$$T_{п} = \frac{k_{пер}}{T_{см}} \sum_{i=1}^{n_{эт}} \frac{t_{эт.i} \cdot K_{д.i}}{P_{раб.i} \cdot K_{вн.i}}, \quad (2.19)$$

где $n_{эт}$ – число стадий (этапов).

Цикл работ можно уменьшить либо за счет сокращения цикла выполнения отдельных стадий, либо за счет частичного совмещения времени их выполнения. При этом соблюдаются следующие правила:

- если последующая стадия (этап) более длительная, ее можно начинать практически почти одновременно с предыдущей;
- если последующая стадия менее длительная, ее начало следует сдвинуть вправо по шкале времени по отношению к началу связанной с ней предшествующей стадией.

Минимально возможный цикл работ при совмещении по времени стадий (этапов)

$$T_{п-n} = \frac{k_{пер} \cdot k_{пар}}{T_{см}} \sum_{i=1}^{n_{эт}} \frac{t_{эт.i} \cdot K_{д.i}}{P_{раб.i} \cdot K_{вн.i}}, \quad (2.20)$$

где $k_{пар}$ – средний коэффициент параллельности выполнения стадий (этапов) работ (в зависимости от конкретных условий величина может варьироваться в пределах $(0,3 \div 0,7)$).

Цикл работ нужно сопоставить с директивным сроком, устанавливаемым заказчиком, причем расчетный цикл должен быть меньше директивного или, в крайнем случае, равен ему.

Приведенные формулы используются для создания укрупненной математической модели планирования цикла инновационных проектов.

Для координации во времени всех стадий и этапов составляются (с учетом возможного совмещения времени их выполнения) ленточные или сетевые графики, позволяющие отразить календарные сроки начала и окончания, циклы стадий и этапов, а также цикл всего проекта.

Для контроля сроков может быть использован ленточный график, на котором наносятся параллельные линии, отражающие фактическое выполнение по срокам тех или иных стадий и этапов работ. Контроль комплектности подготовки, проводимый бюро (или отделом) планирования подготовки работ, удобно отражать на графиках, один из вариантов которых (для технологической подготовки производства) показан на рис. 2.9.

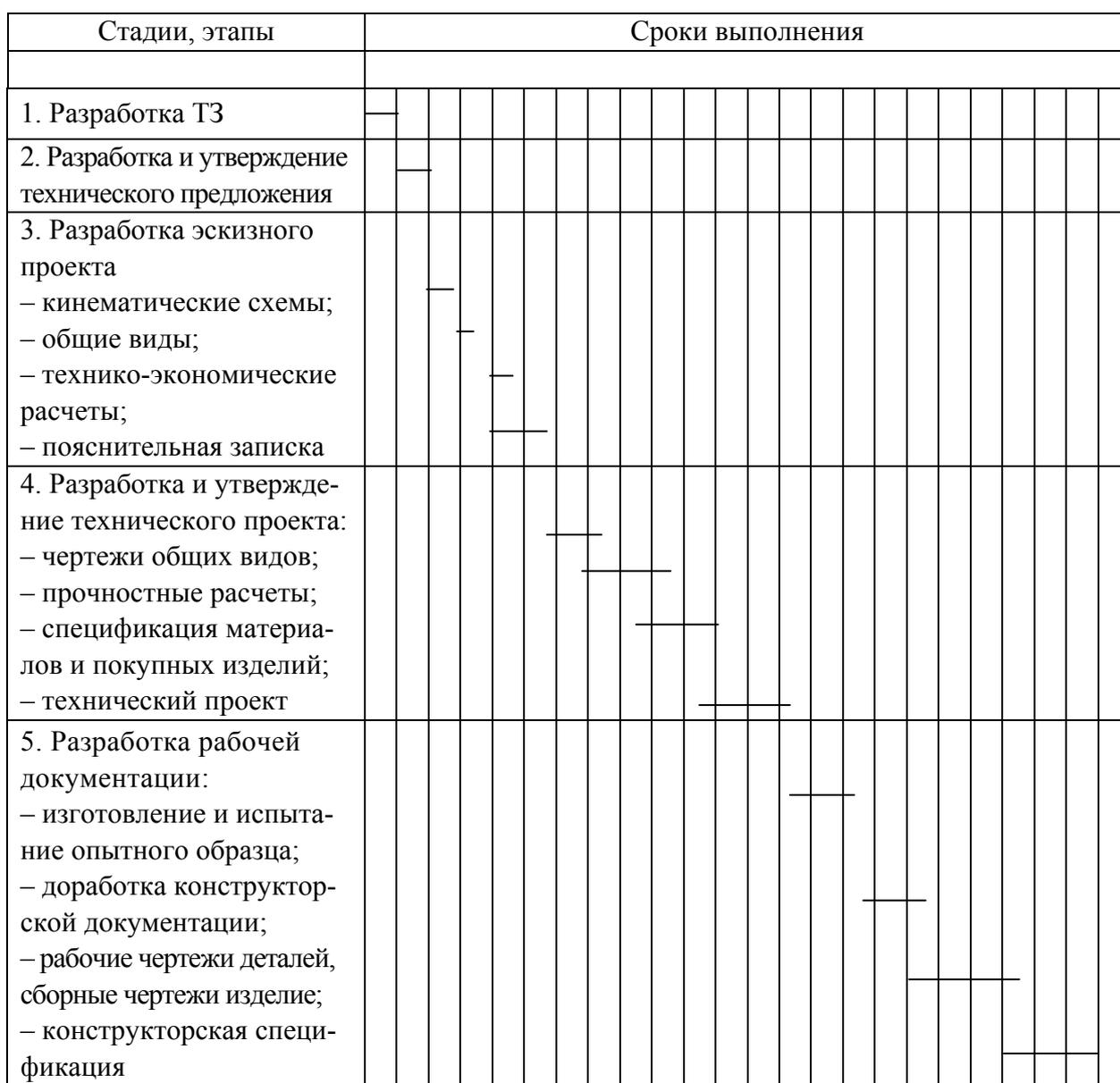


Рис. 2.9. План-график подготовки производства

2.9.3. Вероятностный метод планирования инновационных процессов

Традиционные методы планирования не могут отразить неопределенность, присущую научно-исследовательским работам, начальным этапам проектно-конструкторских работ, результатам испытания опытных образцов и т.д. Затруднена и автоматизация планово-учетных работ.

Эти недостатки в значительной мере ликвидируются в системах сетевого планирования и управления. СПУ – один из методов кибернетического подхода к управлению сложными динамическими системами с целью обеспечения определенных оптимальных показателей в условиях неопределенности. Такими показателями в зависимости от заданных требований могут быть: минимальное время выполнения всего комплекса работ, минимальная стоимость разработки, максимальная экономия ресурсов и др.

Наиболее распространенной является система СПУ, в которой в состав входящей информации включаются только данные о временных параметрах и отсутствуют данные о стоимости работ и ресурсов, т.е. система, с помощью которой производится оптимизация по времени процесса выполнения комплекса работ, описываемых одной сетью. Рассмотрим эту систему применительно к инновационной деятельности, связанной с освоением выпуска новой продукции.

Основным плановым инструментом в системе СПУ является сетевой график (сетевая модель), представляющий собой информационно-аналитическую модель, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения конечного результата.

В терминах теории графов *сетевой график* – это ориентированный граф без контуров, ребра которого имеют одну или несколько числовых характеристик. Ребрами изображаются на графе работы, а вершины графа – события (реже, наоборот).

Работами называются любые процессы, действия, приводящие к достижению определенных результатов (событий). Кроме работ действительных, т.е. требующих затрат времени, существуют фиктивные работы (зависимости). *Фиктивная работа* – связь между какими-то результатами работ (событиями), не требующая затрат времени, или работы, занимающие время, существенно меньшее одного рабочего дня (например, телефонный разговор).

Работа в сетевом графике изображается стрелкой, длина которой не зависит от продолжительности работы. *Действительная* – сплошной стрелкой с указанием над ней времени в днях или неделях, *фиктивная* –

пунктирной. Ни длина стрелки, ни ее направление не имеют значения. Желательно только выдерживать общее направление стрелок так, чтобы исходное событие располагалось слева, а завершающее – справа. Номер события, из которого выходит работа, должен быть меньше номера события, в которое работа входит. Для этого используется специальный алгоритм, основанный на ранжировании работ.

Событиями называются результаты проведенных работ. Формулировка события всегда записывается в совершенной форме, не допускающей различного толкования (т.е. что-то сделано, заказано, сообщено и т.д.). Каждое событие может быть отправным моментом для начала последующих работ. В отличие от работы, имеющей, как правило, протяженность во времени, событие представляет собой только момент окончания работы (или работ).

Любое промежуточное событие, за которым начинается данная работа (работы), называется *начальным* и обозначается символом i . Любое промежуточное событие, которому непосредственно предшествуют данные работы (работа), называется *конечным* и обозначается символом j . Первоначальное событие в сети, не имеющее предшествующих ему событий, т.е. отражающее начало выполнения всего комплекса работ, называют *исходным* и обозначают символом J . Событие, которое не имеет последующих событий и отражает конечную цель комплекса работ, называют *завершающим* и обозначают символом C .

Любая последовательность работ в сетевом графике, в которой конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, называется *путем*. В сетевом графике различают несколько видов путей:

- от исходного события до завершающего события (L_n) – полный путь $L_n(J \div C)$;
- от исходного события до данного – путь, предшествующий данному событию $L(J \div i)$;
- от данного события до завершающего – путь, последующий за данным событием $L(i \div C)$;
- между двумя какими-то промежуточными событиями i и j – путь между событиями $L(i \div j)$;
- максимальный по продолжительности путь между исходным и завершающим событиями – критический путь ($L_{кр}$).

Система СПУ функционирует последовательно в трех режимах: предварительного планирования, исходного планирования, оперативного управления ходом работ.

При *предварительном планировании* определяются структура разработки, взаимосвязи, последовательность выполнения отдельных стадий и этапов, состав и взаимосвязи организаций-соисполнителей, ориентировочные сроки поставок, потребности в основных ресурсах и инвестициях. Принятый вариант согласовывается с организациями-соисполнителями и заказчиком и утверждается руководящими органами.

В процессе *исходного планирования* выполняются следующие основные этапы:

– расчленение всего комплекса работ и выдача ответственным исполнителям заданий на составление фрагментов сводной сетевой модели в виде первичной модели на порученный объем работ; составленная и рассчитанная первичная сетевая модель передается в службу СПУ;

– построение и расчет сетевых моделей (так называемых частных) для данной организации или предприятия;

– построение, расчет, анализ и оптимизация сводной сетевой модели по всему комплексу работ;

– разработка необходимых плановых документов, Рассмотрим более детально характеристику работ на каждой стадии. На стадии исходного планирования весь комплекс работ расчленяется на составные части, каждая из которых закрепляется за определенным руководителем или ответственным исполнителем. Ответственными исполнителями назначаются специалисты, осуществляющие руководство отдельным этапом и несущие за него персональную ответственность.

Число уровней руководства обычно устанавливается путем построения иерархической структуры системы («дерева системы») (рис. 2.10).

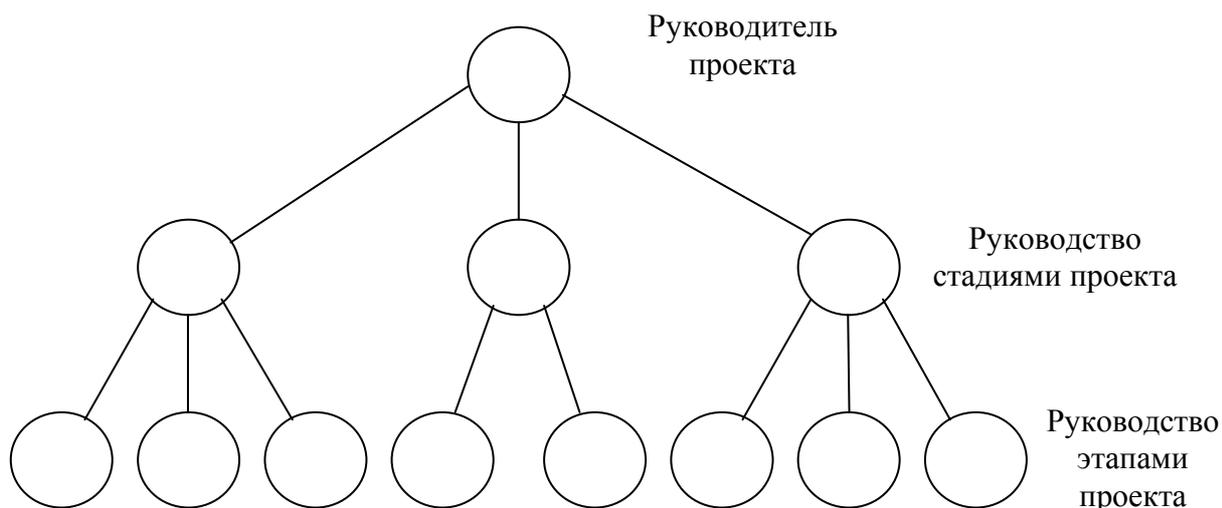


Рис. 2.10. «Дерево системы» – иерархическая структура системы руководства проектом

За каждым «кружком» каждого уровня закрепляется руководитель или ответственный исполнитель. Для каждого кружка строится своя (пер-

вичная, частная или сводная) сеть. Одной из основных особенностей СПУ является то, что оценки и выводы нижестоящего руководителя являются основой для планирования на более высоком уровне руководства. Поэтому разработка и построение сетевых графиков идут «снизу» – от ответственных исполнителей и до высшего уровня руководства.

При построении первичных сетевых графиков удобно предварительно составить перечень событий и работ (табл. 2.5). При этом ставятся несколько основных вопросов: какие работы могут (должны) быть закончены прежде, чем можно начать данную работу; какие работы можно вести параллельно с данной; возможность начала каких работ зависит от завершения данной?

Таблица 2.5

Перечень событий и работ сетевого графика

События	Код	Работы	Код
ТЗ на проектирование и изготовление испытательного стенда получено	0	Разработка технических условий на стенд	0,1
Технические условия на стенд разработаны	1	Общая компоновка стенда	1,2
		Выдача технического задания на составление рабочей документации по эксплуатации стенда	1,7
Общая компоновка стенда готова	2	Проектирование и разработка технологии изготовления электрической части стенда	2,3
		Проектирование и разработка технологии изготовления механической части стенда	2,4
		Оформление и размещение заказов на покупные элементы	2,5
Проектирование электрической части стенда закончена	3	Изготовление и монтаж элементов электросхемы	3,6
Проектирование механической части стенда закончена	4	Изготовление и подборка элементов механической части стенда	4,6
Заказы на покупные элементы размещены	5	Исполнение заказов на покупные элементы стенда	5,6
Все элементы электрической и механической частей стенда готовы, покупные элементы закончены	6	Информация о характеристиках элементов стенда для уточнения рабочей документации по эксплуатации стенда	6,7
		Сборка и отладка стенда	6,8
Техническое задание на разработку рабочей документации по эксплуатации стенда с учетом дополнительной информации закончено	7	Разработка рабочей документации по эксплуатации стенда	7,8
Стенд собран и отлажен, документация по эксплуатации подготовлен	8	Проведение контрольных испытаний стенда и сдача заказчику	8,9
Стенд испытан и принят заказчиком	9		

Поэтому первоначальный вариант перечня может существенно отличаться от окончательного, часто выявляемого после построения самой сети, на которой лучше выявляются допущенные ошибки.

«Сшивание» первичного графика может производиться от исходного к завершающему событию или наоборот (рис. 2.11).

После составления и проверки первичных сетевых графиков, разработанных ответственными исполнителями, «сшиваются» частные, а затем и комплексный (сводный) сетевой график, объединяющий все первичные и частные графики в единую сеть, завершающее событие которой соответствует заданной конечной цели работ.

В приведенном на рис. 2.11 графике проектирования и изготовления испытательного стенда от исходного к завершающему событию приводят несколько путей. Поскольку многие из работ, лежащих на этих путях, выполняются параллельно, общий срок проектирования и изготовления стенда будет зависеть от продолжительности максимального по времени – *критического пути*.

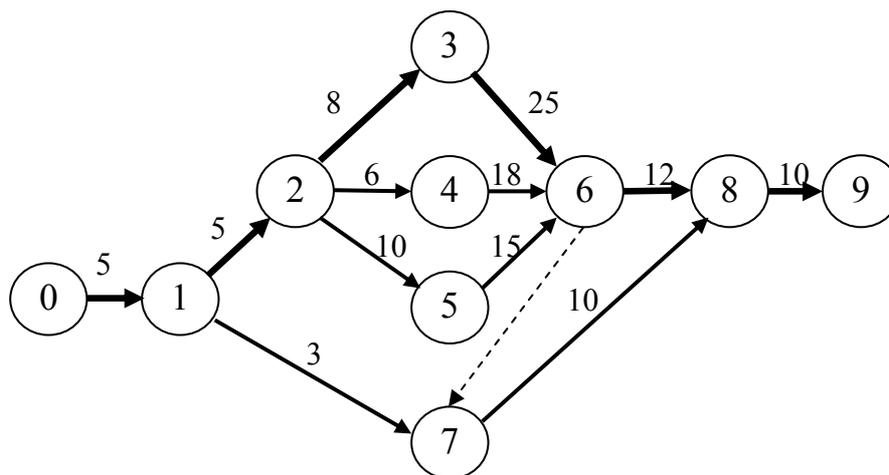


Рис. 2.11. Сетевой график проектирования и изготовления стенда

По каждой работе сетевого графика ответственный исполнитель определяет время ее выполнения. Для повторяющихся работ, встречавшихся в прошлом, по которым имеются статистические данные или нормативы, устанавливается среднестатистическая или нормативная продолжительность в соответствии с обычными методами нормирования. Однако большая новизна объектов приводит к неопределенности в оценке времени выполнения отдельных работ, поскольку ответственные исполнители не могут воспользоваться справочниками нормировщика или статистическими данными и дать детерминированную оценку времени. В этих случаях они дают три или две вероятностные оценки времени.

В системе с тремя оценками от ответственного исполнителя получают минимальную, максимальную и наиболее вероятную оценки времени: t_{\min} – время, необходимое для выполнения работы при наиболее благоприятном стечении обстоятельств; t_{\max} – время, необходимое для выполнения работы при наиболее неблагоприятном стечении обстоятельств; $t_{н.в}$ – продолжительность, имеющая место при нормальных, обычных условиях выполнения данной работы. Эти оценки являются исходными для расчета ожидаемого времени выполнения работы, которое представляет собой математическое ожидание случайной величины времени выполнения работ.

Поэтому для более полной характеристики распределения случайной величины в теории вероятностей используется понятие дисперсии, т.е. меры неопределенности, связанной с данным распределением (квадрат отклонения случайной величины от ее математического ожидания). Если дисперсия невелика, то имеется уверенность относительно завершения данной работы вовремя. От значений дисперсий отдельных работ критического пути зависит неопределенность срока окончания всей разработки в целом.

При принятом в СПУ законе бета-распределения дисперсия

$$\sigma_i^2 = \left[(t_{\max} - t_{\min}) / 6 \right]^2 \quad \text{и} \quad t_{\text{ож}} = (t_{\min} + 4t_{н.в} + t_{\max}) / 6.$$

С небольшой долей погрешности – для дисперсий $0,01(t_{\max} - t_{\min})^2$, а для ожидаемого времени $(t_{\max} - t_{\min})/90$ можно принять, что

$$\sigma_i^2 = 0,04(t_{\max} - t_{\min})^2 \quad \text{и} \quad t_{\text{ож}} = (3t_{\min} + 2t_{\max}) / 5.$$

Поскольку оценка наиболее вероятного времени представляет для ответственного исполнителя психологически наибольшие трудности, второй вариант получил довольно широкое распространение.

Ожидаемое время, рассчитанное по статистическим данным, нормативам или вероятностным оценкам, проставляется в сетевом графике (см. рис. 2.11) над стрелками.

К основным расчетным параметрам сетевого графика относятся величина критического пути, резервы времени событий и работ. Эти параметры – исходные данные для анализа и оптимизации сети.

Резервы времени существуют в сетевом графике во всех случаях, когда имеются пути разной продолжительности. Резерв времени события

$R(i)$ – это такой промежуток времени, на который может быть отсрочено наступление этого события без нарушения сроков завершения разработки в целом. Он определяется как разность между поздним $t_{\Pi}(i)$ и ранним $t_p(i)$, сроками наступления события

$$R(i) = t_{\Pi}(i) - t_p(i). \quad (2.21)$$

Наиболее поздний из допустимых сроков $t_{\Pi}(i)$ – это такой срок наступления события, превышение которого вызовет аналогичную задержку наступления завершающего события. Наиболее ранний из возможных сроков наступления события $t_p(i)$ – срок, необходимый для выполнения всех работ, предшествующих данному событию.

Ранний $t_p(i)$ и поздний $t_{\Pi}(i)$ сроки наступления событий определяются по максимальному из путей, проходящих через данное событие, причем $t_p(i)$ равно продолжительности максимального из предшествующих данному событию путей, а $t_{\Pi}(i)$ является разностью между продолжительностями критического пути $t(L_{\text{кр}})$ и максимального из последующих заданным событием путей, т.е.

$$t_p(i) = t(L_{\text{max}}(J \div i)); \quad t_{\Pi}(i) = t(L_{\text{кр}}) - t(L_{\text{max}}(i \div C)). \quad (2.22)$$

Путь, соединяющий события с нулевыми резервами времени, является критическим. Он соответствует максимальной продолжительности последовательных работ, ведущих от исходного (J) к завершающему событию (C).

Результаты расчетов ранних и поздних сроков наступления событий и резервов для сети, показанной на рис. 2.11, приведены в табл. 2.6.

Выявив события, не имеющие резервов времени, отметим на рис. 2.11 критический путь жирными стрелками.

Резервами времени располагают работы, лежащие на некритических путях. *Полный резерв времени работы* $R_{\Pi}(i, j)$ – это максимальное количество времени, на которое можно увеличить продолжительность данной работы, не изменяя при этом продолжительность критического пути

$$R_{\Pi}(i, j) = t_{\Pi}(j) - t_p(i) - t_{\text{ож}}(i, j), \quad (2.23)$$

где $t_{\text{ож}}(i, j)$ – ожидаемая продолжительность работы (i, j) .

Важным свойством полного резерва времени работы является то, что если его использовать частично или целиком для увеличения длительности какой-либо работы, то уменьшится резерв времени всех остальных работ, лежащих на этом пути. *Свободный резерв времени работы* $R_c(i, j)$ – это максимальное количество времени, на которое можно увеличить продолжительность данной работы или отсрочить ее начало, не изменяя при этом ранних сроков начала последующих работ, при условии, что начальное событие этой работы наступило в свой ранний срок

$$R_c(i, j) = t_p(j) - t_p(i) - t_{ож}(i, j). \quad (2.24)$$

Таблица 2.6

Параметры сетевого графика

i	j	$t_{нор}$	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{p.j}$	$T_{п.i}$	R_j	R_i	$R_{п.ij}$	$R_{св.ij}$
0	1	–	2	10	5	5	5	0	0	0	0
1	2	–	8	25	15	20	20	0	5	0	0
1	7	–	2	4	3	53	55	2	5	47	45
2	3	–	6	11	8	28	28	0	20	0	0
2	4	–	3	10	6	26	35	9	20	9	0
2	5	–	5	18	10	30	38	8	20	8	0
3	6	25	–	–	–	53	53	0	28	0	0
4	6	18	–	–	–	53	53	0	26	9	9
5	6	–	12	20	15	53	53	0	30	8	8
5	7	–	0	0	01	53	55	2	53	2	0
6	8	–	10	12	12	65	65	0	53	0	0
7	8	–	8	10	10	65	65	0	53	2	2
8	9	–	5	10	10	75	75	0	65	0	0

Резервы времени работы, особенно свободный, позволяют маневрировать сроками начала и окончания работ, их продолжительностью. Результаты расчетов $R_{п}(i, j)$ и $R_c(i, j)$ для сети, показанной на рис. 2.11, приведены в табл. 2.5.

Следующий этап работ на стадии исходного планирования – анализ сетевого графика, когда определяются коэффициенты напряженности путей и вероятность свершения завершающего события в заданный (директивный) срок.

Коэффициент напряженности пути κ_n – это отношение продолжительностей несовпадающих (заклученных между одними и теми же событиями) отрезков пути, одним из которых является путь максимальной продолжительности, проходящий через данные работы, а другим – критический путь. Если совпадающую с критическим путем величину отрезка исследуемого пути обозначить $T(L_{кр})$, а протяженность максимального пути, проходящего через данные работы – $T(L_{max})$, то коэффициент напряженности

$$\kappa_n = [t(L_{max}) - t'(L_{кр})] / [t(L_{кр}) - t'(L_{кр})]. \quad (2.25)$$

В случае последующей оптимизации сетевого графика (при прочих равных условиях) в первую очередь используются резервы с путей, имеющих наименьший коэффициент напряженности.

Расчет вероятности наступления завершающего события в заданный срок P_k необходим, когда установленный директивный срок T_d оказывается меньше рассчитанного срока наступления завершающего события T_c . Предполагается, что значение T_c подчиняется закону нормального распределения. Тогда аргумент нормальной функции распределения вероятностей (функция Лапласа)

$$\chi = (T_d - T_c) / \sqrt{\sum_{i=1}^{n_p} \sigma^2(i, j)_{кр}}, \quad (2.26)$$

где n_p – число работ, лежащих на критическом пути.

Значение функции P_k может быть найдено по таблице значений нормальной функции распределения вероятностей в соответствующей справочной литературе по теории вероятностей.

Для величины P_k считаются вполне достаточными границы допустимого риска $0,35 \leq P_k \leq 0,65$. Более того, можно утверждать, что при $P_k > 0,65$ на работах критического пути имеются избыточные ресурсы. При $P_k < 0,35$ опасность срыва заданного срока наступления завершающего события настолько велика, что необходимо повторное планирование с перераспределением ресурсов, т.е. оптимизация сетевого графика (рис. 2.12).

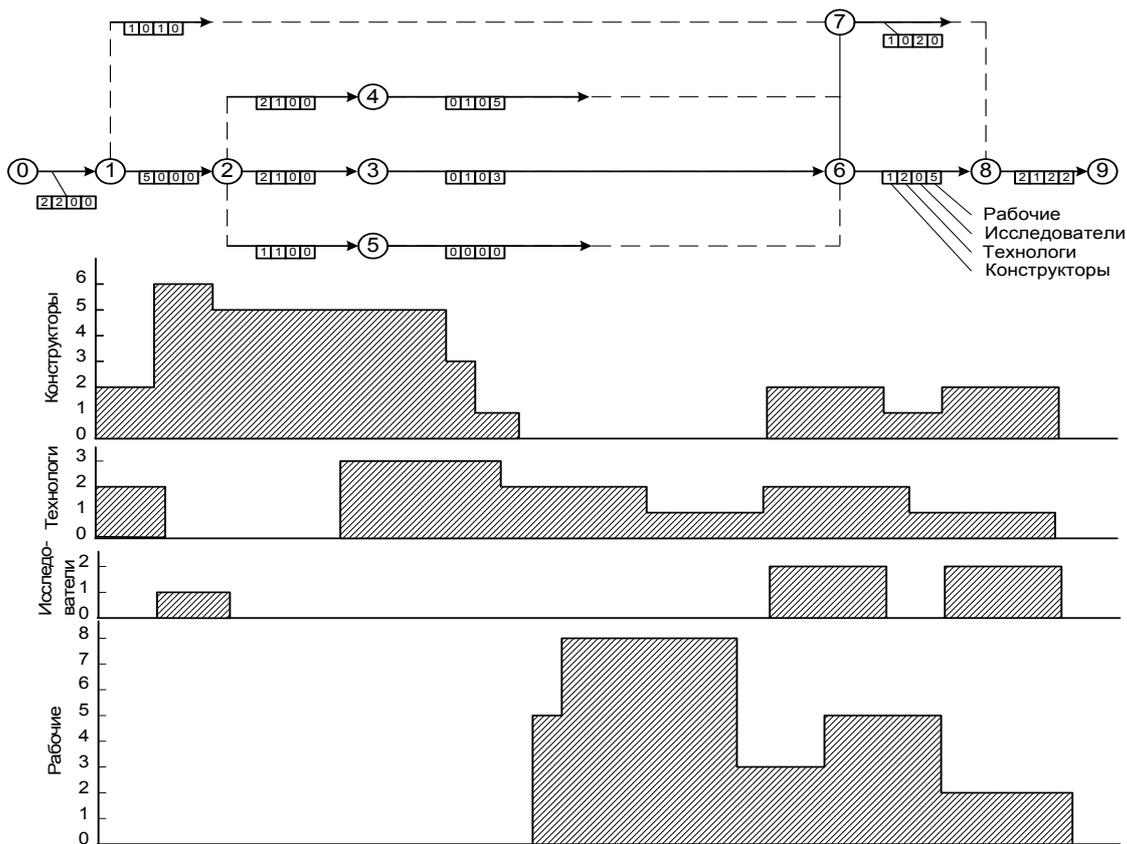


Рис. 2.12. Карта проекта к сетевому графику

Оптимизация сетевого графика в зависимости от полноты решаемых задач может быть разделена на частную и комплексную. Примерами частной оптимизации являются: минимизация времени инновационных проектов при фиксированных затратах, минимизация численности используемых работников, минимизация затрат при заданном времени выполнения и др.

Так, при $P_k < 0,35$ направляют дополнительные ресурсы на работы критического пути, перераспределяя их с путей, имеющих резервы времени. При этом учитываются рассчитанные коэффициенты напряженности путей, квалификационный и профессиональный состав работников. Перераспределение проводят до получения P_k в пределах 0,35 – 0,65.

Такая оптимизация, как и минимизация потребности в одновременно требуемых исполнителях по их категориям, производится на графике, вытянутом вдоль оси абсцисс (см. рис. 2.12) в масштабе времени; по оси ординат в масштабе показывается количество работников по категориям. Так, более позднее начало выполнения работы 1,7 (после окончания работы 2,4) позволяет сократить потребность в конструкторах с 6 до 5.

При невозможности оптимизации сроков и загрузки за счет внутренних резервов приходится прибегать к внешним источникам. При этом

удобно использовать графики «время-затраты» (рис. 2.13), в которых отражается минимально возможная величина денежных затрат S_{\min} на выполнение работы в нормативное время t_n , минимально возможное время выполнения работы t_{\min} при повышенных размерах денежных затрат S_n .



Рис. 2.13. График «время-затраты»

Аппроксимирующая прямая позволяет установить размеры увеличения затрат при необходимости сокращения сроков выполнения работы или решения обратной задачи. Величина дополнительных затрат ΔS , необходимых для выполнения работы в какое-то искомое время t_n , которое меньше t_n

$$\Delta S = (S_n - S_c)(t_n - t_n)/(t_n - t_{\min}). \quad (2.27)$$

Комплексная оптимизация сетевого графика может заключаться в нахождении оптимального соотношения затрат и сроков выполнения его стадий и этапов.

Стадия составления исходного плана в системе СПУ заканчивается проведением оптимизации.

На последней стадии – оперативное управление ходом работ – с определенной периодичностью в зависимости от общего срока разработки службой СПУ запрашивается информация на типовых бланках или других носителях от ответственных исполнителей. В этом бланке исполнители указывают сроки выполнения работ, оценку изменений состояния начатых работ (если такие изменения есть), при необходимости вводят новые работы с оценкой их продолжительности или исключают ненужные и т.д. На основе собранных сведений снова составляются сетевые графики, проводятся их расчеты, анализ и оптимизация, т.е. с определенной периодичностью повторяются работы стадии исходного планирования.

До исполнителей доводится внешняя информация – изменение тарифов, цен, возможность приобретения нового оборудования, аппаратуры и т.д., а также их «положение» в новой сети (например, о попадании закрепленного за ответственным исполнителем комплекса работ на критический путь в сводной сети, о необходимости перераспределения ресурсов и т.д.).

Планирование инновационных проектов включает составление сметы затрат, в которой расшифровываются и обосновываются необходимые затраты по соответствующим статьям. Для планирования затрат, связанных с подготовкой к производству новых изделий, смета составляется по калькуляционным статьям затрат, а для планирования хозяйственной деятельности организации или предприятия в целом – по экономическим элементам (табл. 2.7).

Таблица 2.7

Группировка статей в смете затрат на инновационные проекты

По калькуляционным статьям затрат	По экономическим элементам
1. Материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	1. Материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов): стоимость сырья и материалов, покупные и комплектующих изделий, услуг и работ производственного характера сторонних организаций, топливо и энергии и др. 2. Затраты на оплату труда персонала (основная и дополнительная заработная плата) 3. Отчисления на социальные нужды 4. Амортизация основных производственных средств 5. Прочие затрат: арендная плата, проценты по кредитам, услуги связи и др.
2. Топливо и энергия для технологических целей	
3. Специальное оборудование для научных и экспериментальных работ	
4. Основная заработная плата производственного персонала	
5. Дополнительная заработная плата производственного персонала	
6. Отчисления на социальные нужды	
7. Общепроизводственные расходы	
8. Общехозяйственные расходы	
9. Производственные командировки	
10. Прочие производственные расходы	
11. Коммерческие (внепроизводственные) расходы	

Примечание. В контрагентские работы включаются услуги сторонних организаций, осуществляемые по договорам.

Для составления сметы используется информация, полученная при расчете параметров сетевого графика. Исходным для определения затрат по основной заработной плате производственного персонала являются трудоемкость работ и оклады исполнителей

$$Z_o(i, j) = t_{ож}(i, j) \cdot p_u(i, j) \cdot Z_{о.ср}(i, j), \quad (2.28)$$

где $Z_o(i, j)$ – основная заработная плата производственного персонала за работу (i, j) ; $t_{ож}(i, j)$ – ожидаемое время выполнения работы (i, j) ; $p_u(i, j)$ – количество исполнителей работы (ij) ; $Z_{о.ср}(i, j)$ – средняя заработная плата исполнителей работы (i, j) в единицу времени (в день, час или др.) в зависимости от размерности $t_{ож}(i, j)$.

2.10. Производственная мощность предприятия и методика ее расчета

2.10.1. Сущность и структура производственной мощности

Производственная мощность предприятия – это максимально возможный годовой объем производства продукции и выполняемых услуг в номенклатуре и структуре, установленных планом, при полном использовании оборудования и площадей. При этом должны быть учтены запланированные мероприятия по внедрению новой техники, технологии и организации производства. Производственная мощность – показатель динамический. С изменением уровня технической оснащенности предприятия, технологии и организации производства меняется и величина производственной мощности.

Расчеты наличных производственных мощностей необходимы для обоснования планируемого выпуска продукции, для выявления внутренних резервов роста производства и составления балансов мощностей. Они используются также для экономического обоснования специализации и кооперирования производства и планируемого объема капитальных вложений. Определяется производственная мощность отрасли, предприятия, цеха, участка исходя из установленного режима работы с учетом применения прогрессивной технологии и передовых методов организации производства. Она рассчитывается по всей номенклатуре выпускаемой продукции. Производственная мощность по непрофильной продукции рассчитывается отдельно.

Единицами измерения производственной мощности являются те же, что и для планирования производства продукции (натуральные и стоимостные). В отдельных случаях могут быть использованы условные комплекты выпускаемой продукции. При натуральном измерении производственной мощности выпуск продукции определяется по каждому наименованию изделия. Суммарная производственная мощность предприятия, выпускающего разные наименования изделий, измеряется по стоимости. При наличии в программе предприятия впервые изготавливаемых изделий, по которым нет нормированной трудоемкости, стоимости и других исходных данных для расчета (чертежей, карт технических процессов), при расчете производственной мощности они приводятся к аналогичным изделиям-представителям, имеющим нормированную трудоемкость. При этом изделие-представитель должно наиболее полно отражать конструктивные, технологические и другие качества изделия, которое к нему приравнивается. Аналогичное приведение к изделию-представителю осуществляется в условиях многономенклатурного производства с целью упрощения расчета производственной мощности.

Укрупнение номенклатуры выпускаемых изделий выполняется путем объединения их в группы по признаку конструктивно-технологической однородности и установления для каждой группы базового представителя. Обязательным условием при этом является тождественность структуры трудоемкости изделия-представителя и приводимых изделий. Под структурой трудоемкости понимается соотношение между отдельными видами работ (токарные, фрезерные и др.).

Производственная мощность отдельных подразделений предприятия (цеха, участка), выпускающих комплектующие изделия для предприятия (детали, сборочные единицы) или выполняющие отдельные виды работ (операции), может быть определена в условных комплектах этих изделий. Под условным комплектом понимается набор деталей, сборочных единиц, изготавливаемых данным производственным подразделением, обеспечивающий выпуск единицы готовой продукции предприятия. Например, для предприятия, выпускающего трактор, в цехе, изготавлиющем коленчатые валы и шатуны, условным комплектом будет один коленчатый вал и несколько шатунов в зависимости от типа трактора. Для каждого участка и цеха набор деталей условного комплекта будет разным, но каждый условный комплект обеспечивает выпуск одного изделия.

Определение производственной мощности предприятия начинается с уточнения производственно-технологической структуры отдельных про-

изводственных участков и цехов и с закрепления определенной работы (деталей, операций) за рабочими местами (оборудованием). Правильное решение вопроса определения производственной мощности в значительной степени зависит от того, насколько рационально распределяется заданная производственная программа между отдельными рабочими местами. *Оптимальная производственная мощность* – это мощность при наилучшем использовании всех рабочих мест. Вариантов распределения работ, связанных с выполнением производственной программы по рабочим местам, может быть большое количество. Выбрать наилучший из них практически возможно лишь с помощью применения математических методов и электронно-вычислительной техники.

После уточнения производственно-технологической структуры и распределения производственной программы по рабочим местам рассчитывается производственная мощность отдельных единиц и групп взаимозаменяемого оборудования (токарных, фрезерных и т.п.), отдельных рабочих мест и групп взаимозаменяемых рабочих мест. На основе этих расчетов определяется производственная мощность участка, а затем и цеха.

В процессе расчетов на каждом из этапов устанавливаются коэффициенты сопряженности ведущего звена и остальных производственных звеньев (групп оборудования, участков, цехов). Они определяются как отношение мощности ведущего звена к мощности каждого из остальных звеньев. При этом выявляются «узкие места» участков, цехов и завода. Под узким местом на предприятии понимается меньшая мощность отдельных групп оборудования, участков, цехов по сравнению с мощностью ведущего оборудования, ведущих участков и цехов. Для «расшивки» узких мест и устранения имеющихся диспропорций в мощностях отдельных участков и цехов разрабатываются организационно-технические мероприятия.

К их числу относятся: 1) перераспределение работ между исполнителями; 2) увеличение сменности работы; 3) внедрение НОТ (обслуживание рабочих мест); 4) перераспределение оборудования между участками и цехами; 5) улучшение специализации производства и кооперирование с другими заводами; 6) улучшение технологической оснащенности производства; 7) модернизация оборудования; 8) пополнение парка оборудования.

Мощность отдельного рабочего места, единицы оборудования, группы однородных рабочих мест или группы однородного оборудования (например, горизонтально-фрезерных станков), если за ними закреплено несколько разных изделий, определяется в условных комплектах или по изделию представителю по следующей формуле

$$M_{об} = (F_{p.m}c) / (t_{н.к}k_{в.н}), \quad (2.29)$$

где $F_{p.m}$ – действительный фонд времени работы на рабочем месте (единицы оборудования) в планируемом периоде, ч; c – количество рабочих мест (единиц оборудования) данного типа, занятых выполнением данной работы; $k_{в.н}$ – планируемый средний коэффициент выполнения норм на участке при выполнении данной работы; $t_{н.к}$ – норма времени на обработку условного комплекта изделий на данном рабочем месте (оборудовании).

Для участков с непрерывным процессом производства действительный фонд времени работы определяется исходя из числа календарных дней в году и 24 ч работы в сутки за вычетом времени на ремонт и технологические остановки оборудования. Для участков с прерывным процессом производства действительный фонд времени работы оборудования определяется исходя из установленной сменности работы (двух-, трехсменная работа) и продолжительности смены, за вычетом времени проведения планово-предупредительных ремонтов, выходных, праздничных дней и времени сокращения работы в предпраздничные дни.

При определении действительного фонда времени работы не учитываются простои оборудования, вызванные несвоевременной подачей сырья, топлива, электроэнергии или отсутствием должной организации производства, а также потери рабочего времени, связанные с браком продукции. Учитываются только технологически неизбежные потери, размер которых устанавливается вышестоящей организацией.

Действительный фонд времени работы единицы оборудования определяется по следующей формуле

$$F_{p.m} = (F_p T_c - k_q d_c) (1 - P_{n.n} / 100), \quad (2.30)$$

где F_p – число рабочих дней в планируемом периоде; T_c – число рабочих часов в рабочем дне; k_q – количество часов, на которое сокращается рабочий день в предвыходные и предпраздничные дни; d_c – число сокращенных рабочих дней в планируемом периоде; $P_{n.n}$ – простой оборудования в планово-предупредительных ремонтах и технологически неизбежные потери времени, % к номинальному фонду времени.

Одновременно с расчетом производственной мощности отдельных групп оборудования и рабочих мест рассчитывается коэффициент их загрузки

$$\eta_3 = \frac{\sum_{i=1}^k N_i t_n k_{в.н}}{F_{р.м} c}, \quad (2.31)$$

где N_i – программа выпуска деталей i -го наименования, шт.; t_n – норма времени на обработку i -й детали на данном оборудовании; c – количество рабочих мест.

«Узким местом» является оборудование, коэффициент загрузки которого больше единицы ($\eta_3 > 1$).

Особо рассчитывается производственная мощность и загрузка уникального оборудования. Уникальность оборудования устанавливается инструкцией. Например, к уникальным токарным станкам относятся такие, на которых изготавливается изделие диаметром 1200 мм и выше; все типы и размеры расточных станков, станки с глубиной сверления выше 2000 мм, продольно-фрезерные с шириной стола выше 1500 мм, копировально-фрезерные станки и др.

Производственная мощность участка определяется мощностью ведущей группы оборудования, после проведения организационно-технических мероприятий по улучшению загрузки оборудования (рабочих мест) и выравниванию производственных мощностей отдельных групп оборудования.

Ведущим оборудованием считается такое, которое выполняет основные технологические операции по изготовлению продукции.

Свободные мощности других групп оборудования могут быть переданы на другие участки производства или же зачислены в резерв.

Расчетом производственной мощности предприятия охватывается все производственное оборудование, закрепленное за цехами (как действующее, так и бездействующее вследствие неисправности, ремонта, модернизации и т.п.). Учитывается и оборудование переносного типа. В расчет не включается резервное оборудование и оборудование, предназначенное исключительно для профессионально-технического обучения. Не учитывается также оборудование вспомогательных служб и цехов завода. Однако оборудование, установленное на площадях вспомогательных цехов сверх норматива и по своему назначению аналогичное оборудованию, установленному в основных цехах, включается в расчет производственной мощности завода.

К производственным площадям, учитываемым при расчете производственной мощности, относятся площади, занятые производственным оборудованием, рабочими местами (верстаками, сборочными стендами

и т.п.), транспортным оборудованием (конвейерами, рольгангами, склизами и т.п.), заготовками, деталями у рабочих мест, проходами между оборудованием и рабочими местами (кроме магистральных проездов). К вспомогательным площадям относятся площади инструментального и ремонтного хозяйств цехов, цеховых складов и кладовых, помещений ОТК и лабораторий. Общая площадь цеха определяется как сумма производственных и вспомогательных площадей.

Производственная мощность рассчитывается по действующим или проектным нормам выработки, производительности оборудования, использования площадей, трудоемкости изделий с учетом применения прогрессивной технологии и наиболее совершенной организации труда. Принимаемые при расчете производственной мощности нормы должны быть выше фактически достигнутых на производстве. Если действующие или проектные нормы перевыполняются некоторой частью рабочих, при расчете производственной мощности должны использоваться скорректированные нормы, основанные на устойчивых достижениях работающих. При этом в качестве устойчивых принимаются такие показатели, которые достигнуты 20 – 25 % рабочих данной профессии, занятых в этом производстве, за лучший квартал (обычно IV-й) отчетного года.

Нормы трудоемкости для определения производственной мощности, устанавливаемые на конец года, должны учитывать задание по росту производительности труда в течение года за счет ввода нового, более прогрессивного оборудования, усовершенствования действующих и внедрения новых технологических процессов и улучшения организации работы.

Производственная мощность сборочного участка при сборке изделий на поточной линии определяется, исходя из такта поточной линии, по следующей формуле

$$M_{с.б} = F_{д.л} / r, \quad (2.32)$$

где $F_{д.л}$ – действительный фонд времени работы поточной линии, ч; r – такт поточной линии, ч/шт.

При этом предварительно, так же как и для механических участков, производится анализ использования всех рабочих мест на линии и необходимое выравнивание их производительности.

При сборке изделий непосредственно на полу производственная мощность сборочного участка определяется по формуле

$$M'_{сб} = (S_y F_{д.н} k_{в.н}) / (T_y S_{изд} k_{д.н}), \quad (2.33)$$

где S_y – общая площадь сборочного участка, м; $F_{д.н}$ – действительный фонд времени использования площади участка, ч; $k_{в.н}$ – коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь участка (проходы, проезды и т.п.); T_y – цикл сборки типового изделия-представителя, ч; $S_{изд.}$ – площадь, занимаемая одним собираемым изделием-представителем, m^2 , $k_{д.н}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, необходимую при сборке изделия (для хранения деталей, приспособлений и т. п.); $k_{д.н} > 1$.

Рассчитанные и выровненные производственные мощности отдельных участков являются основой для определения производственной мощности цеха. При этом если участки специализированы на выпуске комплектующих деталей (сборочных единиц), идущих на одно и то же изделие, выпускаемое заводом, или же на выполнении определенных операций, то производственная мощность цеха определяется производственной мощностью ведущего участка (например, участка коленчатых валов). Если участки непосредственно выпускают готовую продукцию завода, то производственная мощность цеха определяется суммой их производственных мощностей.

Производственная мощность вспомогательных цехов и участков (ремонтного, инструментального и др.) устанавливается из расчета полного обеспечения их продукцией нормальной производственной деятельности основного производства на предприятии.

Производственные мощности отдельных цехов – как основных, так и вспомогательных, – должны выравниваться путем разработки соответствующих организационно-технических мероприятий, аналогичных по своему характеру изложенным ранее. При отсутствии такой возможности производственная мощность завода определяется производственной мощностью ведущего цеха. Перечень ведущих цехов устанавливается вышестоящей организацией (министерством).

Производственная мощность является переменной величиной. С приобретением новой техники, внедрением технологии, улучшением организации производства она изменяется даже в течение планового периода (года). Поэтому она определяется предприятиями на две даты: *входная* – на 1 января расчетного года и *выходная* – на 1 января следующего года.

Входная указывает, чем располагает предприятие на начало планируемого периода, *выходная* – с какими возможностями оно выходит на конец расчетного года и начало следующего.

Выходная производственная мощность рассчитывается с учетом ввода в действие новых производственных мощностей и вывода в результате полного или частичного прекращения их действия по формуле

$$M_{\text{вых}} = M_{\text{вх}} + \sum_{i=1}^{П_{\text{вв}}} M_{\text{вв}i} - \sum_{i=1}^{П_{\text{выв}}} M_{\text{выв}i}, \quad (2.34)$$

где $M_{\text{вых}}$ – выходная производственная мощность; $M_{\text{вх}}$ – входная производственная мощность; $П_{\text{вв}}$ и $П_{\text{выв}}$ – число планируемых периодов ввода и вывода производственной мощности; $M_{\text{вв}i}$ и $M_{\text{выв}i}$ – соответственно вводимая и выводимая производственные мощности в i -м периоде года.

Для того чтобы установить соответствие заданной производственной программы предприятия по выпуску продукции его производственной мощности исчисляется среднегодовая производственная мощность.

При равномерном наращивании производственной мощности в течение года среднегодовая мощность может быть определена как полусумма входной и выходной мощности по формуле

$$M_{\text{ср.г}} = (M_{\text{вх}} + M_{\text{вых}}) / 2. \quad (2.35)$$

При неравномерном наращивании мощностей по кварталам года для определения среднегодовой мощности рассчитываются ее среднегодовой ввод $M_{\text{вв.с}}$ и среднегодовой вывод $M_{\text{выв.с}}$. Среднегодовой ввод мощности рассчитывается по формуле

$$M_{\text{вв.с}} = \left(\sum_{i=1}^{П_{\text{вв}}} M_{\text{вв}i} k_{\text{м}i} \right) / 12, \quad (2.36)$$

где $k_{\text{м}i}$ – число месяцев действия вводимой производственной мощности в i -м квартале до конца года (при вводе мощности в I квартале $k_{\text{м}i}$ принимается равной 10,5 месяцам; во II квартале – 7,5 месяцам; в III квартале – 4,5 месяцам; в IV квартале – 1,5 месяцам).

Аналогично определяется и среднегодовой вывод производственной мощности.

Степень использования имеющейся или планируемой среднегодовой производственной мощности предприятия выражается коэффициентом, который определяется отношением годового выпуска продукции к его среднегодовой производственной мощности.

Работа по расчету производственной мощности на предприятиях должна проводиться систематически. С этой целью на крупных предпри-

ятиях в составе отдела главного технолога создается специальное бюро мощностей завода. На небольших предприятиях выделяется специальный сотрудник. По мере необходимости к работе по расчету производственных мощностей привлекаются все цеха и службы завода.

2.10.2. Расчет производственной мощности механических цехов

Производственная мощность механического цеха (участка) будет равна

$$M_{\text{мех}} = \frac{F_{\partial}}{T_{\text{пл}}}, \quad (2.37)$$

где $M_{\text{мех}}$ – мощность механического цеха (участка), шт.; F_{∂} – действительный фонд времени работы i -й (ведущей) группы оборудования, ч; $T_{\text{пл}}$ – плановая трудоемкость изготовления одного изделия на i -й группе оборудования, ч/шт.

Действительный фонд времени работы оборудования равен производству действительного фонда времени одного станка на число станков. Если на момент составления плана плановые нормы отсутствуют, то планируется коэффициент выполнения норм на плановый год. Для получения плановой нормы необходимо действующую (фактическую) норму времени на одно изделие разделить на планируемый коэффициент выполнения норм

$$T_{\text{пл}} = \frac{T_{\phi}}{k_{\text{в.н}}}, \quad (2.38)$$

где T_{ϕ} – фактическая трудоемкость изготовления одного изделия на i -й (ведущей) группе оборудования, ч/шт.; $k_{\text{в.н}}$ – планируемый коэффициент выполнения норм.

Пример расчета мощности *однономенклатурного участка механического цеха*. Исходные данные приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Исходные данные для расчета мощности однономенклатурного участка механической обработки

Виды оборудования	Количество единиц установленного оборудования	Плановая трудоемкость изготовления изделия, ч/шт.	Коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования
Токарные станки	5	10	0,95
Фрезерные станки	3	5	0,95
Сверлильные станки	2	2	0,95

На участке последовательно обрабатывается изделие А. Участок работает 256 рабочих дней в году в 2 смены по 8 ч. Ведущий участок – группа фрезерных станков.

Определяем мощность каждой группы оборудования.

$$M_{\text{ток.станков}} = \frac{5 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{10} = 1945 \text{ изд.};$$

$$M_{\text{фр.станков}} = \frac{3 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{5} = 2334 \text{ изд.};$$

$$M_{\text{св.станков}} = \frac{2 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{2} = 3891 \text{ изд.}$$

Пропускная способность участка составит 1945 изделий, так как группа токарных станков является «узким местом» и лимитирует процесс производства. Мощность участка должна определяться ведущим его звеном (группой фрезерных станков) с разработкой последующих мероприятий для обеспечения соответствующей мощности по токарным станкам и дополнительной загрузкой сверлильных станков.

Если в механическом цехе планируется многономенклатурная программа, то для расчета мощности используют принцип «изделий-представителей». В том случае, если изделия программы имеют общий признак, от которого трудоемкость механической обработки находится в прямой зависимости, выбирается «изделие-представитель» в виде реального объекта производства. Признаками, на основе которых выбирается «изделие-представитель», могут быть: трудоемкость, масса изделия, его объем, диаметр, длина и т.д.

Пример расчета мощности *многономенклатурного участка механического цеха*. Исходные данные приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Исходные данные для расчета мощности многономенклатурного участка механического цеха

Изделия	Годовой план выпуска изделия, шт.	Удельный вес выпуска изделий в годовом плане	Диаметр изделий, см	Плановая трудоемкость одного изделия, ч/шт.
А	2000	0,2	10	0,5
Б	4000	0,4	15	0,75
В	1000	0,1	20	0,1
Г	1000	0,1	25	1,25
Д	2000	0,2	30	1,5
Итого:	10000	1,0		

Расчет сделаем на примере группы токарных станков. В цехе имеется 3 токарных станка, цех работает 256 дней в году в 2 смены по 8 часов. Время на ремонт оборудования – 5 % от режимного фонда времени.

Находим средневзвешенную величину признака (средневзвешенный диаметр)

$$10 \cdot 0,2 + 15 \cdot 0,4 + 20 \cdot 0,1 + 25 \cdot 0,1 + 30 \cdot 0,2 = 18,5 \text{ см.}$$

Этот признак ближе всего примыкает к признаку изделия В. Поэтому изделие В берется в качестве представителя, через который теперь выражается вся программа, и мощность рассчитывается по «изделию-представителю»

$$M_{m.cm} = \frac{3 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{1} = 11673 \text{ «изделия-представителя»}.$$

Затем производятся перерасчет мощности из изделия-представителя в мощность по запланированной номенклатуре и сопоставление программы с мощностью цеха (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Пересчет мощности из изделия представителя в мощность по запланированной номенклатуре

Виды изделий	Расчетная мощность цеха, шт.	Количество изделий по плану, шт.	Разность программы и мощности	% использования мощности
А	$11673 \cdot 0,2 = 2335$	2000	+ 335	90
Б	$11673 \cdot 0,4 = 4670$	4000	+ 670	85
В	$11673 \cdot 0,1 = 1167$	1000	+ 167	85
Г	$11673 \cdot 0,1 = 1167$	1000	+ 167	85
Д	$11673 \cdot 0,2 = 2335$	2000	+ 335	90

Как видно из расчета, программа по сравнению с мощностью несколько занижена. Также определяется мощность по всем видам оборудования, участкам и цеху в целом.

Если у изделий программы нет общих признаков, от которых в прямой зависимости находится трудоемкость механической обработки, то для расчета мощности используется условное «изделие-представитель». За условное «изделие-представитель» принимается средневзвешенная трудоемкость программы.

Пример расчета. Данные по цеху приведены в табл. 2.11.

Таблица 2.11

Расчет по условному «изделию-представителю»

№ п/п	Показатели	Виды изделий				Всего
		А	Б	В	Г	
1	План выпуска, шт.	200	100	400	300	1000
2	Плановая трудоемкость одного изделия, час/шт.	50	100	10	20	
3	Плановая трудоемкость годового выпуска (строка 1 × строку 2), ч	10000	10000	4000	6000	30000
4	Удельный вес выпуска изделия в годовом плане (по трудоемкости)	0,33	0,33	0,14	0,2	1,0
5	Трудоемкость изделия с учетом его доли в программе, ч	$50 \cdot 0,33 = 16,5$	$100 \cdot 0,33 = 33$	$10 \cdot 0,2 = 1,4$	$20 \cdot 0,2 = 4$	54,9 ≈ 55

Сумма трудоемкости изделий с учетом их доли в программе дает средневзвешенную трудоемкость, которую принимают за условное «изделие-представитель» (55 нормо-ч).

Предположим, что все изделия последовательно проходят обработку на токарных, фрезерных и сверлильных станках. Тогда из плановой трудоемкости каждого изделия выделяется время в часах для токарной, фрезерной и сверлильной обработки. Расчет продолжим на примере токарной обработки (табл. 2.12).

Таблица 2.12

Расчет на примере токарной обработки

№ п/п	Показатели	Виды изделий				Всего
		А	Б	В	Г	
1	Плановая трудоемкость токарной обработки, ч	30	40	5	10	
2	Трудоемкость токарной обработки с учетом доли изд. в программе, ч	$30 \cdot 0,33 = 9,9$	$40 \cdot 0,33 = 13,2$	$5 \cdot 0,14 = 0,7$	$10 \cdot 0,2 = 2,0$	25,8 ≈ 26

Таким же образом находится трудоемкость условного «изделия-представителя» по другим видам механической обработки.

Предположим, что в цехе на участке токарной обработки имеется 4 станка. Цех работает 256 дней в году в 2 смены по 8 ч, время на ремонт оборудования составляет 5 % от режимного фонда времени.

Тогда мощность участка токарных станков в условных «изделиях-представителях» составит

$$M_{\text{т.ст}} = \frac{4 \cdot 256 \cdot 8 \cdot 0,95}{26} = 598 \text{ условных изделий.}$$

Ведущей группой оборудования являются токарные станки. Тогда трудоемкость программы, исходя из мощности, будет равна

$$598 \cdot 55 = 32890 \text{ нормо-ч.}$$

Затем следует пересчет мощности из условных изделий в запланированную номенклатуру и сопоставление программы с мощностью (табл. 2.13).

Таблица 2.13

Расчет мощности цеха

Виды изделий	Расчетная мощность цеха, шт.	Количество изделий по плану, шт.	Разность программы и мощности, шт.
А	$32890 \cdot 0,33 = 10854/50 = 216$	200	+ 16
Б	$32890 \cdot 0,33 = 10854/100 = 108$	100	+ 8
В	$32890 \cdot 0,14 = 4604/10 = 460$	400	+ 60
Г	$32890 \cdot 0,20 = 6578/20 = 328$	300	+ 28

Все эти расчеты делаются на стадии обоснования плана для разработки конкретных мер по обеспечению полного использования производственной мощности в плановом году всех звеньев предприятия.

Обоснованность программы, ее соответствие производственной мощности можно осуществить, рассчитав потребность оборудования по видам обработки и сравнив эту потребность с наличным оборудованием. Недостача имеющегося оборудования будет указывать на завышенность программы, излишек оборудования – на недостаточную его загрузку.

Потребность в оборудовании i -й группы c_p рассчитывается по формуле

$$c_p = \frac{\sum_{nl}^n N_i T_{nl}}{F_{\partial}}. \quad (2.39)$$

2.10.3. Расчет производственной мощности сборочных и литейных цехов

Производственная мощность сборочного цеха определяется его полезной площадью и временем использования этой площади. Под полезной

площадью понимается та площадь, на которой происходят сборочные операции. Для получения полезной площади из общей площади цеха вычитаются площадь проходов, подъездных путей, а также площадь, занятая складами и конторами цеха.

Возможный выпуск продукции сборочного цеха определяется по формуле

$$M_{сб} = \frac{F_{\delta}}{S_i \cdot T_{ци}}, \quad (2.40)$$

где F_{δ} – действительный фонд времени функционирования полезной площади цеха, ч; $F_{\delta} = S_{ц} \cdot F_{\delta}'$; $S_{ц}$ – полезная площадь сборочного цеха, м²; F_{δ}' – действительный фонд времени 1 м² полезной площади, ч; S_i – площадь под сборку одного i -го изделия, м²/шт.; $T_{ци}$ – длительность цикла сборки i -го изделия, ч.

Если дан не цикл сборки, а нормированное время, то для получения времени сборки одного изделия (цикла сборки) нужно нормо-часы сборки разделить на число одновременно работающих слесарей-сборщиков по сборке данного изделия. Приведенный расчет мощности сборочного цеха правомерен при однономенклатурной программе. При многономенклатурной программе вводится признак «изделия-представителя».

Пример расчета. Данные по сборочному цеху на плановый год приведены в табл. 2.14.

Таблица 2.14

Данные по сборочному цеху на плановый год

Изделие	Годовая программа выпуска изделия, шт.	Удельный вес выпуска изделия в годовой программе цеха	Площадь под сборку одного изделия, м ² /шт.	Цикл сборки изделия, ч	Необходимые м ² ч/шт. на изделие	м ² ч с учетом доли изделия в программе (гр. 3 × гр. 6)
1	2	3	4	5	6	7
А	400	0,2	10	300	3000	600
Б	200	0,1	20	400	8000	800
В	400	0,2	15	200	3000	600
Г	500	0,25	10	200	2000	500
Д	500	0,25	10	100	1000	250
Итого:						2750

За условное «изделие-представитель» принимаются средневзвешенные 2750 м² ч. Предположим, полезная сборочная площадь цеха составляет 1200 м², цех работает 260 дней в году в 2 смены по 8 ч. Тогда мощность сборочного цеха будет равна

$$M_{сб} = \frac{1200 \cdot 260 \cdot 2 \cdot 8}{2750} = 1830 \text{ условных «изделий-представителей»}$$

Затем производится пересчет мощности из «изделий-представителей» в запланированную номенклатуру и сопоставление с годовой программой для выяснения степени соответствия плана производства мощности цеха (табл. 2.15).

Таблица 2.15

Степень соответствия плана производства мощности цеха

Виды изделий	Расчетная мощность цеха, шт.	Количество изделий по плану, шт.	Разность программы и мощности, шт.
А	$1830 \cdot 0,2 = 366$	400	– 34
Б	$1830 \cdot 0,1 = 183$	200	– 17
В	$1830 \cdot 0,2 = 366$	400	– 34
Г	$1830 \cdot 0,25 = 457$	500	– 43
Д	$1830 \cdot 0,25 = 457$	500	– 43

Обоснование программы можно осуществить также путем сопоставления необходимой сборочной площади на программу со сборочной площадью, которой располагает цех. Если требуемая на программу площадь больше площади цеха, то программа завышена. Если площадь цеха больше, чем требуемая площадь на программу, то мощность цеха используется не полностью, т.е. программа занижена. В данном примере программа превышает мощность цеха.

Площадь сборочного цеха, необходимая на программу, определяется по формуле

$$S_y = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot S_i \cdot T_{yi}}{F_{\partial}}, \quad (2.41)$$

где S_y – полезная площадь цеха, необходимая для выполнения годовой программы, м²; n – число наименований изделий; S_i – площадь под сборку одного изделия, м²/шт.; T_{yi} – цикл сборки, ч; F_{∂} – действительный фонд времени полезной площади сборочного цеха, ч.

Мощность литейных цехов при машинной формовке определяется так же, как и мощность механических цехов. Мощность литейных цехов при ручной формовке в земляные формы рассчитывается так же, как и мощность сборочных цехов

$$M_{лц} = \frac{F_{\partial}}{S_i \cdot T_{ц}}, \quad (2.42)$$

где $M_{лц}$ – мощность литейного цеха, шт.; F_{∂} – действительный фонд времени полезной площади литейного цеха, ч; $F_{\partial} = F_{\partial}' \cdot S_{ц}$; S_i – необходимая площадь под форму одной отливки, м²/шт.; $T_{ц}$ – цикл изготовления одной отливки, ч; $S_{ц}$ – полезная формовочная площадь литейного цеха, м²; F_{∂}' – действительный фонд времени 1 м² полезной площади, ч/м².

Цель планирования производственной мощности – это обоснование выпуска продукции и изыскание резервов лучшего использования производственных мощностей за счет разработки в процессе планирования конкретных технических и организационных мероприятий.

2.10.4. Пути рационального использования производственной мощности

Повышение эффективности производства неразрывно связано с обеспечением более полного использования созданного производственного потенциала и, в первую очередь, оборудования. Расчеты производственных мощностей показывают, если план производства предприятия ниже, чем производственная мощность, то оборудование будет простаивать, себестоимость продукции увеличиваться за счет роста условно-постоянных расходов, фондоотдачи и прибыль будут снижаться, основные пути улучшения использования производственной мощности тесно связаны с мероприятиями, позволяющими снизить трудоемкость продукции, сократить простои оборудования, увеличить производительность труда рабочих. К ним следует отнести технические, организационные, экономические, социальные и экологические.

Мероприятия технического характера – это внедрение высокоэффективных технологических процессов и оснастки; применение новых видов материалов; механизация и автоматизация производства; модернизация оборудования, унификация деталей и узлов изготавливаемой продукции. Они позволяют улучшить использование производственной мощности путем снижения трудоемкости сокращения простоев оборудования, повышения качества продукции.

К *мероприятиям организационного характера* относят специализацию цехов, участков и рабочих мест, внедрение поточных методов организации работы, соответствие структуры технологического процесса обработки структуре технологического парка оборудования. Эта группа факторов воздействует на улучшение использования производственных мощностей посредством снижения трудоемкости сокращения простоев оборудования, увеличения норм выработки.

К *экономическим факторам* относится установленная государством плата налога на недвижимость (1 % от остаточной стоимости основных производственных и непроизводственных фондов), отчисляемый из прибыли. Эта мера обязывает предприятие реализовывать неиспользуемое оборудование и наиболее полно использовать все имеющиеся основные фонды.

К *социальным факторам* относят мероприятия по созданию нормальных условий труда и отдыха рабочих, повышению квалификации кадров. Эти мероприятия способствуют повышению производительности труда, снижению трудоемкости продукции, увеличению норм выработки.

К *экологическим факторам* относят создание условий для очистки воздуха от вредных веществ, чтобы преждевременно не выходило из строя оборудование и не увеличивались его простои. Для эффективного внедрения вышеперечисленных факторов необходима разработка системы управления производственной мощностью как составного элемента комплексной системы повышения эффективности производства.

Практическое занятие № 1

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА К ВЫПУСКУ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по обоснованию наиболее эффективного метода перехода на выпуск новой продукции.

Краткие теоретические сведения

Существует несколько методов перехода на выпуск новых изделий: *последовательный (прерывно-последовательный, непрерывно-последовательный), параллельный (параллельно-поэтапный), параллельно-последовательный.*

Последовательный метод перехода характеризуется тем, что производство новой продукции начинается после полного прекращения выпуска продукции, снимаемой с производства. При прерывно-последовательном варианте требуется период времени ΔT , при котором выполняются работы по перепланировке и монтажу технологического оборудования и транспортных средств. При непрерывно-последовательном варианте $\Delta T = 0$.

Параллельный метод перехода характеризуется тем, что одновременно с сокращением объемов производства старой продукции происходит нарастание выпуска новой. Основное преимущество его по сравнению с последовательным методом заключается в том, что значительно сокращаются потери в суммарном выпуске продукции при освоении нового изделия.

В условиях массового производства широко применяется *параллельно-поэтапный* вариант параллельного метода, когда на каждом из этапов происходит обновление отдельных составных элементов, а не в целом всей конечной продукции.

При *параллельно-последовательном методе* перехода создаются дополнительные мощности для освоения новой продукции. Параллельно продолжается выпуск старых изделий. После завершения начального периода освоения происходит кратковременная остановка как нового, так и старого производства для передачи оборудования дополнительных участков в цехи основного производства, где затем и организуется выпуск новой продукции. Проведение начального этапа освоения на дополнительных участках позволяет позднее обеспечить высокие темпы нарастания выпуска нового изделия.

Пример

Оценить экономическую целесообразность использования параллельного или параллельно-последовательного метода при освоении производства изделия Р2 вместо снимаемого с производства изделия Р1.

Достигнутый заводом выпуск изделия Р1 – 400 шт. в месяц, планируемый выпуск изделия Р2 – 480 шт. в месяц. Поставка заказчику единицы изделия приносит прибыль по изделию Р1 – 180 руб., по изделию Р2 – 205 руб.

Возможность использования резервных участков позволяет начать выпуск изделий Р2 одновременно с сокращением выпуска изделия Р1, а также свести время кратковременной остановки сборочной линии до 0,5 месяца (табл. 2.16).

Таблица 2.16

Основные данные по предполагаемым методам перехода

Показатели	Параллельный метод	Параллельно-последовательный метод
Интенсивность свертывания производства по изделию P1, шт./мес.	25	10
Продолжительность выпуска P2 на резервных участках, мес.	–	4
Интенсивность нарастания объемов выпуска P2 на резервных участках, шт./мес.	–	15
Интенсивность нарастания объемов выпуска P2 в основном производстве, шт./мес.	30	60
Продолжительность совместного выпуска изделий P1 и P2, мес.	6	–
Дополнительные текущие затраты, связанные с созданием резервных участков, $Z_{\text{доп}}$, тыс. руб.	–	510

Решение

Выбор метода перехода на выпуск нового изделия следует осуществить по критерию максимума прибыли предприятия, полученной в переходный период. Для определения продолжительности переходного периода и объемов выпуска продукции целесообразно применить графический метод.

Построим график изменения объемов выпуска для параллельного метода (рис. 2.14).

Период снятия изделия P1 с производства (точка А)

$$400 : 25 = 16 (\text{мес.}).$$

Начало выпуска изделия P2 (точка Б)

$$16 - 6 = 10 (\text{мес.}).$$

Время достижения запланированного объема выпуска изделия P2 (точка Д)

$$10 + (480 : 30) = 26 (\text{мес.}).$$

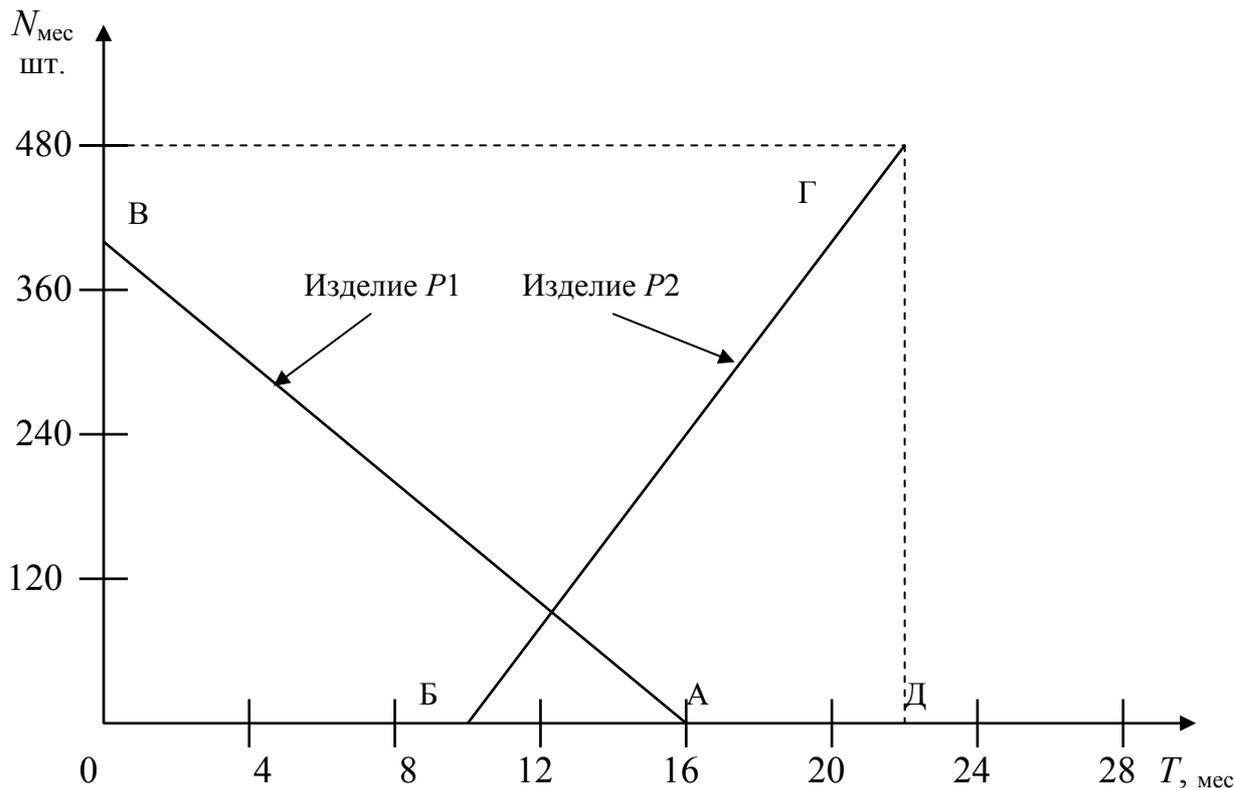


Рис. 2.14. Изменение объемов выпуска изделий P1 и P2 при параллельном методе перехода

Построим график изменения объемов выпуска для параллельно-последовательного метода (рис. 2.15).

Время параллельной работы резервного участка задано по условию (точка Е). Объем выпуска изделия P1 к моменту Е (точка З)

$$400 - 10 \cdot 4 = 360(\text{шт.}).$$

Объем выпуска изделия P2 к моменту Е (точка Ж)

$$15 \cdot 4 = 60(\text{шт.}).$$

Момент начала выпуска изделия P2 в основном производстве (точка И)

$$4 + 0,5 = 4,5(\text{мес.}).$$

Время достижения запланированного объема выпуска изделия P2 (точка М)

$$4,5 + (480 : 60) = 12,5(\text{мес.}).$$

Поскольку время выхода на запланированный объем выпуска изделия P2 для исследуемых методов различно, следует принять величину переходного периода, равной 26 месяцев.

Общий объем выпуска двух изделий в переходном периоде равен сумме площадей фигур OAB и БГД (для параллельного метода) и КИЗ, ОИЗЕ, ОЖЕ, ЛНМ, НТСМ (для параллельно-последовательного метода).

Объем выпуска за 26 месяцев при параллельном методе

$$V_{P1} = \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot 400 = 3200(\text{шт.});$$

$$V_{P2} = \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot 480 = 3840(\text{шт.}).$$

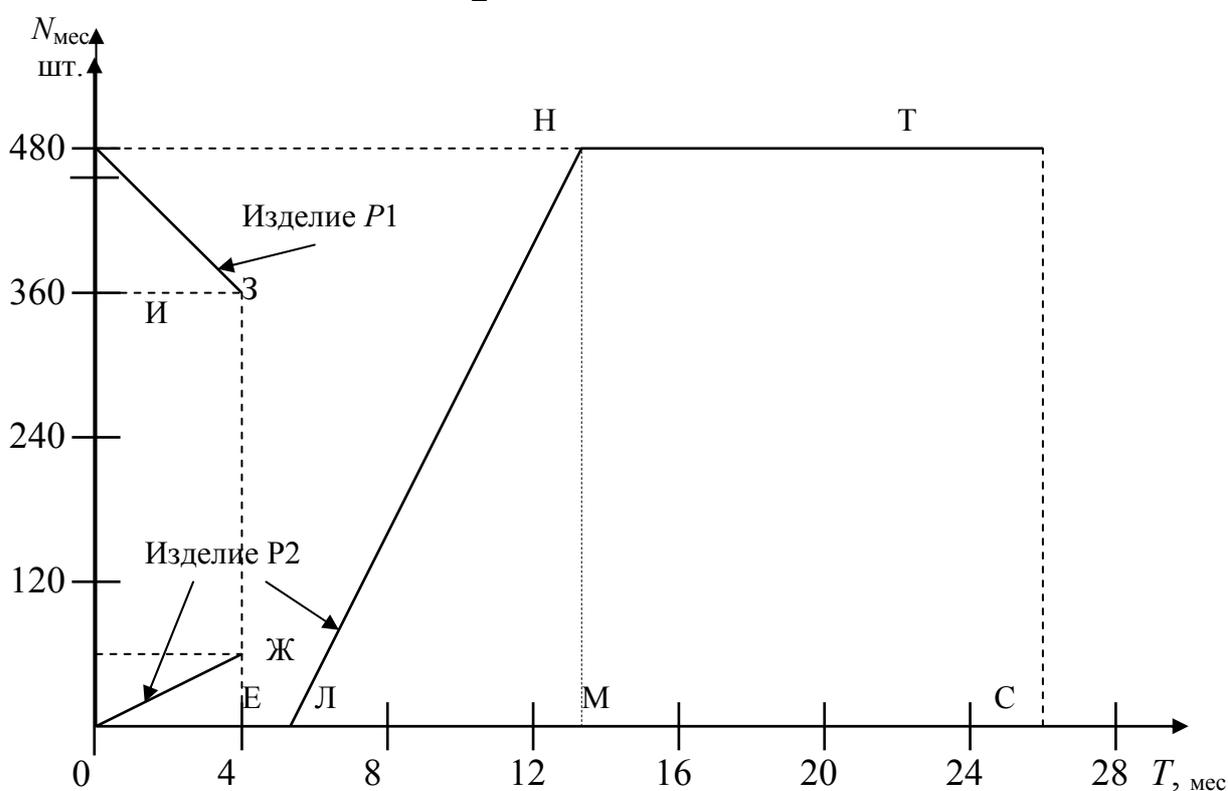


Рис. 2.15. Изменение объемов выпуска изделий P1 и P2 при параллельно-последовательном методе перехода

Прибыль предприятия при параллельном методе

$$\Pi_{\text{пар}} = 3200 \cdot 180 + 3840 \cdot 205 = 1363200(\text{руб.}).$$

Объем выпуска за 26 месяцев при параллельно-последовательном методе

$$B_{P1} = 4 \cdot 360 + \frac{1}{2}(400 - 360) \cdot 4 = 1520(\text{шт.});$$

$$B_{P2} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 60 + \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 480 + 13,5 \cdot 480 = 8520(\text{шт.}).$$

Прибыль предприятия при параллельно-последовательном методе

$$П_{n-n} = 1520 \cdot 180 + 8520 \cdot 205 = 2020200(\text{руб.}).$$

Экономический эффект, получаемый на предприятии при использовании параллельно-последовательного метода перехода в сравнении с параллельным методом

$$\mathcal{E} = П_{n-n} - П_n - \mathcal{Z}_{дон} = 2020200 - 1363200 - 510000 = 147000(\text{руб.}).$$

Задачи

Задача-ситуация 2.1

На производстве осваивается изделие $A2$ вместо снимаемого $A1$. Достигнутый предприятием выпуск изделия $A1$ – 500 шт. в месяц. Проектный выпуск изделия $A2$ – 600 шт. в месяц. На предприятии имеются резервные участки, позволяющие начать выпуск изделия $A2$ одновременно с сокращением выпуска изделия $A1$, при этом возможно свести время краткосрочной остановки производства до 0,5 месяца. Изготовление единицы изделия $A1$ приносит предприятию прибыль в размере 160 тыс. ден. ед., изделия $A2$ – 200 тыс. ден. ед.

Оценить экономическую целесообразность использования параллельного либо параллельно-последовательного метода освоения нового вида продукции. Исходные данные по вариантам в табл. 2.17.

Таблица 2.17

Варианты перехода на выпуск новой продукции

Показатели	Метод освоения продукции	
	параллельный	параллельно-последовательный
Интенсивность снятия с производства изделия $A1$, шт./мес.	28	15
Продолжительность выпуска изделия $A2$ на резервных участках, мес.	–	4

Окончание табл. 2.17

Интенсивность нарастания объемов выпуска изделия <i>A2</i> в основном производстве, шт./мес.	35	62
Продолжительность совместного выпуска изделий <i>A1</i> и <i>A2</i> , мес.	6	–
Дополнительные текущие затраты предприятия, связанные с созданием резервных участков, млн ден. ед.	–	470

Для оценки ситуации построить графики перехода для каждого из месяцев, по которым определить срок достижения проектного выпуска изделия *A2*. Определить экономический эффект от выгодного перехода.

Задача-ситуация 2.2

На предприятии планируется освоение нового изделия *A2* взамен снимаемого с производства изделия *A1*. Достигнутый месячный объем выпуска изделия *A1* – 1750 шт./мес., проектный выпуск изделия *A2* – 2250 шт./мес. Изготовление единицы изделия *A2* принесет предприятию прибыль 86 тыс. руб., а изделие *A1* приносит 70 тыс. руб. прибыли.

Рассмотреть два возможных варианта перехода на выпуск новых изделий: параллельный и непрерывно-последовательный.

Исходные данные по вариантам – в табл. 2.18.

Таблица 2.18

Вариант перехода на выпуск новой продукции

Показатели	Метод освоения продукции	
	параллельный	непрерывно-последовательный
Интенсивность снятия с производства изделия <i>A1</i> , шт./мес.	260	440
Интенсивность нарастания объемов выпуска изделия <i>A2</i> , шт./мес.	220	280
Продолжительность времени совместного выпуска изделий <i>A1</i> и <i>A2</i> , мес.	3	

Построить графики перехода для каждого варианта, определить экономичный метод перехода для предприятия.

Практическое занятие № 2

СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Цель работы – овладение методикой построения, расчета, анализа и оптимизации сетевой модели.

Задание

1. построить сетевую модель;
2. рассчитать параметры сетевой модели любым из рассмотренных методов и определить время выполнения всего комплекса работ;
3. проанализировать сетевую модель, рассчитав при этом коэффициенты напряженности работ и вероятность выполнения комплекса работ в заданный (директивный) срок.

Краткие теоретические сведения

Все работы по созданию объектов новой техники должны координироваться единым планом, предусматривающим окончание комплекса работ в заданные сроки при минимальных затратах людских и денежных ресурсов. Такой единый план формируется на основе применения методов сетевого планирования и управления.

При использовании этого метода процесс создания технических систем и сложных объектов изображается в виде логической схемы, называемой *сетевой моделью* или *сетевым графиком*.

Математическим аналогом сетевой модели является ориентированный граф (совокупность вершин и ребер, соединяющих эти вершины). Основные элементы сетевой модели, такие как событие и работа, являются транспонированными понятиями элементов ориентированного графа.

Все события и работы сетевой модели образуют определенную технологическую последовательность выполнения отдельных частей разработки. Каждая работа сетевой модели кодируется шифрами ее начального (i) и конечного (j) событий; шифр работы записывается в виде (i, j) .

Для того чтобы охарактеризовать относительное положение работ в сети, вводится понятие **пути**. При расчете и анализе сетевой модели часто встречается понятие «полный путь», поэтому необходимо отличать *полный путь* – путь от исходного события до завершающего $L_n(I \div J)$, от всех других путей графика.

Построение сетевого графика требует соблюдения некоторых правил:

- график должен быть простым, без лишних пересечений;
- не должно быть тупиков и висящих событий;
- не должно быть замкнутых контуров;
- не должно быть двух работ с одинаковыми кодами.

Самым трудоемким и ответственным моментом в работе с сетевой моделью, является расчет последней.

Рассчитать сетевую модель – это определить сроки свершения событий, ранние и поздние сроки начала и окончания работ, резервы путей,

работ и событий, приступая к расчету сетевой модели, надо иметь в виду, что основой для всех временных расчетов в сетевом планировании является величина продолжительности работ. В случае если продолжительность работы может быть оценена точно или с небольшой ошибкой, используются детерминированные оценки. Но так как выполнение большинства работ по созданию объектов новой техники чаще всего связано с элементами неопределенности, то для каждой работы даются 3 оценки времени: оптимистическая (t_{\min}), пессимистическая (t_{\max}) и наиболее вероятная ($t_{н.в}$). При этом необходимо помнить, что не исключается возможность определения только двух оценок: (t_{\min}) и (t_{\max}). И в том, и в другом случае, ожидаемое время ($t_{ож}$), т.е. время, которое действительно предполагается затратить на работу (i, j), рассматривают как случайную величину, распределенную по β – закону, и определяют на основе усреднения либо трех оценок

$$t_{ож}(i, j) = \frac{t_{\min} + 4t_{н.в} + t_{\max}}{6}, \quad (2.43)$$

либо двух оценок

$$t_{ож}(i, j) = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}. \quad (2.44)$$

Одновременно с определением величины $t_{ож.ij}$ следует рассчитать дисперсию работ сети, что даст возможность оценить степень правильности оценки продолжительности работ исполнителем или экспертом. Дисперсию можно рассчитать по формуле

$$\sigma^2(i, j) = \left(\frac{t_{\max} - t_{\min}}{6} \right)^2 \text{ – для трех оценок;}$$

$$\sigma^2(i, j) = \frac{(t_{\max} - t_{\min})^2}{5} \text{ – для двух оценок.}$$

Вычислить продолжительность каждой работы, можно рассчитать все остальные параметры сетевой модели

$t_p(i); t_n(i)$ – ранний и поздний срок события i ;

$t_{p.н}(i, j); t_{p.o}(i, j)$ – ранние сроки начала и окончания работы (i, j);

$t_{н.н}(i, j); t_{н.o}(i, j)$ – поздние сроки начала и окончания работы (i, j);

$R(i)$ – резерв времени события i ;

$R(z)$ – резерв времени пути z ;

$R_n(i, j)$ – полный резерв времени работы (i, j) ;

$R_c(i, j)$ – свободный резерв времени работы (i, j) .

Расчет указанных параметров студент должен уметь осуществить любым из рассмотренных ниже методов расчета сети.

Аналитический метод расчета

1. Определение ранних сроков

Ранний срок свершения события – срок, необходимый для выполнения всех работ, предшествующих данному событию; определяется продолжительностью максимального из путей, ведущих от исходного события к данному

$$t_p(i) = t[L_{\max}(J \div i)]. \quad (2.45)$$

Ранний срок начала работы $t_{p.n}(i, j)$ характеризуется ранним сроком свершения начального для данной работы события i

$$t_{p.n}(i, j) = t_p(i) = t[L_{\max}(J \div i)]. \quad (2.46)$$

Ранний срок окончания работы $t_{p.o}(i, j)$

$$t_{p.o}(i, j) = t_{p.n}(i, j) + t_{ож}(i, j) = t_p(i) + t_{ож}(i, j), \quad (2.47)$$

2. Определение поздних сроков

Поздний срок свершения события – срок, превышение которого вызовет соответствующую задержку свершения завершающего события

$$t_n(i) = t(L_{кр}) - t[L_{\max}(i \div C)], \quad (2.48)$$

Поздний срок окончания работы

$$t_{n.o}(i, j) = t_n(j), \quad (2.49)$$

Поздний срок начала работы

$$t_{n.n}(i, j) = t_{n.o}(i, j) - t_{ож}(i, j) = t_n(j) - t_{ож}(i, j), \quad (2.50)$$

3. Определение резервов времени

Резерв времени события

$$R(i) = t_n(i) - t_p(i) \quad (2.51)$$

Резерв времени пути показывает предельно допустимое увеличение этого пути

$$R(z) = t(L_{kp}) - t(z). \quad (2.52)$$

Полный резерв времени работы показывает предельно допустимое увеличение продолжительности этой работы

$$R_n(i, j) = \begin{cases} t_{n.n}(i, j) - t_{p.n}(i, j) \\ t_{n.o}(i, j) - t_{p.o}(i, j) \end{cases}, \quad (2.53)$$

или $R_n(i, j) = t_n(j) - t_p(i) - t_{ож}(i, j)$.

Свободный резерв времени работы

$$R_c(i, j) = t_p(j) - t_p(i) - t_{ож}(i, j). \quad (2.54)$$

Графический метод расчета сетевой модели

Графический метод предполагает расчет модели по событиям: непосредственно на графике определяется ранний срок $t_p(i)$, поздний срок $t_n(i)$ и резерв времени события $R(i)$. Для расчета по этой методике каждое событие разбивается на 4 сектора (рис. 2.16): в нижний сектор заносится номер события, а левый – ранний срок свершения события, в правый – поздний срок свершения события, в верхний – резерв времени события.

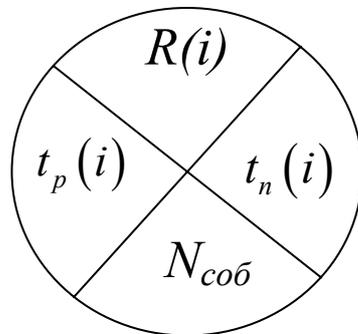


Рис. 2.16. Расчет модели по событиям

При определении ранних сроков свершения событий расчет ведется последовательно от начального события к конечному, при определении же поздних сроков порядок обратный – от конечного события к начальному.

Расчет сетевого графика с помощью теории графов

Для расчета сети на основе этого метода следует заполнить матрицу связей между событиями. Матрица связей представляет собой шахматную таблицу с числом столбцов (j) и строк (i), равным количеству событий

в сетевом графике, на пересечении i -ой строки и j -го столбца проставляется продолжительность работы (i, j) .

Указанный метод позволяет определить $t_p(i)$, $t_n(i)$, $t(L_{kp})$, $R(i)$.

Ранний срок $t_p(i)$ определяется величиной максимального пути, ведущей от начального события к данному, т.е. максимальной из парных сумм, где первое слагаемое – $t_p(i)$ предшествующего события, а второе – продолжительность работы, соединяющей данное событие с предыдущим.

Поздний срок $t_n(j)$ определяется как минимальная из парных разностей, где уменьшаемое является $t_n(j)$ последующего события, а вычитаемым – продолжительность работы, соединяющей данное j -е событие с последующим.

Резервы событий определяют непосредственно в таблице как разницу позднего и раннего сроков свершения событий.

Критический путь определяется величиной раннего или позднего срока свершения конечного события.

Все эти параметры следует научиться рассчитывать, не прибегая к графику, а пользуясь только его матричной формой записи.

Анализ и оптимизация сетевой модели

После расчета всех параметров сетевого графика производится его анализ и корректировка (оптимизация). Сетевой график следует проанализировать с целью сокращения критического пути, затрат ресурсов, уменьшения ненужных резервов. Анализ позволяет оценить сложность структуры модели, определить сложность выполнения каждой работы, вероятность наступления событий в заданный (директивный) срок.

Относительная сложность соблюдения сроков выполнения работ на некритических путях характеризуется коэффициентом напряженности работ $k_n(i, j)$

$$k_n(i, j) = \frac{t(L_{\max}) - t'(L_{kp})}{t(L_{kp}) - t'(L_{kp})}, \quad (2.55)$$

где $t(L_{\max})$ – продолжительность максимального пути, проходящего через данную работу; $t'(L_{kp})$ – продолжительность отрезка пути, совпадающего с критическим путем.

Чем коэффициент напряженности ближе к единице, тем сложнее выполнить работы в установленные сроки.

При анализе сетевой модели следует произвести расчет вероятности сверления завершающего события в заданный срок. Вероятность P_k наступления завершающего события в директивный срок T_d можно определить по формуле

$$P_k = \Phi(x), \quad (2.56)$$

где $\Phi(x)$ – значение дифференциальной функции нормального распределения вероятностей, выраженное в виде неопределенного интеграла, называемого функцией Лапласа; x – аргумент нормальной функция распределения вероятностей

$$x = \frac{T_d - T_c}{\sigma},$$

где T_c – срок наступления завершающего события по расчету, дн.; σ – среднеквадратичное отклонение работ критического пути

$$\sigma = \sqrt{\sum \sigma^2(i, j)_{kp}},$$

где $\sigma^2(i, j)_{kp}$ – дисперсия работы критического пути.

Подставляя значения в формулу (2.55) получим

$$P_k = \Phi\left(\frac{T_d - T_c}{\sigma}\right). \quad (2.57)$$

Найдя $\Phi(x)$ по таблице значений функции Лапласа (см. приложение А), определяют вероятность наступления завершающего события в заданный срок. Считается, что эта вероятность должна находиться в пределах $0,35 < P_k < 0,65$. При $P_k < 0,35$ опасность нарушения завершающего события $\Phi(x)$ слишком велика, а при $P_k > 0,65$ работы критического пути имеют избыточные ресурсы. И в том, и другом случае необходимо осуществить перераспределение ресурсов. Перераспределение различных видов ресурсов сетевой модели осуществляется на основе оптимизации последней.

Под *оптимизацией сетевой модели* следует понимать процесс улучшения первоначального плана по различным показателям: времени, стоимости, количеству исполнителей.

Одним из методов оптимизации является выявление возможного сокращения выполнения работы и определение необходимых для этого затрат. При этом в зависимости от полноты решаемых задач оптимизации может быть частной и комплексной (полной). Видами *частной оптимизации* являются: минимизация продолжительности выполнения разработки при заданной стоимости; минимизация стоимости при заданной продолжительности.

Комплексная оптимизация – это нахождение такого варианта, при котором соотношения затрат и сроков выполнения в зависимости от конкретных целей были бы наилучшими т.е. оптимальными. При комплексной (полной) оптимизации допускается превышение планируемых затрат при нормальном и экстренном (предельном) режиме работы с целью сокращения сроков или наоборот, увеличения сроков для обеспечения экономии затрат.

Краткая характеристика метода оптимизации

Все работы сетевой модели требуют различных затрат при нормальном и экстренном (предельном) режиме работы. Предельная продолжительность, т.е. минимально возможный срок проведения работы, требует больших затрат на ее проведение, чем при нормальном режиме работы.

Поэтому оптимизация сетевого графика по параметру «время-затраты» и предполагает нахождение такого плана выполнения комплекса работ, который обеспечивал бы достижение поставленной цели в наименьшие сроки и с минимальными затратами.

Оптимизацию следует осуществлять путем направленной корректировки последовательными «шагами» (*итерациями*). Шаги корректировки заключаются в последовательном сокращении сроков выполнения отдельных работ при минимальном увеличении их стоимости.

Сначала определяют все полные пути сетевой модели и рассчитывают их продолжительность. Определяют из них критический путь, как путь, имеющий наибольшую продолжительность.

Затем переходят к выполнению **первой итерации**. Сокращают продолжительность критического пути до величины подкритического (максимального из оставшихся) по самой дешевой работе, уменьшая ее продолжительность. При этом увеличение стоимости будет минимальным. В результате 1-й итерации мы имеем – два критических пути одинаковой величины, меньших, чем первоначальный критический путь.

Теперь можно переходить ко **2-й итерации**. Сокращаем продолжительность нескольких критических путей, полученных в ходе 1-й итерации, до подкритического по минимальной сумме затрат сокращаемых работ.

Далее процесс повторяется аналогичным образом до тех пор, пока существует возможность дополнительного сокращения продолжительности всех путей, за счет уменьшения сроков выполнения наиболее дешевых работ.

Постоянно сравнивая предельные сроки выполнения работ критического пути с полученными в результате последней итерации результатами, останавливаемся тогда, когда убеждаемся, что дальнейшее сокращение всего комплекса работ невозможно.

Таким образом, относительно первоначального варианта продолжительность работ значительно сокращается, а затраты при этом увеличиваются относительно немного, этим достигается **цель** процесса оптимизации.

Исходные данные к выполнению практического задания по вариантам приведены в приложении Б.

Содержание отчета: название и цель работы, расчет параметров сетевой модели с помощью аналитического, графического методов и теории графов. График сетевой модели, анализ и оптимизация сетевой модели.

Практическое занятие № 3

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по расчету производственной мощности оборудования, участков и цехов.

Краткие теоретические сведения

Под *производственной мощностью* понимается способность закрепленных за предприятием средств труда (машин, оборудования, агрегатов) к максимальному выпуску продукции, добыче или переработке сырья за год (сутки, смену) в соответствии с установленной специализацией, режимом работы и кооперацией производства.

При расчете производственной мощности определяют календарный, номинальный и действительный фонды времени работы оборудования.

Для каждой единицы оборудования календарный фонд времени (F_k) определяется как произведение числа календарных дней в расчетном периоде и количества часов в сутки. Годовой календарный фонд будет равен

$$F_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ ч.}$$

Номинальный фонд времени (F_n) равен календарному фонду в днях за вычетом выходных и праздничных дней и с учетом сокращенного рабочего дня в предпраздничные дни

$$F_n = \left[T_{см} (365 - F_в - F_n) - t_n F_n^{np} \right] f, \quad (2.58)$$

где $T_{см}$ – длительность рабочей смены, ч; $F_в$ – количество выходных дней в плановом периоде; F_n – количество праздничных дней в плановом периоде; t_n – количество нерабочих часов в предпраздничные дни; F_n^{np} – количество предпраздничных дней; f – число смен работы.

Действительный фонд времени представляет собой максимально возможный фонд при заданном режиме работы предприятия с учетом затрат времени на *капитальный* и *планово-предупредительный* ремонты. В условиях непрерывного процесса производства величина действительного фонда ($F_д$) равна

$$F_д = F_k - (P_k + P_{н.н.}), \quad (2.59)$$

а в условиях прерывного процесса производства величина фонда ($F_д$) равна

$$F_д = F_n - (P_k + P_{н.н.}), \quad (2.60)$$

где P_k и $P_{н.н.}$ – плановые затраты времени соответственно на капитальные и планово-предупредительные ремонты, ч.

Производственная мощность предприятия определяется мощностью его ведущих цехов, а мощность цеха – соответственно мощностью ведущих участков (линий). Внутри участков производственная мощность определяется мощностью ведущих групп оборудования. Расчет производственной мощности производится в последовательности от низшего звена к высшему, т.е. от мощности групп технологически однородного оборудования – к мощности участка, от мощности участка – к мощности цеха, от мощности цеха – к мощности предприятия.

Величина мощности технологически однородного оборудования, выпускающего одинаковую продукцию или перерабатывающего данное сырье (материалы), определяется следующим образом

$$M = c_y \Pi_q F_д \quad \text{или} \quad M = \frac{c_y F_д}{t_{н,p}}, \quad (2.61)$$

где c_y – количество установленного оборудования, шт.; $П_q$ – часовая производительность единицы оборудования, физические единицы; F_∂ – действительный фонд времени единицы оборудования, ч; $t_{n.p}$ – прогрессивная трудоемкость одного изделия, нормо-ч.

В многономенклатурном производстве при изготовлении различных деталей или узлов мощность групп оборудования, участков, цехов зависит от их пропускной способности. *Коэффициент пропускной способности* ($k_{n.c.}$) определяется как отношение действительного годового фонда времени работы групп оборудования данного подразделения к прогрессивной трудоемкости годовой производственной программы

$$k_{n.c.} = \frac{c \cdot F_\partial}{T_n}, \quad (2.62)$$

где c – количество оборудования, шт.; F_∂ – действительный фонд времени единицы оборудования, ч; T_n – прогрессивная трудоемкость производственной программы, ч.

Обратная величина коэффициента пропускной способности есть *коэффициент загрузки оборудования*.

Прогрессивная трудоемкость производственной программы (T_n), принимаемая в основу расчета входной производственной мощности на 1 января расчетного года, определяется по формуле

$$T_n = \frac{T_\partial}{k_n} 100, \quad (2.63)$$

где T_∂ – трудоемкость производственной программы по действующим на предприятии нормам трудоемкости с учетом подготовительно-заключительного времени на 1 января расчетного года, н/ч; k_n – прогрессивный процент выполнения норм выработки;

$$k_n = k_{cp} \cdot k_{np}, \quad (2.64)$$

где k_{cp} – средневзвешенный процент выполнения норм выработки; k_{np} – коэффициент приведения средних норм к прогрессивным.

Рекомендованные коэффициенты приведения приведены в табл. 2.19.

Таблица 2.19

Рекомендованные коэффициенты приведения

$k_{cp}, \%$	k_{np}
До 125	1,1
126 – 150	1,12
151–200	1,14
Свыше 200	1,16

Та группа оборудования, у которой коэффициент пропускной способности ниже коэффициента пропускной способности ведущей группы оборудования, является «узким» местом.

Та группа оборудования, у которой коэффициент пропускной способности выше коэффициента пропускной способности ведущей группы оборудования, является «широким» местом.

Коэффициент пропускной способности ведущей группы оборудования принимается для расчета мощности. Он называется *коэффициентом производственной мощности* ($k_{n.m}$). Производственная мощность (M) равна

$$M = k_{n.m} \cdot П, \quad (2.65)$$

где $П$ – производственная программа.

Потребное количество оборудования на программу определяется по формуле

$$c = \frac{T_n}{F_\partial}. \quad (2.66)$$

Производственная мощность непрерывно–поточной синхронизированной линии зависит от действительного фонда времени ее работы (F_∂) и такта работы поточной линии r

$$M_{н.п.л} = \frac{F_\partial}{r}. \quad (2.67)$$

Мощность переменнo-поточной и прямоточной (несинхронизированной) поточной линии определяется на основе расчета коэффициента мощности (k_m)

$$k_m = \frac{c_o \cdot F_\partial}{At_y}, \quad (2.68)$$

где c_o – общее количество рабочих мест на поточной линии; A – общее количество изделий на программу планового периода, шт.; t_u – длительность цикла изготовления (сборки) одного изделия, ч.

Мощность автоматической поточной линии определяется произведением часовой производительности, предусмотренной в техническом паспорте линии, и фонда времени ее работы.

В целях выявления и ликвидации «узких» мест в производстве определяют соответствие пропускной способности ведущих цехов, участков, агрегатов и остальных звеньев предприятия путем расчета *коэффициента сопряженности* (k_c) по формуле

$$k_c = \frac{M_1}{M_2 \cdot P_y}, \quad (2.69)$$

где M_1, M_2 – мощности цехов, участков, агрегатов, между которыми определяется коэффициент сопряженности в принятых единицах измерения; P_y – удельный расход продукции первого цеха для производства продукции второго цеха.

Производственная мощность предприятия (цеха, участка) является категорией динамичной, изменяющейся в течение планового периода, поэтому, рассчитав ее величину на начало года (входную мощность M_{ex}), затем определяют ее прирост или убыль в течение года в i -месяце (ΔM_i), а также выходную мощность ($M_{вых}$), т.е. мощность на конец года

$$M_{вых} = M_{ex} + \sum_{i=1}^{12} M_i. \quad (2.70)$$

Неравномерность изменения мощности в течение года обуславливает необходимость определения ее среднегодовой величины ($M_{cp.z}$)

$$M_{cp.z} = M_{ex} + \frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^{12} \Delta M_i (12 - i) \right]. \quad (2.71)$$

Использование производственных мощностей отражает коэффициент ($k_{u.m.}$)

$$k_{u.m.} = \frac{\Pi}{M_{cp}}, \quad (2.72)$$

где $M_{cp.g}$ – величина среднегодовой производственной мощности предприятия.

Чтобы установить степень загрузки машин и оборудования, прежде всего необходимо знать удельный вес установленного оборудования

$$Y_{y.o.} = \left(\frac{c_y}{c} \right) 100, \quad (2.73)$$

где c_y – количество установленного оборудования; c – все наличное оборудование.

Степень использования установленного оборудования характеризует удельный вес действующего в установленном (Y_∂)

$$Y_\partial = \left(\frac{c_\partial}{c_y} \right), \quad (2.74)$$

где c_∂ – количество действующего оборудования.

Показателем, характеризующим использование рабочего времени всего или отдельных групп оборудования, служит *коэффициент сменности его работы* (k_{cm})

$$k_{cm} = \frac{T_n}{c_y \cdot F_{cm}} \text{ или } k_{cm} = \frac{\sum C_{cm}}{c_y \cdot F_p}, \quad (2.75)$$

где T_n – прогрессивная трудоемкость продукции, н-ч; F_{cm} – годовой полезный фонд времени станка в одну смену, ч; $\sum C_{cm}$ – сумма отработанных станко-смен установленным оборудованием за анализируемый период; F_p – количество рабочих дней в данном периоде.

Для выяснения степени использования мощности оборудования рассчитывается *коэффициент его интенсивной загрузки* ($k_{инт}$)

$$k_{инт} = \frac{B_\phi}{B_m}, \quad (2.76)$$

где B_ϕ – фактический выпуск продукции в единицу времени одним агрегатом, станком в натуральных измерителях (m^3 , m^2 и т.д.); B_m – максимально возможный выпуск за тот же период.

Для определения степени интенсивности загрузки металлорежущих станков применяется *коэффициент размерных параметров оборудования* ($k_{p.n}$)

$$k_{p.n.} = \frac{P_1 B_1 + P_2 B_2 + \dots + P_i B_i}{P_{cm}} \cdot 100, \quad (2.77)$$

где P – размерный интервал обрабатываемых деталей, мм; B_1, B_2, \dots, B_i – процент загрузки станка деталями i -размера, интервала; P_{cm} – размерный параметр станка, м.

Пример. На производственном участке механического цеха в течение квартала (62 рабочих дня) должно быть изготовлено 25 тыс. валиков. Технологический процесс изготовления валиков – в табл. 2.20.

Таблица 2.20

Технологический процесс изготовления валиков

Операция	Норма времени, ч	Процент выполнения нормы
Токарная	0,6	125
Фрезерная	0,78	110
Сверлильная	0,24	120

Режим работы участка двухсменный. Потери времени на капитальный ремонт планируются 10 %. Определить необходимое количество станков каждого вида и их загрузку.

Решение

Определим действительный фонд времени работы единицы оборудования по формуле

$$F_{\partial} = P_{nl} \cdot T_{cm} \cdot f \cdot \alpha_k,$$

где P_{nl} – время работы оборудования в течение планового периода; T_{cm} – длительность смены; f – количество смен; α_k – коэффициент, учитывающий потери времени на капитальный ремонт.

Подставляя значения, получим

$$F_{\partial} = 62 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,9 = 892,8 \text{ час.}$$

Определим необходимое количество станков каждого вида по формуле

$$c_p = \frac{t_g \cdot N}{k_{g.n} \cdot F_{\partial}},$$

где t_e – норма времени, ч; N – программа выпуска; $k_{в.н}$ – коэффициент выполнения нормы времени;

для токарной операции

$$c_p = \frac{0,6 \cdot 25000}{1,25 \cdot 892,8} = 13,44 \text{ шт.}; \quad c_{np} = 14 \text{ шт.};$$

для фрезерной операции

$$c_p = \frac{0,78 \cdot 25000}{1,1 \cdot 892,8} = 19,86 \text{ шт.}; \quad c_{np} = 20 \text{ шт.};$$

для сверлильной операции

$$; \quad c_{np} = 6 \text{ шт.}$$

Определим коэффициент загрузки станков по каждой операции по формуле

$$\eta_z = \frac{c_p}{c_{np}},$$

где c_p – расчетное количество станков на операции; c_{np} – принятое количество станков на операции;

для токарной операции

$$\eta_z = \frac{13,44}{14} = 0,96;$$

для фрезерной операции

$$\eta_z = \frac{19,86}{20} = 0,99;$$

для сверлильной операции

$$\eta_z = \frac{5,6}{6} = 0,93.$$

Задачи

Задача 2.3

Определить коэффициент использования производственной мощности сборочного цеха. Исходные данные приведены в табл. 2.21.

Таблица 2.21

Данные для определения мощности сборочного цеха

Изделие	План выпуска, шт.	Площадь, необходимая для сборки одного изделия, m^2	Длительность сборки, ч
А	35	15	700
Б	5	20	600
В	8	35	550
Г	60	10	600

Задача 2.4

Определить число деталей, которое можно обработать на фрезерных станках в течение квартала сверх задания, если на участке 12 фрезерных станков, работающих в две смены по 8 ч. В квартале 65 рабочих дней. Потери времени на ремонт составляют 6 %. Плановая загрузка – 8400 н-ч. Коэффициент выполнения норм на участке – 1,2. Норма времени на обработку одной детали – 2 ч.

Задача 2.5

Исчислить коэффициент сменности работы оборудования за месяц на основании данных табл. 2.22.

Таблица 2.22

Данные для определения коэффициента сменности оборудования

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество рабочих дней	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Установлено станков	50	55	53	51	52	54	50	52	55	53
Обработано станко-смен:										
в 1 смену	924	1115	930	875	950	900	1100	930	1050	950
во 2 смену	670	640	620	803	780	700	750	420	800	750
в 3 смену	500	470	430	51	490	200	390	600	460	300

Задача 2.6

Определить мощность предметно-специализированного участка механического цеха по следующим данным: на участке установлено 20 единиц оборудования, годовой фонд времени работы станка – 4015 ч, прогрессивный уровень выполнения норм выработки – 106 %, технически обоснованная норма времени на обработку детали – 0,5 ч.

Задача 2.7

В цехе установлено 12 зубофрезерных станков, режим работы цеха: длительность смены – 8,0 ч, количество смен – 2, рабочих дней в году – 254. Нормативная трудоемкость обработки шестерен на станке – 24 мин, прогрессивное выполнение норм выработки – 115 %, время потерь на плановый ремонт станков – 5 %.

Рассчитать мощность данной группы оборудования.

Задача 2.8

На предметно-замкнутом участке цеха установлено 20 станков токарной группы (ведущей) для обработки 320 изделий в год трудоемкостью по 220 н/ч при коэффициенте выполнения норм времени 110 %. Режим работы предприятия: в 2 смены по 8 ч каждая, воскресных дней – 52, субботних – 46, праздничных – 12, потери времени на ремонт оборудования – 5 %. Рассчитать действительный фонд времени работы оборудования, трудоемкость производственной программы, производственную мощность цеха, коэффициенты загрузки и пропускной способности оборудования.

Задача 2.9

В цехе 10 токарных, 5 револьверных (это ведущая группа) и 3 фрезерных станка. План производства цеха – 100 изделий. Нормы времени на 1 изделие: токарных операций – 500 н-ч, револьверных – 200 н-ч, фрезерных – 105 н-ч. Прогрессивный процент выполнения норм выработки – 125 %. Плановый фонд времени одного станка при работе в две смены – 4000 ч. Определить коэффициент пропускной способности каждой группы оборудования и мощность цеха. Выявить «узкие» и «широкие» места и разработать мероприятия по их ликвидации: рассчитать для них дополнительное оборудование или другие мероприятия.

Задача 2.10

Определить необходимое количество оборудования на основании следующих исходных данных: трудоемкость продукции – 250 тыс. н-ч, прогрессивный уровень выполнения норм выработки – 105 %, полезный фонд времени работы станка в год – 4015 н-ч.

Задача 2.11

Выявить мощность предметно-специализированного участка механического цеха по следующим данным: на участке установлено 20 единиц оборудования, годовой фонд времени работы станка – 4015 ч, прогрессивный уровень выполнения норм выработки – 106 %, технически обоснованная норма времени на обработку детали – 0,5 ч.

Задача 2.12

Рассчитать мощность фанерного цеха по следующим исходным данным: в цехе установлено 4 клеильных прессы, производительность каждого – 2,5 м³ фанеры в час; в году – 260 рабочих дней; цех работает в три смены по 8 ч каждая; потери времени на ремонт оборудования – 3 %.

Задача 2.13

На участке механического цеха установлено 6 групп оборудования для обработки деталей, план производства которых приведен в табл. 2.23. Количество станков, трудоемкость обработки одной детали и процент выполнения норм выработки приведены в табл. 2.24. Цех работает в две смены по 8 ч каждая. Выходные, субботные и праздничные дни определяются по календарю текущего года. Потери времени на ремонт оборудования составляют 5 %. Рассчитать производственную мощность участка.

Таблица 2.23

План производства деталей по вариантам, шт.

Детали	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	100	110	95	90	98	105	115	120	125	130
Б	110	130	125	132	100	120	110	115	120	105
В	120	110	115	125	130	140	150	155	140	150
Г	130	120	135	140	130	160	155	145	170	160

Определить действительный фонд времени работы оборудования, трудоемкость программы, пропускную способность групп оборудования, процент загрузки оборудования, производственную мощность участка. Обнаружить «узкие» и «широкие» места, разработать мероприятия по их устранению.

Таблица 2.24.

Трудоемкость обработки детали

Виды работ	Количество станков, шт.	Трудоемкость обработки одной детали, н-ч				Выполнение норм выработки, %
		А	Б	В	Г	
Токарные	30	200	210	220	230	110
Фрезерные	15	130	140	150	160	105
Расточные	7	70	72	75	80	107
Сверлильные	8	100	105	110	115	108
Шлифовальные	4	40	45	50	55	109
Строгальные	2	20	15	25	30	106

Задача-ситуация 2.14

Предприятию на плановый год предложен выгодный заказ по производству высокорентабельной продукции А в количестве: вариант 1 – 100 шт., вариант 2 – 120 шт. Оценить возможность его выполнения, если предприятие уже заключило договор по количеству и ценам на единицу продукции, приведенным в табл. 2.25.

Таблица 2.25

План производства продукции

Изделие А		Изделие Б		Изделие В	
Количество, шт.	Цена, тыс. руб.	Количество, шт.	Цена, тыс. руб.	Количество, шт.	Цена, тыс. руб.
130	19500	190	24000	290	16500

Для обработки данных видов продукции на механическом участке предприятия установлено 6 групп оборудования, количество которых приведено в табл. 2.26.

Таблица 2.26

Оборудование механического участка

Количество оборудования всего	48
Токарные автоматы	13
Фрезерное	10
Расточное	8
Сверлильное	5
Строгальное	8
Шлифовальное	4

Предприятие работает в две смены по 8 ч каждая. Выходных (воскресных и субботних) – 96 дней, праздничных – 9 дней. Потери времени на ремонт оборудования – 4 %.

Трудоемкость изделий по видам работ и средний процент выполнения норм выработки рабочими приведены в табл. 2.27. Коэффициент приведения – 1,1 (*коэффициент прогрессивности*).

Таблица 2.27

Трудоемкость изделий по видам работ

Виды работ	Трудоемкость изделия, н-ч			Средний % выполнения норм
	А	Б	В	
Токарные	220	210	200	112
Фрезерные	150	140	130	105
Расточные	72	70	75	108
Сверлильные	100	185	110	109
Строгальные	50	100	120	102
Шлифовальные	80	80	60	110

Для оценки ситуации определить производственную мощность цеха с учетом дополнительного выпуска продукции. Ведущая группа оборудования – расточные станки.

Выявить «узкие» места в производстве и рассчитать потребное количество оборудования. Разработать мероприятия по ликвидации «узких» мест.

Задача 2.15

Определить мощность и коэффициент загрузки станка по следующим исходным данным: в году 260 рабочих дней, режим работы двухсменный, продолжительность смены – 8 ч, потери времени на ремонт станка – 3 %, годовой план изготовления деталей на станке – 700 шт., трудоемкость детали – 6 н-ч, коэффициент выполнения норм выработки – 1,2.

Задача 2.16

Вычислить коэффициент использования размерных параметров токарного станка с высотой центров 400 мм, если в течение месяца на нем обрабатывались детали с такими размерными интервалами: до 100 мм – 27 %, до 200 мм – 32 %, до 300 мм – 25,5 % и до 400 мм – 15,5 %.

Контрольные вопросы

1. Понятие основных этапов инновационного процесса и их характеристика.
2. Основные этапы жизненного цикла машиностроительной продукции.
3. Понятия фундаментальных и поисковых исследований и их взаимосвязь.
4. Основные стадии разработки конструкторской подготовки производства.
5. Основные функциональные блоки конструкторской подготовки производства и их характеристика.

6. Понятия конструкторской унификации и стандартизации.
7. Основные задачи технологической подготовки производства.
8. Организация служб технологической подготовки и их характеристика.
9. Основные направления ускорения технологической подготовки производства.
10. Основная цель организационной подготовки производства.
11. Методы перехода на выпуск новой продукции и их характеристика.
12. Расчет коэффициента готовности основных средств.
13. Критерии выбора метода планирования на предприятии.
14. Основные показатели, рассчитываемые при использовании нормативного метода планирования инновационных процессов.
15. Понятие вероятностного метода планирования инновационных процессов и его применение.
16. Понятие и порядок расчета производственной мощности предприятия.
17. Пути повышения эффективности использования производственной мощности предприятия.

Тематика исследований и рефератов

1. Содержание и стадии конструкторской подготовки производства
2. Унификация и стандартизация конструкций изделий
3. Технологичность конструкции изделия
4. Основные направления ускорения технологической подготовки производства
5. Методы перехода на выпуск новой продукции
6. Методы планирования инновационных процессов
7. Нормативный метод планирования инновационных процессов
8. Вероятностный метод планирования
9. Расчет производственной мощности предприятия (на примере конкретного предприятия)

Тестовые задания

Тест 2.1

1. На какие две части можно разделить подготовку производства?

- а) на цикл научных исследований и техническую подготовку производства;

- b) на проектно-конструкторскую и техническую подготовку производства;
- c) на цикл научных исследований и технологическую подготовку производства;
- d) на проектно-конструкторскую и организационно-материальную подготовку производства.

2. Подготовка производства – это:

- a) научные исследования и разработки, связанные с теоретическим обоснованием основных закономерностей технического прогресса;
- b) деятельность коллективов по разработке и реализации в производстве инноваций;
- c) деятельность коллективов по реализации фундаментальных и поисковых научных исследований в производстве;
- d) деятельность коллективов по перевооружению и реконструкции предприятий.

3. Дать понятие технической подготовки производства

- a) деятельность коллективов по перевооружению и реконструкции предприятий;
- b) научные исследования и разработки, связанные с теоретическим обоснованием основных закономерностей технического прогресса;
- c) деятельность коллективов по реализации фундаментальных и поисковых научных исследований в производстве;
- d) деятельность коллективов по разработке и реализации в производстве инноваций.

4. Что является содержанием научно-исследовательской стадии подготовки производства?

- a) деятельность коллективов по разработке и реализации в производстве инноваций;
- b) деятельность коллективов по перевооружению и реконструкции предприятий;
- c) научные исследования и разработки, связанные с теоретическим обоснованием основных закономерностей технического прогресса;
- d) деятельность коллективов по реализации фундаментальных и поисковых научных исследований в производстве.

5. Что не включает техническая подготовка производства?

- a) бизнес-планирование продукта;
- b) организация и планирование работ по технической подготовке производства изделий;
- c) создание и внедрение новых и совершенствование ранее освоенных видов продукции;
- d) проектирование и внедрение новых и совершенствование действующих технологических процессов.

6. Какой этап не включается в техническую подготовку производства?

- a) проектно-конструкторский;
- b) технологический;
- c) организационно-экономический;
- d) социологический.

7. Перечислить все этапы работ проектно-конструкторской подготовки производства

- a) техническое задание, технические требования, эскизный проект, опытный образец, рабочая документация;
- b) техническое задание, технические решения, рабочая документация, опытный образец, установочная серия, приемочные испытания;
- c) техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация;
- d) техническое задание, технические условия, эскизный проект, приемочные испытания.

8. Содержанием проектно-конструкторской подготовки производства является:

- a) выбор заготовок, разработка межцехового маршрута движения деталей, проектирование средств механизации и автоматизации, разработка технологического оснащения производства;
- b) проектирование новой продукции и модернизация ранее производившейся, разработка проекта реконструкции и перевооружения предприятия;
- c) обеспечение нужным составом оборудования и инструмента, подготовка кадров, проектирование организации и обслуживания рабочих мест, расчет нормативов;
- d) проектирование организации и обслуживания рабочих мест.

9. Что является содержанием технологической подготовки производства?

- a) проектирование новой продукции и модернизация ранее производившейся, разработка проекта реконструкции и перевооружения предприятия;
- b) выбор заготовок, разработка межцехового маршрута движения деталей, проектирование средств механизации и автоматизации, разработка технологического оснащения производства;
- c) проектирование организации и обслуживания рабочих мест;
- d) обеспечение нужным составом оборудования и инструмента, подготовка кадров, проектирование организации и обслуживания рабочих мест, расчет нормативов.

10 Что является содержанием организационно-экономической подготовки производства?

- a) обеспечение нужным составом оборудования и инструмента, подготовка кадров, проектирование организации и обслуживания рабочих мест, расчет нормативов;
- b) проектирование организации и обслуживания рабочих мест;
- c) проектирование новой продукции и модернизация ранее производившейся, разработка проекта реконструкции и перевооружения предприятия;
- d) выбор заготовок, разработка межцехового маршрута движения деталей, проектирование средств механизации и автоматизации, разработка технологического оснащения производства.

11. Техническое предложение проектно-конструкторской подготовки производства содержит

- a) окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве проектируемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации;
- b) технические и технико-экономические данные о целесообразности разработки изделия, а также различные варианты возможных решений;
- c) принципиальные конструктивные решения, которые дают общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также содержат данные, определяющие назначение, параметры и габаритные размеры изделия;
- d) чертежи всех деталей сборочных единиц; схемы сборочных единиц, комплектов; спецификации, технические условия; документы, регламентирующие условия эксплуатации и ремонта машин.

12. Что содержит эскизный проект?

- a) чертежи всех деталей сборочных единиц; схемы сборочных единиц, комплектов; спецификации, технические условия; документы, регламентирующие условия эксплуатации и ремонта машин;
- b) технические и технико-экономические данные о целесообразности разработки изделия, а также различные варианты возможных решений;
- c) чертежи всех деталей сборочных единиц; схемы сборочных единиц, комплектов; спецификации, технические условия; документы, регламентирующие условия эксплуатации и ремонта машин;
- d) окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве проектируемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации.

13. Что содержит технический проект?

- a) принципиальные конструктивные решения, которые дают общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также содержат данные, определяющие назначение, параметры и габаритные размеры изделия;
- b) технические и технико-экономические данные о целесообразности разработки изделия, а также различные варианты возможных решений;
- c) окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве проектируемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации;
- d) чертежи всех деталей сборочных единиц; схемы сборочных единиц, комплектов; спецификации, технические условия; документы, регламентирующие условия эксплуатации и ремонта машин.

14. Что содержит конструкторская рабочая документация?

- a) технические и технико-экономические данные о целесообразности разработки изделия, а также различные варианты возможных решений;
- b) окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве проектируемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации;
- c) принципиальные конструктивные решения, которые дают общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также содержат данные, определяющие назначение, параметры и габаритные размеры изделия;
- d) чертежи всех деталей сборочных единиц; схемы сборочных единиц, комплектов; спецификации, технические условия; документы, регламентирующие условия эксплуатации и ремонта машин.

15. Процесс отработки конструкции новой техники и оформления документации установившегося серийного или массового производства завершается:

- a) изготовлением и испытанием опытного образца;
- b) сдачей опытного образца приемочной комиссии;
- c) изготовлением и испытанием установочной серии;
- d) сдачей установочной серии приемочной комиссии.

16. К целям эргономики относятся:

- a) комфорт, качество, непрерывность;
- b) безопасность, гибкость, качество;
- c) эффективность, непрерывность, гибкость;
- d) безопасность, эффективность, комфорт.

17. Какие показатели входят в состав эргономики?

- a) психофизиологические, технические, гигиенические, физиологические, экономические;
- b) гигиенические, психологические, экономические, технические, социальные;
- c) психологические, экономические, социальные, физиологические, антропометрические;
- d) антропометрические, психофизиологические, психологические, физиологические, гигиенические.

18. Какая технология разрабатывается в индивидуальном и мелкосерийном производствах?

- a) маршрутная;
- b) маршрутная, затем пооперационная;
- c) индивидуальная, затем маршрутная;
- d) индивидуальная.

19. Какая технология разрабатывается в серийном и массовом производствах?

- a) индивидуальная;
- b) маршрутная, затем пооперационная;
- c) индивидуальная, затем маршрутная;
- d) маршрутная.

20. Что представляет собой маршрутная технология?

- a) последовательность выполнения основных операций и закрепление их в цехах за определенными группами оборудования;
- b) последовательность выполнения основных и вспомогательных операций и определение штучного времени;
- c) последовательность выполнения основных, вспомогательных, контрольных и транспортных операций;

d) на каждом из этапов происходит обновление отдельных составных элементов продукции.

27. Охарактеризовать параллельный метод перехода на выпуск новых изделий

a) на каждом из этапов происходит обновление отдельных составных элементов продукции;

b) проведение начального этапа освоения осуществляется на дополнительных участках, после кратковременной остановки в цехах основного производства организуется производство новой продукции;

c) производство новой продукции начинается после полного прекращения выпуска старой;

d) одновременно с сокращением объемов производства старой продукции происходит нарастание выпуска новой.

28. Охарактеризовать параллельно-поэтапный метод перехода на выпуск новых изделий

a) проведение начального этапа освоения осуществляется на дополнительных участках, после кратковременной остановки в цехах основного производства организуется производство новой продукции;

b) производство новой продукции начинается после полного прекращения выпуска старой;

c) на каждом из этапов происходит обновление отдельных составных элементов продукции;

d) одновременно с сокращением объемов производства старой продукции происходит нарастание выпуска новой.

29. Охарактеризовать параллельно-последовательный метод перехода на выпуск новых изделий

a) производство новой продукции начинается после полного прекращения выпуска старой;

b) одновременно с сокращением объемов производства старой продукции происходит нарастание выпуска новой;

c) проведение начального этапа освоения осуществляется на дополнительных участках, после кратковременной остановки в цехах основного производства организуется производство новой продукции;

d) на каждом из этапов происходит обновление отдельных составных элементов продукции.

30. Трудоемкость проектирования вновь создаваемой продукции (Т, нормо-ч) определяется по формуле

$$\text{a) } T = tk_{cl}P_y; \quad \text{b) } T = tk_{cl}k_n k_n P_y; \quad \text{c) } T = tk_n P_y; \quad \text{d) } T = tP_y,$$

где t – трудоемкость проектирования в нормо-ч на одну условную единицу продукции; k_{cl} – коэффициент, учитывающий степень сложности конструкции; k_n – коэффициент, учитывающий степень новизны изделия; k_n – коэффициент приведения деталей, входящих в конструкцию, к оригинальным деталям; P_y – количество условных деталей.

31. Что ликвидирует барьер между конструированием, разработкой технологии и изготовлением новой техники?

- a) функциональный подход к проектированию;
- b) интеграция конструкторско-технологических решений;
- c) типизация технологических процессов;
- d) применение унифицированных деталей и сборочных единиц.

Тест 2.2

1. Определить производственную мощность (M) поточной линии

$$\text{a) } M = \frac{rF_{\partial l}}{60}; \quad \text{b) } M = \left(\frac{F_{\partial k}}{r} \right) 60; \quad \text{c) } M = \frac{rP}{60F_{\partial k}}; \quad \text{d) } M = \left(\frac{F_{\partial k}}{r} \right) \left(\frac{P}{60} \right),$$

где $F_{\partial l}$ – действительный фонд времени работы поточной линии, ч; r – такт поточной линии, мин; P – количество рабочих мест.

2. Определить производственную мощность (M) ткацкого цеха

$$\text{a) } M = \frac{F_{\partial}}{P_q c C}; \quad \text{b) } M = \frac{F_{\partial}}{P_q C}; \quad \text{c) } M = c P_q F_{\partial}; \quad \text{d) } M = \frac{F_{\partial} c P_q}{60},$$

где F_{∂} – годовой действительный фонд времени работы одного станка; c – количество станков; P_q – производительность ткацкого станка, м/ч; C – количество станков, обслуживаемых одной ткачихой.

3. Коэффициент загрузки (η_3) оборудования рассчитывается

$$\begin{aligned} \text{a) } \eta_3 &= \frac{F_{p.m}c}{\sum_{i=1}^k N_i t_n k_{в.н}}; & \text{b) } \eta_3 &= \frac{F_{p.m} \sum_{i=1}^k N_i t_n k_{в.н}}{c}; \\ \text{c) } \eta_3 &= \frac{\sum_{i=1}^k N_i t_n k_{в.н}}{F_{p.m}c}; & \text{d) } \eta_3 &= F_{p.m} \cdot c \cdot \sum_{i=1}^k N_i t_n k_{в.н}, \end{aligned}$$

где $F_{p.m}$ – действительный фонд времени работы единицы оборудования в планируемом периоде, ч; N_i – программа выпуска деталей i -го наименования, шт.; t_n – норма времени на обработку i -ой детали на данном оборудовании; $k_{в.н}$ – коэффициент выполнения норм времени на участке при выполнении данной работы; c – количество рабочих мест.

4. Считается «узким» местом группа оборудования, у которой:

- коэффициент пропускной способности меньше единицы;
- коэффициент пропускной способности больше единицы;
- коэффициент пропускной способности меньше коэффициента пропускной способности ведущей группы оборудования;
- коэффициент пропускной способности больше коэффициента пропускной способности ведущей группы оборудования.

5. Какой коэффициент у группы оборудования, считающейся «широким» местом?»

- коэффициент пропускной способности больше единицы;
- коэффициент пропускной способности меньше коэффициента пропускной способности ведущей группы оборудования;
- коэффициент пропускной способности больше коэффициента пропускной способности ведущей группы оборудования;
- коэффициент пропускной способности меньше единицы.

6. Определить годовой действительный фонд времени работы оборудования при прерывном производстве

$$\text{a) } F_{\partial} = F_k - (P_k + P_{n.n}); \quad \text{b) } F_{\partial} = F_n - (P_k + P_{n.n});$$

$$\text{c) } F_{\partial} = F_{\kappa} - F_{\text{н}} - (P_{\kappa} + P_{\text{н.н}}); \quad \text{d) } F_{\partial} = F_{\text{н}} - F_{\text{с}},$$

где F_{κ} – календарный фонд времени; $F_{\text{н}}$ – номинальный фонд времени; $(P_{\kappa} + P_{\text{н.н}})$ – время на капитальный и планово-предупредительный ремонт; $F_{\text{с}}$ – фонд времени сезонной работы.

7. Определить годовой действительный фонд времени работы оборудования при непрерывном производстве

$$\text{a) } F_{\partial} = F_{\kappa} - (P_{\kappa} + P_{\text{н.н}}); \quad \text{b) } F_{\partial} = F_{\text{р}} - (P_{\kappa} + P_{\text{н.н}});$$

$$\text{c) } F_{\partial} = F_{\kappa} - F_{\text{р}} - (P_{\kappa} + P_{\text{н.н}}); \quad \text{d) } F_{\partial} = F_{\text{р}} - F_{\text{с}}.$$

8. Производственная мощность технологически однородного оборудования (M) определяется по формуле

$$\text{a) } M = \frac{c_y}{F_{\partial} \cdot t_{\text{н.п.}}}; \quad \text{b) } M = \frac{c_y F_{\partial}}{t_{\text{н.п.}}}; \quad \text{c) } M = \frac{F_{\partial} \cdot t_{\text{н.п.}}}{c_y}; \quad \text{d) } M = \frac{t_{\text{н.п.}}}{c_y \cdot F_{\partial}},$$

где c_y – количество установленного оборудования, шт.; F_{∂} – действительный фонд времени единицы оборудования, ч; $t_{\text{н.п.}}$ – прогрессивная трудоемкость одного изделия, нормо-ч.

9. Определить производственную мощность (M) сборочного цеха

$$\text{a) } M_{\text{сб}} = \frac{S_i \cdot T_{\text{ци}}}{F_{\partial}}; \quad \text{b) } M_{\text{сб}} = F_{\partial} \cdot S_i \cdot T_{\text{ци}}; \quad \text{c) } M_{\text{сб}} = \frac{F_{\partial}}{S_i \cdot T_{\text{ци}}}; \quad \text{d) } M_{\text{сб}} = \frac{S_{i\partial}}{F \cdot T_{\text{ци}}},$$

где F_{∂} – действительный фонд времени функционирования полезной площади цеха, ч; S_i – площадь под сборку одного i -го изделия, м²/шт.; $T_{\text{ци}}$ – длительность цикла сборки i -го изделия, ч.

10. Коэффициент пропускной способности группы оборудования ($k_{\text{н.с.}}$) рассчитывается по формуле

$$\text{a) } k_{\text{н.с.}} = \frac{T_{\text{н}}}{c \cdot F_{\partial}}; \quad \text{b) } k_{\text{н.с.}} = \frac{c \cdot T_{\text{н}}}{F_{\partial}}; \quad \text{c) } k_{\text{н.с.}} = \frac{c \cdot F_{\partial}}{T_{\text{н}}}; \quad \text{d) } k_{\text{н.с.}} = \frac{T_{\text{н}} \cdot F_{\partial}}{c},$$

где c – количество оборудования, шт.; F_{∂} – действительный фонд времени единицы оборудования, ч; $T_{\text{н}}$ – прогрессивная трудоемкость производственной программы, ч.

11. Под прогрессивной трудоемкостью понимается трудоемкость, в расчет которой положен уровень выполнения норм выработки лучшей устойчивой группой рабочих, численностью:

a) не менее 10 %; b) не менее 25 %; c) не менее 30 %; d) не менее 50 %.

12. Коэффициент интенсивной загрузки ($k_{инт}$) оборудования рассчитывается по формуле

$$\text{a) } k_{инт} = \frac{B_{\phi} \cdot F_{\partial}}{B_{м}}; \quad \text{b) } k_{инт} = \frac{B_{\phi}}{B_{м}}; \quad \text{c) } k_{инт} = \frac{B_{м}}{B_{\phi}}; \quad \text{d) } k_{инт} = \frac{F_{\partial}}{B_{\phi} \cdot B_{м}},$$

где F_{∂} – действительный фонд времени единицы оборудования, ч; B_{ϕ} – фактический выпуск продукции в единицу времени одним агрегатом, станком в натуральных измерителях (м^3 , м^2 и т.д.); $B_{м}$ – максимально возможный выпуск за тот же период.

13. Коэффициент сменности работы оборудования ($k_{см}$) рассчитывается по формуле

$$\text{a) } k_{см} = \frac{c_y \cdot F_{см}}{T_n}; \quad \text{b) } k_{см} = \frac{F_{см}}{c_y \cdot T_n}; \quad \text{c) } k_{см} = \frac{T_n}{c_y \cdot F_{см}}; \quad \text{d) } k_{см} = T_n \cdot F_{см} \cdot c_y,$$

где T_n – прогрессивная трудоемкость продукции, норма-ч; $F_{см}$ – годовой полезный фонд времени станка в одну смену, ч; c_y – количество установленного оборудования.

14. Коэффициент использования производственной мощности ($k_{и.м.}$) определяется по формуле

$$\text{a) } k_{и.м.} = \frac{M_{ср.г}}{\Pi}; \quad \text{b) } k_{и.м.} = \frac{\Pi}{M_{ср.г}}; \quad \text{c) } k_{и.м.} = \frac{\Pi \cdot T_n}{M_{ср.г}}; \quad \text{d) } k_{и.м.} = \frac{M_{ср.г} \cdot T_n}{\Pi},$$

где $M_{ср.г}$ – величина среднегодовой производственной мощности предприятия; T_n – прогрессивная трудоемкость продукции, норма-ч; Π – производственная программа.

15. Для расчета мощности принимается трудоемкость:

- a) плановая;
- b) проектная;
- c) прогрессивная;
- d) по действующим нормам.

16. Определить коэффициент

- интенсивной загрузки оборудования;
- экстенсивной загрузки оборудования;
- интегральный коэффициент загрузки оборудования;

– использования производственной мощности:

$$\text{a) } \frac{П}{M_{cp.z}}; \quad \text{b) } \frac{c \cdot F_{\partial}}{T_n}; \quad \text{c) } \frac{T_n}{c_y \cdot F_{cm}}; \quad \text{d) } \frac{B_{\phi}}{B_m},$$

где F_{cm} – годовой полезный фонд времени станка в одну смену, ч; c_y – количество установленного оборудования; F_{∂} – действительный фонд времени единицы оборудования, ч; T_n – прогрессивная трудоемкость производственной программы, ч; $M_{cp.z}$ – среднегодовая производственная мощность; c – количество оборудования, шт.; $П$ – производственная программа; B_{ϕ} и B_m – фактический и максимально возможный выпуски продукции в единицу времени одним станком в натуральных измерителях.

3. СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА

3.1. Производственный процесс и основные принципы его рациональной организации

Под *производственным процессом* понимают совокупность организованных в определенной последовательности процессов труда и естественных процессов, посредством которых сырье и материалы превращаются в готовую продукцию.

По структуре и содержанию производственный процесс неоднороден. Основными факторами, определяющими характер производственного процесса, являются: особенности изготавливаемой продукции, ее физические и химические свойства, количество компонентов, входящих в состав готового продукта; особенности применяемых средств труда; степень непрерывности выполняемых процессов; уровень специализации и тип производства, а также другие признаки, определяемые видом используемой энергии, технологическими особенностями (табл. 3.28).

Таблица 3.28

Структура производственного процесса

<i>основные</i>	– это технологические процессы, в ходе которых происходят изменения геометрических форм, размеров и физико-химических свойств продукции;
<i>вспомогательные</i>	– это процессы, которые обеспечивают бесперебойное протекание основных процессов (изготовление и ремонт инструментов и оснастки; ремонт оборудования; обеспечение всеми видами энергий (электрической, тепловой, пара, воды, сжатого воздуха и т.д.);
<i>обслуживающие</i>	– это процессы, связанные с обслуживанием как основных, так и вспомогательных процессов, но в результате которых продукция не создается (хранение, транспортировка, технический контроль и т.д.), а лишь обеспечивается нормальное протекание основных и вспомогательных процессов.

Состав и взаимосвязь основных, вспомогательных и обслуживающих процессов образуют структуру производственного процесса.

В машиностроении и приборостроении технологические процессы в основном делятся на три стадии (фазы):

- заготовительная;
- обрабатывающая;
- сборочная.

На *заготовительной* стадии получают заготовки деталей машин, полученные различными методами.

Обрабатывающая стадия включает процессы механической и термической обработки и также обработку, основанную на применении электрических, физико-химических и других методов.

Сборочная стадия – это процесс получения сборочных единиц и готовых изделий, а также их регулировка и испытание.

Как основные, так и вспомогательные процессы могут протекать в трех стадиях.

По **организационному признаку** производственные процессы подразделяются на простые и сложные.

Простыми называются процессы изготовления простых предметов труда (заготовок, деталей), а также отдельно взятые сборочные процессы (сборка узла, сборка механизма, сборка машины).

Сложный процесс представляет собой совокупность простых процессов, согласованных во времени их выполнения.

Это, например, процесс изготовления машины от момента начала изготовления заготовок до сборки, включая ее испытание.

Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению состояния предмета труда, называется *технологическим процессом*. Технологический процесс может быть отнесен к изделию, к составной части изделия, к методам обработки, формообразования и сборки и т.п.

Технологическая операция – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. При этом операция может выполняться над одним или одновременно над несколькими предметами труда на одном рабочем месте при неизменных орудиях и предметах труда с непосредственным приложением физического труда рабочего (или группы рабочих), либо под его наблюдением и контролем, либо без непосредственного участия рабочего при высокоавтоматизированном производстве.

Операции, которые не ведут к изменению геометрических форм, размеров, физико-химических свойств предметов труда, относятся к *нетехнологическим операциям* (транспортные, погрузочно-разгрузочные, контрольные, испытательные, комплектовочные и др.).

Операции различаются также в зависимости от применяемых средств труда:

– **ручные** – выполняемые без применения машин, механизмов и механизированного инструмента;

– **машинно-ручные** – выполняемые с помощью машин или ручного инструмента при непрерывном участии рабочего;

– **машинные** – выполняемые на станках, установках, агрегатах при ограниченном участии рабочего (например, установка, закрепление, пуск и остановка станка, раскрепление и снятие детали и т.д.);

– **автоматизированные** – выполняемые на автоматическом оборудовании или автоматических линиях.

Аппаратурные процессы характеризуются выполнением машинных и автоматических операций в специальных агрегатах (печах, установках, ваннах и т.д.).

К **основным принципам рациональной организации** производственных процессов относятся специализация, пропорциональность, параллельность, прямоточность, непрерывность, ритмичность и др.

Специализация означает закрепление за каждым подразделением предприятия (цехом, участком, рабочим местом) по возможности ограниченной номенклатуры предметов труда (машин, узлов, деталей, заготовок), выполняемых работ и других элементов производственного процесса (операций, режимов обработки и т.п.).

В машиностроении различают предметную специализацию, т.е. специализацию по выпуску изделий; подетальную – по выпуску деталей, узлов сборочных единиц, агрегатов; технологическую – по выполнению однородных процессов над различными объектами производства.

Принцип специализации находит наибольшее воплощение в условиях массового производства, где большой объем выпускаемой продукции одного наименования позволяет закрепить за цехами, участками, рабочими местами узкую номенклатуру предметов труда. Это создает благоприятные условия для глубокого разделения труда, упрощения операций, позволяет обеспечить их высокую технологическую оснащенность на базе применения специального инструмента и оснастки, высокий уровень механизации частичных процессов и, как результат, снижение трудоемкости процессов и себестоимости выпускаемой продукции.

При рациональной организации производственных процессов принцип специализации воплощается и в условиях серийного и даже единичного производства. При этом конструкторско-технологическая унификация имеет большое значение, т.к. она позволяет сократить номенклатуру выпускаемой продукции и разнообразие технологических процессов.

Пропорциональность означает потенциальную возможность выпуска заданного количества продукции в единицу времени на всех этапах произ-

водственного процесса. Это достигается назначением для выполнения отдельных частичных процессов количества рабочих мест или отдельных механизмов пропорционально трудоемкости этих частичных процессов.

Параллельность означает одновременность выполнения отдельных операций или частичных процессов, включая вспомогательные и обслуживающие, а также осуществление отдельной операции или частичного процесса по изготовлению одновременно нескольких предметов труда. Например, многоинструментная обработка детали, где принцип параллельности выражается в одновременной обработке нескольких плоскостей или отверстий одной детали различным инструментом. Или многопредметная обработка, когда, например, одной фрезой обрабатывается одновременно несколько пластинок, зажатых в тисках. Параллельность наблюдается также в многооперационном процессе, когда детали одного и того же наименования одновременно обрабатываются на различных рабочих местах. Реализация принципа параллельности позволит достичь равномерной загрузки всех производственных цехов и участков завода и сократить длительность производственного цикла.

Прямоточность означает обеспечение кратчайшего пути прохождения изделий (узлов и деталей) по всем стадиям и операциям производственного процесса от запуска в производство исходных материалов до выпуска готовой продукции.

Этот принцип применим как к организации рабочего места, участка, цеха, так и предприятия в целом. Например, технологическое оборудование на участке размещается в последовательности осуществления технологических операций, а цеха на генплане завода – с учетом их производственных связей. Принцип прямоточности наиболее полно реализуется при устойчивой номенклатуре изготавливаемой продукции и высоком уровне типизации технологических процессов. Обеспечивает сокращение длительности производственного цикла и экономию затрат на осуществление транспортных операций.

Принцип непрерывности означает непрерывное движение предметов труда в производстве, исключая какие-либо перерывы во времени (ожидание обработки, пролеживание по организационно-техническим причинам). При осуществлении дискретных технологических процессов в машиностроении непрерывность движения предметов труда в производстве обуславливается непрерывностью работы оборудования и рабочих. Устранение или сведение к минимуму всех перерывов в процессе производства в соответствии с принципом непрерывности позволяет рационально исполь-

зывать производственные возможности предприятия, сократить длительность производственного цикла изготовления продукции.

Принцип ритмичности означает систематическое выполнение всеми производственными звеньями предприятия заданий государственного плана по выпуску продукции соответствующего ассортимента и качества по заранее установленному графику.

Ритмичность производства создает условия для более полного и равномерного использования оборудования и рабочего времени, сокращение запасов незавершенного производства и ускорение оборачиваемости оборотных средств. Аритмичность приводит к нарушению графиков работы, неоправданным потерям рабочего времени, штурмовщине, к ухудшению качества продукции.

Наиболее полно ритмичность достигается в условиях массового производства, при организации непрерывно-поточных линий. При этом она характеризуется выпуском одинакового количества продукции в равные промежутки времени.

В условиях серийного и индивидуального производства ритмичность характеризуется выполнением одинакового объема, хотя и разных по содержанию, работ в равные промежутки времени.

3.2. Типы производств и их технико-экономическая характеристика

Типом производства называется классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: *единичное*, *серийное* и *массовое*. Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций, $k_{з.о}$, который определяется по формуле

$$k_{з.о} = \frac{n_{mo}}{c_p}, \quad (3.1)$$

где n_{mo} – число наименований технологических операций, выполняемых за

плановый период; $c_p = \sum_{i=1}^m t_i N_i / F_0$ – расчетное число загруженных рабо-

чих мест цеха (участка); t_i – плановая трудоемкость изготовления i -ой позиции из номенклатурного плана производства цеха (участка); N_i – объем выпуска i -ой позиции за плановый период, шт.; m – число номенклатур-

ных позиций в плане производства; F_0 – действительный фонд времени за плановый период, ч.

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций, исходя из следующих условий

$1 = k_{3,0} < 10$ – массовое и крупносерийное производство;

$10 < k_{3,0} < 20$ – среднесерийное производство;

$20 < k_{3,0} < 40$ – мелкосерийное производство;

$k_{3,0}$ – не регламентируется – единичное производство.

Другие характеристики типов производства приведены в табл. 3.29.

Таблица 3.29

Основные характеристики типов производства

Факторы	Массовое производство	Серийное производство	Единичное производство
Номенклатура продукции	Одно или несколько изделий	Ограниченная сериями	Широкая
Повторяемость выпуска	Непрерывная	Периодическая	Нерегулируемая либо отсутствует
Закрепление деталей и операций за станками	Одна операция, выполняемая над одной деталью, за одним станком	Несколько определенных деталяеопераций за одним станком	Отсутствует
Применяемое оборудования	Специальное	Универсальное, частично специальное	Универсальное
Расположение оборудования	По ходу технологического процесса (цепное)	Групповое и цепное	По группам однотипных станков (групповое)
Степень разработки технологического процесса	Подетально-пооперационно	Подетально	Укрупненно
Применяемый инструмент	Специальный (преимущественно)	Универсальный и специальный	Универсальный (преимущественно)
Специализация рабочих	Узкая	Средняя	Широкая
Квалификация основных рабочих	Низкая	Средняя	Высокая
Себестоимость продукции	Низкая	Средняя	Высокая

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция. Производственный процесс осуществляется на специальном оборудовании, расположенном по ходу технологического процесса. Технологические процессы разрабатываются пооперационно, характеризуются высокой степенью оснащенности специальной оснасткой и инструментом. Технологические операции синхронизируются, и движение предметов труда по рабочим местам максимально приближается к непрерывному, часто с применением механизированных транспортных средств непрерывного действия (конвейеров).

Основные рабочие отличаются узкой специализацией на выполнении отдельных операций при относительно низкой квалификации.

Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями через определенные промежутки времени на рабочих местах с широкой специализацией. Производственный процесс осуществляется на универсальном и частично на специальном оборудовании, которое располагается либо по ходу технологического процесса, либо по группам однотипных станков. За каждым рабочим местом закрепляются несколько деталей-операций. Технологические процессы разрабатываются подетально. Технологическое оборудование оснащено как специальным, так и универсальным инструментом и оснасткой. Специализация и квалификация основных рабочих средняя. Серийное производство может приближаться по своим организационным формам либо к единичному, либо к массовому производству в зависимости от значения коэффициента закрепления операций. Так мелкосерийное производство приближается к единичному, а крупносерийное – к массовому.

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается. Производственный процесс осуществляется с применением универсального оборудования, сгруппированного по технологическому признаку. Техпроцессы разрабатываются укрупненно. Преимущественно применяется универсальный инструмент и оснастка. Специализация рабочих мест широкая при высокой квалификации основных рабочих.

Опытное производство – это производство образцов, партий и серий изделий для проведения исследовательских работ или разработки конструкторской и технологической документации для установившегося производства.

Опытное производство предназначено для овеществления результатов прикладных НИР и технических разработок. Являясь связующим звеном науки с промышленностью, опытное производство имеет следующие отличительные особенности: его продукция носит информационно-вещественный характер; ему присуща некоторая неопределенность затрат и результатов как одной из стадий процесса «исследование-производство»; имеет сравнительно высокие темпы обновления продукции и материально-технической базы; в ряде случаев выполняет две функции: проводит опытные работы и выпускает мелкие серии новой продукции, опытная проверка которых завершена, а серийное производство еще не налажено; его оборудование, представляющее собой последнее слово науки и техники, состоит из *универсального*, предназначенного для выполнения всех или нескольких тем, и *специального* – для выполнения одной темы; производственные площади используются неполно, т.к. необходим резерв площадей для выполнения новых тем, оно является мобильным; состав кадров характеризуется более высоким удельным весом инженерно-технического персонала и более высокой квалификации рабочих и ИТР.

Тип производства оказывает влияние на его технико-экономические показатели. С повышением технической вооруженности труда и ростом объема выпуска продукции при переходе от единичного к серийному и массовому типам производства уменьшаются затраты по всем без исключения статьям себестоимости, в результате чего себестоимость снижается. Меняется и структура себестоимости: доля живого труда уменьшается, а доля расходов, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования, возрастает. Меняются и другие технико-экономические показатели производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Так, производительность труда возрастает, что объясняется применением более производительного специального оборудования и более совершенной технологической оснастки и инструмента, повышением технологичности конструкций и внедрением прогрессивных технологических процессов. Эти же факторы позволяют получить продукцию более высокого качества. Концентрация производства одинаковых деталей по мере перехода от единичного к серийному и массовому производству позволяет применить поточные формы организации, что обеспечивает эффективное использование технологического оборудования. Массовое производство отличается также минимальной длительностью производственного цикла.

Таким образом, переход от единичного к серийному и массовому производству является прогрессивной тенденцией. Однако сокращение сроков

смены моделей массового производства наметило тенденцию приближения современного массового производства к серийному. С сокращением сроков смены моделей эта тенденция будет проявляться все в большей мере. Кроме того, серийное производство остается преобладающим. Все это вызывает необходимость совершенствования организации серийного производства на основе современных достижений науки и техники. Такой новой формой организации производственных процессов являются *гибкие автоматизированные производства*, которые находят применение в различных типах производства. Их применение, очевидно, в значительной мере сократит ту разницу в технико-экономических показателях различных типов производства, которая имеет место в настоящее время. Интересно также, что в тех отраслях промышленности, где преобладает мелкосерийное и единичное производство, продукция обновляется ускоренно, каждое изделие, каждая серия носят опытный характер, а опытное производство становится опытно-промышленным. В этих условиях стирается грань между единичным и опытным производством, причем единичное приобретает черты опытного со всеми вытекающими отсюда организационно-экономическими последствиями.

Автоматизация производства – важнейшая составляющая научно-технического прогресса. Направления комплексной автоматизации производства определяются его типом. Так, для массового производства характерно применение автоматических и роторных поточных линий. Для мелкосерийного производства с большой и часто меняющейся номенклатурой основным направлением комплексной автоматизации являются гибкие производственные системы.

Машиностроение с мелкосерийным и серийным характером производства выпускает в нашей стране и других промышленно развитых странах до 75 – 80 % общего объема продукции, для него характерно постоянное увеличение объемов, усложнение конструкций, увеличение трудоемкости и номенклатуры выпускаемых изделий. С сокращением сроков обновления продукции проблема гибкости возникла и в массовом производстве. Современные дорогостоящие «жесткие» автоматические линии и специальное автоматическое оборудование массового производства невозможно долго использовать: как только меняется номенклатура изделия, приходится заменять оборудование.

Создание гибких производственных систем – генеральное направление развития машиностроения на ближайшую пятилетку и в перспективе. Поэтому сегодня не стоит вопрос об экономическом обосновании этого направления, т.к. оно определено. Но именно экономические расчеты

должны определять целесообразность применения гибких производственных систем в том или ином производстве.

Внедрение современных автоматизированных систем изменяет условия и характер труда, увеличивая долю умственного, сводя к минимуму долю физического. Сокращается численность мастеров, старших мастеров, работников служб планового бюро, технологического бюро, бюро цехового контроля, бюро заработной платы, а также вспомогательных рабочих – распределителей, кладовщиков, транспортных рабочих, контролеров. Появляются новые категории работников, например, операторы подготовки, контроля инструментальных накладок, наладчики электроники, инженеры-специалисты по магнитным дискам, по устройствам ввода-вывода информации на ЭВМ, инженеры по вычислительной технике, операторы-электронщики. Все это требует подготовки кадров для создания гибких автоматизированных производственных систем и для работы по их использованию.

Созданию и внедрению ГПС должны предшествовать серьезный технико-экономический анализ и обоснование, чтобы применение такой сложной и дорогостоящей техники не оказалось обременительным для предприятия и не привело к снижению фондоотдачи. Предприятие должно четко определить конкретные производственные цели автоматизации, номенклатуру обрабатываемых изделий, обеспечить полную загрузку системы, сопряженность ее с другими производственными участками. В современных условиях ГПС должны концентрироваться, очевидно, на особо важных предприятиях и производственных объединениях, где готовы к их использованию.

Организационно-технический уровень производства характеризуется эффективностью управления, эффективностью организации производства и техническим уровнем производства.

Эффективность управления обуславливается рациональной производственной структурой предприятия и эффективной организацией управления.

Производственную структуру предприятия характеризуют следующие показатели: число структурных подразделений предприятия, число работающих по подразделениям завода; удельный вес работников, занятых в основном производстве, во вспомогательном производстве и в управлении.

Показатели, характеризующие организацию управления: структура управленческого персонала, среднее число рабочих, приходящихся на одного мастера в цехах основного производства; уровень образования ИТР завода

и цехов, оснащенность труда инженерного и административного персонала техническими средствами.

Эффективность организации производства характеризуется рядом показателей, основными из которых являются: уровень специализации производства, уровень кооперации производства, коэффициент ритмичности, длительность производственного цикла и др.

Уровень специализации производства характеризуется коэффициентом специализации предприятия, представляющим собой удельный вес стоимости профильной продукции в стоимости всей товарной продукции; количеством специализированных участков в цехах; количеством предметно-замкнутых участков и поточных линий; средним количеством деталей операций, приходящихся на одно рабочее место и др.

Уровень кооперации производства характеризуют:

- коэффициент кооперирования, определяемый делением стоимости комплектующих и покупных изделий, полуфабрикатов, поступающих от заводов-смежников, на себестоимость товарной продукции;
- количество предприятий, кооперирующихся с данным предприятием;
- число заказов, выполняемых в порядке кооперирования для других предприятий;
- удельный вес стоимости кооперированных поставок с нарушением условий поставок (срока, качества, комплектности) и общей стоимости кооперированных поставок.

Коэффициент ритмичности по заводу определяется делением фактически выпущенной товарной продукции на плановую товарную продукцию за отчетный период.

Технический уровень производства характеризуется: прогрессивностью и качеством выпускаемой продукции, состоянием техники и оборудования, прогрессивностью технологии, уровнем механизации и автоматизации производства, технической вооруженностью труда работающих, энерговооруженностью труда.

Прогрессивность и качество продукции характеризуют следующие показатели: количество типов, марок, видов, наименований продукции, имеющей сертификат качества; доля экспортной продукции в общем объеме товарной продукции; число поступающих рекламаций.

Состояние техники и оборудования (техническое состояние основных фондов) характеризуют следующие показатели:

- коэффициент обновления основных фондов, который определяется делением стоимости новых фондов на стоимость основных фондов на конец года;
- коэффициент выбытия основных фондов, который определяется отношением стоимости выбывших фондов к стоимости основных фондов на начало года;
- коэффициент автоматизации оборудования, рассчитываемый как отношение стоимости автоматического оборудования к стоимости основных производственных фондов;
- коэффициент годности основных фондов, который характеризуется отношением остаточной стоимости основных фондов к их первоначальной стоимости.

Прогрессивность технологий характеризуют следующие показатели:

- удельный вес продукции, изготовленной высокопроизводительными методами, в общем выпуске продукции;
- структура трудоемкости изготовления изделия;
- технологическая себестоимость продукции;
- коэффициент использования металла и др.

Уровень механизации и автоматизации производства характеризуют следующие показатели:

- степень охвата рабочих механизированным и автоматизированным трудом, которая определяется как отношение числа рабочих, выполняющих свои операции механизированным и автоматизированным способом, к общему числу рабочих.

Техническая вооруженность труда работающих характеризуется фондовооруженностью, которая определяется как отношение среднегодовой стоимости основных промышленно-производственных фондов к среднегодовому числу работающих. При этом различают показатель *потенциальной технической вооруженности* и *показатель фактической технической вооруженности труда*, в котором учитывается степень использования машин и оборудования во времени.

Потенциальная энерговооруженность труда отражает мощность двигателей и электроаппаратов, установленных на заводе в расчете на одного рабочего. А фактическая энерговооруженность труда выражает фактическое количество электроэнергии, использованное на производственные цели, в расчете на одного рабочего или один отработанный человеко-час.

3.3. Производственный цикл, его структура и основные пути сокращения длительности

Производственный цикл – это период времени, в течение которого выполняется производственный процесс или любая его часть. В зависимости от *объекта производства* и *целей* осуществления производственного процесса различают производственный цикл изготовления изделия или партии изделий, производственный цикл получения заготовки, или, например, механической обработки детали, сборки узла и т.п. Производственный цикл как норматив широко используется в планировании при составлении оперативных планов, определении нормативов незавершенного производства и других планово-производственных расчетах. Сокращение производственного цикла приводит к повышению эффективности производства за счет улучшения использования основных фондов и оборотных средств. Резервы сокращения длительности производственного цикла лежат в его структуре.

Под структурой производственного цикла принято понимать распределение времени работы и перерывов в осуществлении производственного процесса. Структура производственного цикла в общем виде представлена на рис. 3.17.

Производственный цикл состоит из времени выполнения основных, вспомогательных операций, естественных процессов и времени перерывов. Время выполнения основных операций составляет технологический цикл. Время выполнения вспомогательных операций включает время выполнения транспортных и контрольных операций. Перерывы включают межоперационные (внутрицикловые), межцикловые и перерывы, связанные с режимом работы подразделения, в котором осуществляется производственный процесс.

В наиболее общем виде структуру производственного цикла можно выразить следующим образом:

$$T_{ц} = T_{тех} + T_{ест} + T_{тр} + T_{контр} + T_{пер}$$

где $T_{тех}$ – время выполнения технологических операций; $T_{ест}$ – время естественных процессов; $T_{тр}$ – время транспортных операций; $T_{контр}$ – время контрольных операций; $T_{пер}$ – время перерывов, обусловленное режимом работы предприятия и ожиданием обработки деталей.

Межоперационные перерывы подразделяются на перерывы партионности и ожидания. Перерывы *партионности* возникают при обработке деталей партиями, вследствие чего каждая деталь в партии пролеживает в ожидании своей очереди обработки, а затем окончания обработки всех

остальных деталей на данной операции. Перерывы *ожидания* вызваны необходимостью пролеживания деталей из-за различной трудоемкости смежных операций.

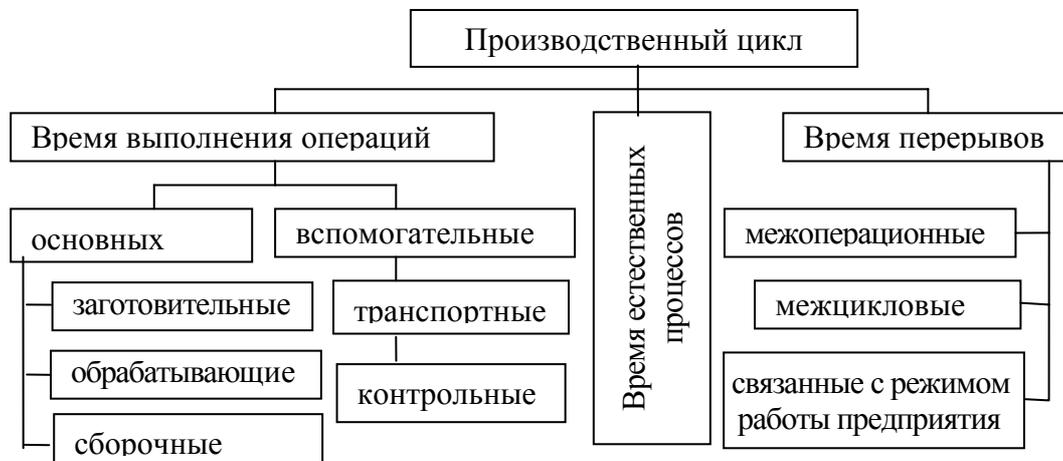


Рис. 3.17. Структура производственного цикла

Межцикловые перерывы имеют место, как правило, при переходе из одной стадии обработки в другую. Здесь имеют место перерывы комплектования, вызванные необходимостью передачи деталей на последующую стадию обработки комплектами.

Перерывы, связанные с режимом работы, включают перерывы между сменами, обеденные, а также обусловленные выходными и праздничными днями.

Длительность производственного цикла зависит от тех факторов, которые снижают трудоемкость технологических операций и время перерывов в производстве продукции. К ним относят: совершенствование технологии, внедрение прогрессивного оборудования, поточных методов, специализации производства, улучшения внутрицехового оперативно-производственного планирования и организации вспомогательных и обслуживающих процессов, повышение сменности работы.

Производственный цикл простого процесса включает выполнение основных (технологических) операций, вспомогательных, неперекрываемых основными, и время перерывов. При этом длительность производственного цикла изготовления детали состоит из суммы производственных циклов, начиная от запуска в производство заготовки и кончая последней операцией по получению готовой детали. В структуре производственного цикла главным элементом является технологический цикл, который состоит из операционных циклов.

Операционный цикл – это продолжительность обработки партии деталей на одной операции. Операционный цикл определяется по формуле

$$T_{oni} = \frac{nt_i}{c_i}, \quad (3.2)$$

где T_{oni} – операционный цикл на i -ой операции, мин; n – количество деталей в партии, шт.; t_i – норма времени на i -ой операции, мин; c_i – количество рабочих мест (оборудования) на операции.

При осуществлении многооперационного процесса технологический цикл в значительной степени зависит от сочетания во времени выполнения операционных циклов.

Различают три вида сочетания операционных циклов (или три вида движения предметов труда по операциям): последовательный, параллельный и параллельно-последовательный.

Последовательный вид движения предметов труда по операциям характеризуется тем, что каждая последующая операция начинается только после окончания обработки всей партии деталей на предыдущей. При этом партия не дробится, а передается в полном объеме (рис. 3.18 а).

Длительность технологического цикла при последовательном виде движения выражается формулой

$$T_{тех}^{посл} = n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right), \quad (3.3)$$

где m – число операций.

Параллельный вид движения характеризуется тем, что передаточные партии или отдельные детали передаются на последующие операции немедленно после завершения предыдущих (рис. 3.18 б). В данном случае партия деталей дробится на равные передаточные партии p и передача деталей с одной операции на другую осуществляется по p штук. В частном случае $p = 1$, т.е. передача осуществляется поштучно. Как видно из рис. 3.18 б, непрерывная обработка осуществляется только на операции, у которой отношение нормы времени к количеству работающих станков максимально, т.е. $\left(\frac{t}{c} \right) \max$.

Длительность технологического цикла при параллельном виде движения выражается формулой

$$T_{max}^{нар} = p \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right) + (n - p) \left(\frac{t}{c} \right) \max. \quad (3.4)$$

Параллельно-последовательный вид движения характеризуется частичным совмещением времени выполнения смежных операций, но так, что вся изготавливаемая партия деталей проходит через каждую операцию без каких-либо перерывов (рис. 3.18 в). Детали передаются на последующую операцию передаточными партиями, либо поштучно, но обработка деталей на последующей операции начинается только после накопления на ней количества деталей, достаточного для обеспечения непрерывной обработки всей партии n .

При организации параллельно-последовательного движения возможны два варианта совмещения операций: а) при операционном цикле предшествующей операции меньше, чем у последующей; б) при операционном цикле предшествующей операции больше, чем у последующей.

В первом случае максимальное совмещение операций можно получить, передавая первую транспортную партию на последующую операцию сразу же после окончания работы над ней на предыдущей. Все последующие транспортные партии будут пролеживать между этими операциями, ожидая освобождения рабочего места $(i + 1)$, однако обеспечивается непрерывная работа на всех рабочих местах. Во втором случае для обеспечения непрерывной работы на последующей операции $(i + 1)$ необходимо ориентироваться на последнюю транспортную партию, определяя возможное время начала работы над ней на этой $(i + 1)$ операции. Чтобы обеспечить непрерывную загрузку рабочих мест операции $(i + 1)$, к этому времени следует закончить работу над всеми остальными, транспортными партиями, осуществляя ее без каких-либо перерывов.

В каждом из вариантов по сравнению с последовательным видом движения достигается сокращение технологического цикла на величину τ за счет частичного параллельного выполнения работ на смежных операциях. Эта экономия может быть рассчитана по наиболее короткой из двух смежных операций:

$$\tau = (n - p) \left(\frac{t}{c} \right) \text{кор}. \quad (3.5)$$

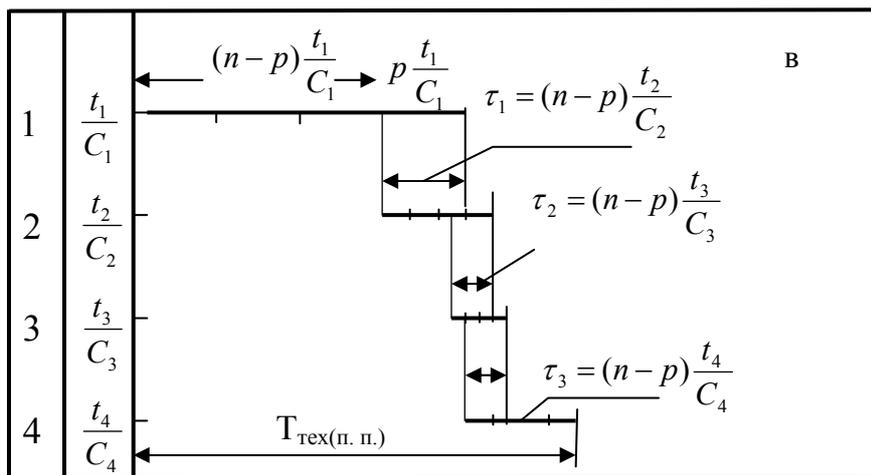
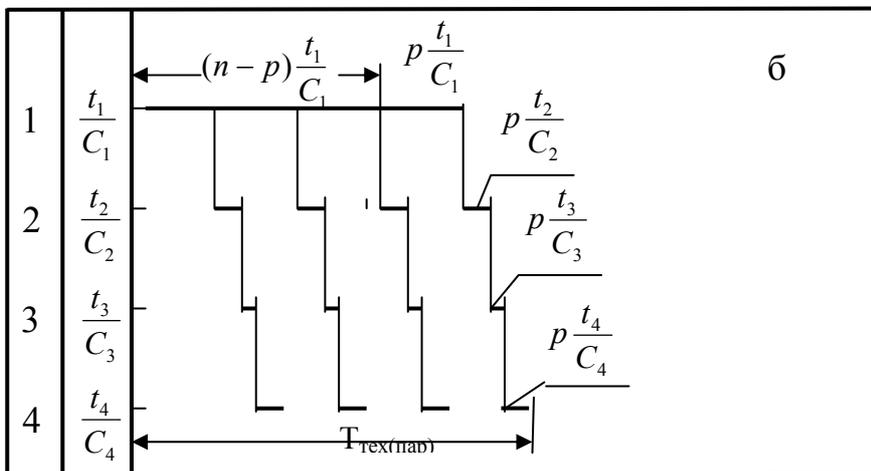
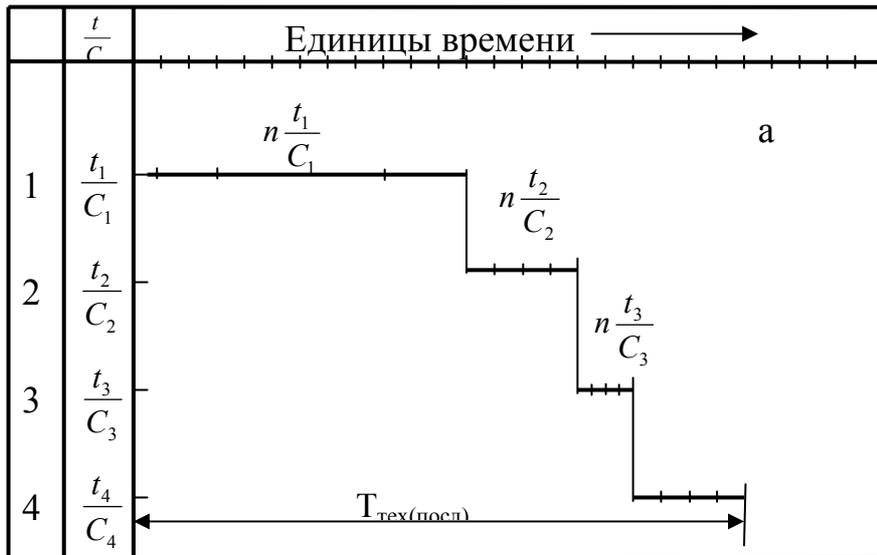


Рис. 3.18. График технологических циклов при различных видах движений предметов труда по операциям:
 а – последовательный; б – параллельный; в – параллельно-последовательный.

Таким образом, длительность технологического цикла при параллельно-последовательном виде движения определяется по формуле

$$\begin{aligned}
 T_{mex}^{нар-носл} &= T_{mex}^{носл} - \sum_{i=1}^{m-1} \tau_{i,i+1} = \\
 &= n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right) - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t}{c} \right) коп(i, i+1).
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

Различные виды движения предметов труда по операциям имеют свои преимущества и недостатки. Каждый из них эффективно может быть применен в определенных производственных условиях.

Преимуществом **последовательного** вида движения является то, что партии изделий не дробятся. Это позволяет организовать обработку деталей на каждой операции без лишних переналадок оборудования, упрощается также календарное планирование и диспетчирование производства. Однако при значительных партиях и высокой трудоемкости и материалоемкости изделий используются значительные средства в производстве, что приводит к ухудшению технико-экономических показателей. Длительность производственного цикла максимальна. Поэтому в серийном, крупносерийном и массовом производстве этот вид движения применять нецелесообразно. Последовательный вид движения предметов труда наиболее эффективен в условиях мелкосерийного и единичного производства, а именно при небольших партиях изделий и невысокой трудоемкости операций, где перерывы партионности незначительны.

При **параллельном** виде движения перерывы партионности резко уменьшаются, так как детали обрабатываются и передаются на последующие операции передаточными партиями. Длительность перерывов партионности уменьшается прямо пропорционально уменьшению размера передаточной партии, достигая минимума при поштучной передаче. Длительность производственного цикла сокращается до минимума. Однако существенным недостатком параллельного вида движения является то, что при различной трудоемкости операций не удастся достичь непрерывной обработки деталей, наиболее производительное оборудование простаивает, рабочие не полностью загружены (см. рис. 3.18 б). Поэтому параллельный вид движения допустим лишь в порядке исключения при острой дефицитности отдельных деталей или сборочных единиц. Если же удастся спроектировать производственный процесс так, чтобы достичь синхронизации

операций, т.е. выдержать условие $\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \dots = \frac{t_m}{c_m}$, то это позволяет

избежать перерывов на всех операциях. В данном частном случае параллельный вид движения является идеальным с точки зрения организации производства. Если операции синхронизированы, параллельный вид движения применяется при организации непрерывно-поточного производства.

Параллельно-последовательный вид движения воплощает в себе преимущества и параллельного и последовательного. Вся партия деталей обрабатывается на всех операциях непрерывно, причем перерывы партионности по сравнению с последовательным видом значительно уменьшаются, т.к. здесь имеет место параллельность операционных циклов. Однако по сравнению с параллельным видом движения он имеет более продолжительный цикл. Параллельно-последовательный вид движения целесообразно применять при больших партиях и большой трудоемкости изделий, т.е. в условиях крупносерийного производства.

Сокращение длительности производственного цикла осуществляется за счет экономии рабочего времени, а также полной ликвидации или сведения к минимуму различных перерывов.

Основными мероприятиями сокращения длительности производственного цикла являются:

- повышение технологичности конструкций изготавливаемой продукции, повышение уровня стандартизации и унификации;
- совершенствование технологических процессов, применение новых, прогрессивных процессов, внедрение скоростных режимов обработки, замена естественных процессов соответствующими технологическими операциями и т.п.;
- внедрение комплексной механизации и автоматизации производства;
- внедрение более совершенных форм и методов организации производства, организация предметных цехов и участков, поточных линий, гибких производственных систем;
- совершенствование системы планирования и управления производством, направленное на ликвидацию потерь рабочего времени и простоев оборудования;
- внедрение научной организации труда: рациональное пооперационное разделение труда, рациональная планировка рабочих мест, рациональное оснащение и обслуживание рабочих мест, улучшение организации наладочных работ и выполнение их по возможности в нерабочее время и др.

Сокращение длительности производственного цикла позволяет увеличить выпуск продукции за счет повышения эффективности использования оборудования, производственных площадей и живого труда, уменьшить размер незавершенного производства, а, следовательно, и норматив оборотных средств. В результате сокращения производственного цикла растет производительность труда, снижается себестоимость продукции и повышается рентабельность производства.

3.4. Производственная структура машиностроительных предприятий и их структурных подразделений

Под *производственной структурой* машиностроительного предприятия понимается состав цехов и служб предприятия и характер связей между ними.

В зависимости от охвата стадий жизненного цикла изделия различают комплексную и специализированную структуру предприятия.

Комплексная структура ориентируется на относительно большую часть цикла «наука – производство – потребление». Такая структура характерна для научно-производственных организаций. Она включает научно-исследовательские подразделения, цехи или производственные подразделения основного, вспомогательного и обслуживающего производства. Организации этого типа часто несут полную ответственность за разработку, производство и эксплуатационное обслуживание техники.

При *специализированной* структуре предприятие сосредоточивается на отдельной стадии жизненного цикла изделия, как правило, на выпуске продукции и включает все необходимые для этого подразделения.

Производственная структура машиностроительного предприятия определяется характером выпускаемой продукции, ее сложностью, типом производства, прежде всего номенклатурой и объемом выпуска, формами взаимосвязи с другими предприятиями (уровнем кооперирования).

В зависимости от конечной продукции, выпускаемой предприятием, различают предприятия, специализирующиеся на выпуске готовых изделий, деталей и узлов или заготовок. Соответственно этому они имеют предметную, поддетальную или технологическую специализацию.

Предприятия предметной специализации могут иметь полный технологический цикл и включать заготовительные, обрабатывающие, сборочные цехи или производства. При развитых формах кооперирования нет необходимости в существовании некоторых производственных подразделений. Так

возникли предприятия *механосборочного* типа, получающие заготовки по кооперации, или *сборочного*, ведущие лишь общую сборку изделий. Создание механосборочных и сборочных предприятий повышает уровень специализации производства, способствует увеличению объемов выпуска, а, следовательно, и повышению эффективности производства.

Предприятия, специализирующиеся на выпуске узлов и деталей, чаще всего специализируются на выпуске деталей общемашиностроительного назначения, например подшипники, поршневые кольца и др. Продукция предприятий *технологической специализации*, выпускающих литье, поковки, сварные заготовки, имеет, как правило, меньшую себестоимость по сравнению с продукцией заготовительных цехов заводов с полным технологическим циклом.

В основе организации цехов и участков предприятия лежат две формы их специализации: технологическая и предметная.

При **технологической** форме производственные подразделения специализируются на выполнении определенных технологических процессов. Например, литейные, кузнечные, термические, механические и другие цехи. При этом каждое подразделение в составе предприятия выполняет только одну, технологически изолированную фазу в производстве изделия.

Каждое подразделение оснащено оборудованием, пригодным для выполнения определенных технологических операций. Такая форма специализации имеет свои преимущества и недостатки.

Преимущества технологической формы специализации:

- высокая точность выполняемых работ, обусловленная тем, что оборудование группируется по типам, на рабочих местах постоянно выполняется одна и та же технология, легко осуществляется технологический контроль;
- равномерная загрузка оборудования;
- нечувствительность к изменению конструктивно-технологических характеристик выпускаемой продукции, т.к. производство основано на использовании универсального оборудования.

Недостатки этой формы специализации:

- увеличивается длительность производственного цикла, т.к. предметы труда проходят через несколько производственных подразделений, что требует значительного времени на транспортировку;
- усложняется оперативное регулирование производства;
- повышается себестоимость единицы продукции.

Предметная форма характеризуется тем, что производственные подразделения специализируются на изготовлении одного или нескольких

наименований однородных изделий, а также определенной группы сборочных единиц или деталей. В подразделениях предметной специализации полностью осуществляется соответствующий процесс по изготовлению закрепленных за ним предметов труда (цех редукторов, цех двигателей и т.п.). При узкой номенклатуре изготавливаемых изделий и относительно больших объемах производства такие подразделения характеризуются разнообразным оборудованием и оснасткой.

Преимущества предметной формы специализации:

- сокращается и упрощается внутризаводское кооперирование;
- создаются благоприятные условия для перехода к поточным методам производства, для внедрения комплексной механизации и автоматизации производственных процессов;
- сокращается длительность производственного цикла изготовления изделий, упрощается оперативно-производственное планирование.

Все это ведет к повышению производительности труда и снижению себестоимости продукции.

Переход от технологической к предметной форме специализации является прогрессивной тенденцией в совершенствовании производственной структуры предприятия. Внедрение гибких производственных систем является выражением этой тенденции на современном уровне развития технологического процесса.

В реальном производстве встречается также смешанная, или **предметно-технологическая** форма специализации, когда, например, в составе цехов имеют место участки и технологической и предметной специализации.

Структурной единицей цеха является производственный участок, представляющий собой группу рабочих мест, организованных по технологическому, предметному или предметно-технологическому принципу.

Рабочее место – это элементарная единица структуры предприятия, воплощающая в себя исполнителей работы, технологическое оборудование, оснастку и предметы труда.

Участки с предметной формой специализации загружены изготовлением одной или нескольких технологически родственных деталей. Это позволяет организовать так называемые предметно-замкнутые участки, а также поточные линии. Предметно-замкнутые участки характеризуются тем, что весь цикл обработки по группе закрепляемых деталей осуществляется в пределах данного участка. При организации предметно-замкнутых участков возникает необходимость выполнения разнородных технологических операций с применением различного оборудования, которое размещается по ходу технологического

процесса. Преимущества предметной формы специализации имеют место особенно при организации предметно-замкнутых участков и поточных линий.

Технологическая форма специализации производственных участков характерна для цехов единичного и мелкосерийного производства, а *предметная* – для цехов серийного и массового производства. При этом в цехах могут быть созданы участки как предметной, так технологической специализации.

Практическое занятие № 1

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ВО ВРЕМЕНИ

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по расчету длительности производственного цикла изготовления партии деталей в зависимости от вида движения деталей между операциями.

Задание

1. определить аналитически и графически длительность операционного цикла обработки партий деталей из 5 шт. для последовательной, параллельной и последовательно-параллельной системы запуска и обработки деталей для технологического процесса, представленного в табл. 3.28, при условии, что каждая операция выполняется на одном станке;

2. определить аналитическим методом, как изменится длительность операционного цикла при последовательно-параллельной системе запуска и обработки деталей, если операция с максимальной длительностью будет разделена на две, равные по продолжительности;

3. определить аналитическим и графическим методом, как изменится длительность операционного цикла, если операция с максимальной длительностью будет выполняться на двух станках (система запуска и обработки деталей параллельная).

Краткие теоретические сведения

Организация производственного процесса во времени характеризуется структурой производственного цикла и его длительностью. Время между началом и окончанием производственного процесса изготовления одного изделия (заготовки, детали, сборочной единицы) или партии изделий называется длительностью производственного цикла.

При решении задачи рационального построения производственного процесса во времени следует обратить внимание на факторы, влияющие на длительность производственного цикла. Если в производстве одновременно

обрабатывается партия однородных деталей, то на длительность производственного цикла влияют следующие факторы:

- количество деталей в партии;
- нормы времени на выполнение технологических операций;
- вид движения предметов труда по операциям;
- время перерывов в производстве в связи с регламентом работы, а также в связи с пролеживанием изделий между операциями.

Основной составляющей длительности производственного цикла является время выполнения технологических операций (операционный цикл), длительность которого, в первую очередь, зависит от вида движения партии изделий. Возможны три вида движения предметов труда по операциям:

- последовательный;
- параллельный;
- параллельно-последовательный.

При выборе той или иной системы необходимо стремиться к тому, чтобы был обеспечен как можно более высокий уровень непрерывности производства при использовании организационных преимуществ, вытекающих из уровня серийности.

Длительность операционного цикла может быть определена либо графическим, либо аналитическим методом.

Графически длительность цикла определяется с использованием системы координат. При этом по оси ординат откладывается количество операций, а по оси абсцисс – время выполнения технологических операций.

Последовательный вид движения характеризуется тем, что обрабатываемая партия деталей передается на последующую операцию только после полного окончания ее обработки на предыдущей операции.

Длительность технологического цикла равна сумме отрезков времени, необходимых на обработку всей партии деталей на каждой операции и определяется по формуле

$$T_{mex}^{носл} = n \sum_{i=1}^m t_i, \quad (3.8)$$

где $T_{mex}^{носл}$ – длительность технологического цикла, мин; m – количество операций в технологическом процессе; t_i – норма времени на i -ой операции, мин; n – количество деталей в партии, шт.

При наличии на какой-либо операции параллельных рабочих мест длительность технологического цикла для данной системы запуска и обработки деталей может быть определена по формуле

$$T_{mex}^{носл} = n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right), \quad (3.9)$$

где c_i – количество рабочих мест (оборудования) на i -ой операции.

При **последовательном** виде движения деталей оборудование в процессе обработки данной партии деталей работает без перерыва.

Чтобы обеспечить более высокий уровень непрерывности в движении материала и тем самым сократить до минимума пролеживание деталей до и после их обработки, целесообразно применять *параллельный вид движения*. Эта форма характеризуется тем, что движение каждой отдельной детали партии не зависит от движения всей партии. Деталь передается с одного рабочего места на другое, не ожидая окончания обработки всей партии.

При **параллельном** построении процесса, по сравнению с последовательным, при прочих равных условиях длительность производственного цикла сокращается. Однако следует иметь в виду, что в случае, если операции по своей длительности не равны, при отсутствии возможности для расширения фронта работ на рабочих местах возникают простои. А если одна операция выполняется несколькими станками, то следует учитывать и то, что наиболее продолжительная операция также может выполняться не одним станком. В этом случае длительность операционного цикла может быть сокращена еще более.

Параллельный вид движения дает наибольший экономический эффект тогда, когда время операции равно или кратно друг другу. В этом случае обеспечивается полная согласованность уровня серийности и непрерывности. В противном случае применять параллельное движение нецелесообразно.

Построение графика параллельного вида осуществляется в следующей последовательности:

- откладывается время выполнения всех операций над одной первой деталью;
- откладывается время обработки всех деталей на самой продолжительной (главной) операции за исключением одной, уже учтенной детали;
- пристраиваются остальные операции для каждой детали вверх и вниз от самой продолжительной операции таким образом, чтобы не нару-

шить основной принцип параллельной системы (непрерывная обработка каждой детали).

Аналитически длительность технологического цикла при параллельном виде движения определяется по формуле

$$T_{mex}^{nap} = p \sum_{i=1}^m t_i + (n - p)t_{\max}, \quad (3.10)$$

где p – количество деталей в передаточной партии, равное наибольшему числу параллельных рабочих мест на операциях в данном технологическом процессе; t_{\max} – время наибольшей по продолжительности операция в технологическом процессе.

При наличии параллельных рабочих мест длительность технологического цикла определяется по формуле

$$T_{mex}^{nap} = p \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right) + (n - p) \left(\frac{t}{c} \right)_{\max}, \quad (3.11)$$

где $\left(\frac{t}{c} \right)_{\max}$ – максимальное по величине отношение, мин.

Параллельно-последовательный вид движения предполагает непрерывную обработку всей партии деталей на каждой операции при поштучной или партионной передаче с операции на операцию.

При построении графика параллельно-последовательного вида движения сначала откладывается время выполнения первой операции над всей партией деталей.

Далее необходимо постоянно сравнивать смежные операции друг с другом по продолжительности и руководствоваться следующим правилом:

– если за меньшей по длительности операцией идет большая, то начало работ на следующей (большей) операции совпадает по времени с моментом окончания работы над первой деталью партии на меньшей операции;

– если за большей по длительности операцией идет меньшая, то построение ведется от точки окончания обработки всей партии на большей операции, причем вправо откладывается отрезок, равный времени обработки одной последней детали, а влево – отрезок времени для оставшихся $(n - 1)$ деталей.

Аналитически длительность технологического цикла определяется по формуле

$$T_{\text{тех}}^{\text{нар-посл}} = n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right) - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t}{c} \right) \text{кор}(i, i+1), \quad (3.12)$$

где $\sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t}{c} \right) \text{кор}(i, i+1)$ – сумма наиболее коротких норм времени по каждой паре смежных операций, мин.

Исходные данные к расчету (табл. 3.30).

Таблица 3.30

Нормы времени на выполнение операций по вариантам, мин

№ операции	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	1	1	3	2	2	1	3	1	2	2	1	3	1	2
2	1	3	4	4	1	1	2	1	2	4	3	5	2	3	3
3	4	2	2	1	4	2	1	4	4	2	1	4	4	2	1
4	3	4	2	2	3	4	5	2	1	3	4	2	1	4	4
5	2	2	3	1	1	3	3	1	3	1	2	1	2	1	1

Содержание отчета: название и цель работы, расчет длительности технологического цикла обработки партии деталей для последовательной, параллельной и последовательно-параллельной системы запуска и обработки деталей аналитическим методом, графики длительности технологического цикла обработки партии деталей для последовательной, параллельной и последовательно-параллельной системы запуска и обработки деталей.

Контрольные вопросы

1. Понятие производственного процесса
2. Основные факторы, определяющие характер производственного процесса
3. Структура производственного процесса
4. Стадии технологического процесса
5. Определение технологической операции
6. Классификация технологических операций
7. Основные принципы рациональной организации производственных процессов
8. Типы производства и их характеристика

9. Основные показатели эффективности организации производства
10. Основные показатели прогрессивности и качества продукции
11. Понятие и расчет уровня механизации и уровня автоматизации производства
12. Определение производственного цикла
13. Структура производственного цикла
14. Виды сочетания операционных циклов и их характеристика
15. Понятие производственной структуры машиностроительного предприятия
16. Преимущества технологической формы специализации
17. Преимущества предметной формы специализации

Тематика исследований и рефератов

1. Структура производственного процесса
2. Понятие производственного процесса и основные принципы их рациональной организации
3. Техничко-экономическая характеристика типов производств
4. Характеристика гибких производственных систем
5. Производственная структура машиностроительных предприятий

Тестовые задания

Тест 3.1

1. Что понимается под принципом непрерывности?

- a) сокращение всех перерывов, как в использовании трудовых и технических ресурсов, так и в продвижении предметов труда в процессе производства;
- b) равенство пропускных способностей всех подразделений предприятия (цехов, участков, рабочих мест) по выпуску продукции, определенной заданиями плана;
- c) одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса, т.е. создание широкого фронта работ по изготовлению данного изделия;
- d) обеспечение кратчайшего пути прохождения изделием всех стадий и операций производственного процесса – от запуска в производство исходных материалов до выхода готовой продукции.

2. Что понимается под принципом параллельности?

- a) обеспечение кратчайшего пути прохождения изделием всех стадий и операций производственного процесса – от запуска в производство исходных материалов до выхода готовой продукции;

- b) равенство пропускных способностей всех подразделений предприятия (цехов, участков, рабочих мест) по выпуску продукции, определенной заданиями плана;
- c) сокращение всех перерывов, как в использовании трудовых и технических ресурсов, так и в продвижении предметов труда в процессе производства;
- d) одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса, т.е. создание широкого фронта работ по изготовлению данного изделия.

3. Что понимается под принципом прямоточности?

- a) одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса, т.е. создание широкого фронта работ по изготовлению данного изделия;
- b) равенство пропускных способностей всех подразделений предприятия (цехов, участков, рабочих мест) по выпуску продукции, определенной заданиями плана;
- c) обеспечение кратчайшего пути прохождения изделием всех стадий и операций производственного процесса – от запуска в производство исходных материалов до выхода готовой продукции;
- d) сокращение всех перерывов, как в использовании трудовых и технических ресурсов, так и в продвижении предметов труда в процессе производства.

4. Что понимается под принципом пропорциональности?

- a) равенство пропускных способностей всех подразделений предприятия (цехов, участков, рабочих мест) по выпуску продукции, определенной заданиями плана;
- b) сокращение всех перерывов, как в использовании трудовых и технических ресурсов, так и в продвижении предметов труда в процессе производства;
- c) одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса, т.е. создание широкого фронта работ по изготовлению данного изделия;
- d) обеспечение кратчайшего пути прохождения изделием всех стадий и операций производственного процесса – от запуска в производство исходных материалов до выхода готовой продукции.

5. В каких случаях возникают простои рабочих мест при параллельном виде движения предметов труда?

- a) вследствие пролеживания предметов труда между операциями;
- b) вследствие межсменного пролеживания;
- c) вследствие поштучной передачи предметов труда с операции на операцию;
- d) вследствие различий в длительности операций.

6. Определить длительность технологического цикла

- при параллельном виде движения предметов труда;
- при последовательном виде движения предметов труда;
- при параллельно-последовательном виде движения предметов труда

$$\text{a) } n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right); \quad \text{b) } p \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right) + (n - p) \left(\frac{t}{c} \right) \max;$$

$$\text{c) } n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{c_i} \right) - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t}{c} \right) \text{кор}(i, i+1),$$

где n, m – количества деталей в партии и операций в технологическом процессе соответственно; t_i – норма времени на i -ой операции; $\left(\frac{t}{c} \right) \max$ –

максимальное по величине отношение; $\sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t}{c} \right) \text{кор}(i, i+1)$ – сумма наиболее

коротких штучных времён из каждых двух смежных операций.

7. Охарактеризовать

- параллельный вид движения предметов труда;
 - последовательный вид движения предметов труда;
 - параллельно-последовательный вид движения предметов труда:
- при изготовлении партии деталей каждая последующая операция начинается только после выполнения предыдущей операции над всей обрабатываемой партией;
 - при изготовлении партии деталей каждая деталь передается на последующую операцию немедленно после окончания обработки на предшествующей операции;
 - при изготовлении партии деталей выполнение последующей операции начинается до окончания обработки всей партии предшествующей операции;
 - при изготовлении партии деталей выделяется наиболее сложная деталь, перемещение которой с операции на операцию организуется без пролеживания.

8. Определить длительность производственного цикла

- $T_{ц} = T_{\text{тех}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{контр}} + T_{\text{пер}}$;
- $T_{ц} = T_{\text{тех}} + T_{\text{ест}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{пер}}$;
- $T_{ц} = T_{\text{тех}} + T_{\text{ест}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{контр}} + T_{\text{пер}}$;
- $T_{ц} = T_{\text{тех}} + T_{\text{ест}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{контр}}$.

где T_{mex} – время выполнения технологических операций; $T_{ест}$ – время естественных процессов; $T_{тр}$ – время транспортных операций; $T_{контр}$ – время контрольных операций; $T_{пер}$ – время перерывов, обусловленное режимом работы предприятия и ожиданием обработки деталей.

9. Как выразить часовую длительность производственного цикла в календарных днях при работе предприятия в две смены по 8 ч, если число рабочих дней в году – 260?

- а) $часы \cdot 365 / 2 \cdot 8 \cdot 260$; б) $часы \cdot 260 / 2 \cdot 8 \cdot 365$;
 в) $часы \cdot 260 \cdot 2 \cdot 8 / 365$; д) $часы \cdot 365 \cdot 2 \cdot 8 / 260$.

10. Как строится график:

- при последовательном виде движения предметов труда;
- при параллельно-последовательном виде движения;
- при параллельном виде движения предметов труда;
- при непрерывном синхронизированном процессе.

- а) сначала строится график движения первой детали из партии. Затем по наименьшей операции строится непрерывный процесс, и достраиваются операционные циклы для всех других деталей;
- б) строятся операционные циклы по каждой операции для всей партии;
- в) рассматриваются два варианта движения деталей: когда длительность цикла на предшествующей операции меньше, чем на последующей, и наоборот. В первом случае график строится с последней детали партии, во втором – с первой детали партии.

11. Равенство, которое обеспечивает получение непрерывного синхронизированного процесса, выражается одной из формул

а) $t_1 \cdot c_1 = t_2 \cdot c_2 = \dots = t_i \cdot c_i = \dots = t_m \cdot c_m = \text{const}$;

б) $\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \dots = \frac{t_m}{c_m} = \text{const}$,

в) $\frac{t_1}{r} = \frac{t_2}{r} = \dots = \frac{t_i}{r} = \dots = \frac{t_m}{r} = \text{const}$;

д) $\frac{r}{c_1} = \frac{r}{c_2} = \dots = \frac{r}{c_i} = \dots = \frac{r}{c_m} = \text{const}$,

где t_i – норма времени на i –ой операции. ($i = 1...m$); c_i – число рабочих мест на i -ой операции; r – такт потока.

12. Какой график разрабатывается для определения общего производственного цикла изготовления сложной продукции с взаимной увязкой во времени отдельных его элементов (деталей, сборочных единиц, изделия)?

- a) цикловой;
- b) синхронизированный;
- c) параллельный;
- d) последовательный.

Тест 3.2

1. Какие подразделения составляют общую структуру предприятия?

- a) обслуживающие хозяйства и побочные цехи, вспомогательные и основные цехи, органы управления, блок питания, библиотека, здравпункт;
- b) основные цехи, вспомогательные цехи, обслуживающие хозяйства, побочные цехи;
- c) основные цехи, обслуживающие хозяйства, вспомогательные цехи, органы управления;
- d) обслуживающие хозяйства, органы управления, блок питания, библиотека, здравпункт.

2. Какие подразделения включает производственная структура предприятия?

- a) обслуживающие хозяйства, органы управления, блок питания, библиотека, здравпункт;
- b) основные цехи, вспомогательные цехи, обслуживающие хозяйства, побочные цехи;
- c) основные цехи, обслуживающие хозяйства, вспомогательные цехи, органы управления;
- d) обслуживающие хозяйства и побочные цехи, вспомогательные и основные цехи, органы управления, блок питания, библиотека, здравпункт.

3. Какой фактор не определяет производственную структуру?

- a) характер производственного процесса;
- b) объем выпуска продукции и трудоемкость ее изготовления;
- c) степень специализации предприятия;
- d) состав и характер органов управления.

4. При смешанной структуре цехи создаются:

- a) по принципу технологической однородности выполняемых работ;
- b) по отдельным переделам по признаку изготовления каждым из них либо определенного изделия, либо части его;
- c) заготовительные производства – по принципу технологической однородности выполняемых работ, а обрабатывающие и выпускающие объединяются в предметно-замкнутые звенья;
- d) заготовительное производство – по предметному, а обрабатывающее – по технологическому принципу.

5. Как создаются цехи при технологической структуре?

- a) по принципу технологической однородности выполняемых работ;
- b) заготовительное производство – по предметному, а обрабатывающее – по технологическому принципу;
- c) по отдельным переделам по признаку изготовления каждым из них либо определенного изделия, либо части его;
- d) заготовительные производства – по принципу технологической однородности выполняемых работ, а обрабатывающие и выпускающие объединяются в предметно-замкнутые звенья.

6. Как создаются цехи при предметной структуре?

- a) заготовительные производства – по принципу технологической однородности выполняемых работ, а обрабатывающие и выпускающие объединяются в предметно-замкнутые звенья;
- b) по отдельным переделам по признаку изготовления каждым из них либо определенного изделия, либо части его;
- c) заготовительное производство – по предметному, а обрабатывающее – по технологическому принципу.
- d) по принципу технологической однородности выполняемых работ.

7. Какой цех не является вспомогательным?

- a) электроремонтный;
- b) ремонтно-механический;
- c) инструментальный;
- d) заготовительный.

8. Какие подразделения включает корпусная структура?

- a) корпуса, цехи, участки;
- b) цехи, участки;
- c) участки;
- d) корпуса, участки.

9. Какие подразделения включает цеховая структура?

- a) цехи, участки;
- b) корпуса, участки;
- c) участки;
- d) корпуса, цехи, участки.

10. Какие подразделения включает бесцеховая структура?

- a) корпуса, участки;
- b) участки;
- c) корпуса, цехи, участки;
- d) цехи, участки.

11. Что понимается под общей структурой предприятия?

- a) состав производственных подразделений и организаций по управлению предприятием, их количество, величина и соотношение по численности работников, по размеру занятых площадей и пропускной способности;
- b) состав производственных подразделений и организаций по обслуживанию работников, их количество, величина и соотношение по численности работников, по размеру занятых площадей и пропускной способности;
- c) состав производственных подразделений и организаций по управлению предприятием и по обслуживанию работников, их количество, величина и соотношение по численности работников, по размеру занятых площадей и пропускной способности;
- d) состав производственных подразделений, их количество, величина и соотношение по численности работников, по размеру занятых площадей и пропускной способности.

12. Что понимается под производственной структурой предприятия?

- a) состав производственных подразделений и организаций по управлению предприятием и по обслуживанию работников, их количество, величина и соотношение по численности работников, по размеру занятых площадей и пропускной способности;
- b) состав производственных подразделений и организаций по обслуживанию работников, их количество, величина и соотношение по численности работников, по размеру занятых площадей и пропускной способности;
- c) состав производственных подразделений, их количество, величина и соотношение по численности работников, по размеру занятых площадей и пропускной способности;
- d) состав производственных подразделений и организаций по управлению предприятием, их количество, величина и соотношение по численности работников, по размеру занятых площадей и пропускной способности.

13. Какой цех не является основным?

- a) литейный;
- b) заготовительный;
- c) инструментальный;
- d) механический.

14. Какого типа производственной структуры не существует?

- a) технологического;
- b) предметного;
- c) смешанного;
- d) универсального.

16. Производственная структура какого цеха организована по технологическому признаку?

- a) крупного литья;
- b) кузнечного;
- c) втулок;
- d) моторов.

17. Производственная структура какого цеха организована по предметному признаку?

- a) втулок;
- b) крупного литья;
- c) моторов;
- d) кузнечного.

18. Какое направление не относится к совершенствованию производственной структуры предприятия?

- a) выбор рационального принципа построения и планировки цехов и производственных участков;
- b) обеспечение рационального соотношения и пропорциональности между основными, вспомогательными и обслуживающими подразделениями;
- c) создание предметно-замкнутых подразделений и развитие функциональной специализации;
- d) укрупнение и выбор органов управления предприятием и рациональное соотношение между организациями по обслуживанию работающих.

19. Какой из указанных процессов относится к вспомогательным?

- a) литье;
- b) горячая ковка;
- c) изготовление инструмента;
- d) сборка деталей в узлы.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1. Признаки, преимущества и классификация поточного производства

Поточные методы производства давно и прочно вошли в практику работы промышленных предприятий. В настоящее время в условиях поточного производства производится большое разнообразие различных видов продукции. При организации поточного производства создаются благоприятные предпосылки для оптимального разделения труда, для комплексной автоматизации производственных процессов, что ведет к повышению производительности труда, улучшению качества продукции и снижению ее себестоимости.

Поточным называется производство, в котором процесс изготовления какого-либо изделия осуществляется с установленным для него тактом (ритмом), для чего длительность обработки (сборки) каждой единицы на всех операциях синхронизируется, что обеспечивает непрерывную связь отдельных операций.

Характерными признаками поточного производства являются:

1. Массовость выпуска продукции в течение более или менее длительного периода времени.

2. Расчленение процесса изготовления продукта на простые операции и закрепление их в пространстве за отдельными специализированными орудиями труда или рабочими местами.

3. Пространственное расположение оборудования или рабочих мест друг за другом в порядке последовательности операций, так что исключаются встречные перемещения предметов труда при их обработке.

4. Немедленная (т.е. без межоперационных пролеживаний) передача предметов на следующую операцию по мере их обработки на предыдущей.

5. Применение для межоперационного перемещения предметов специальных транспортных средств, обеспечивающих определенную скорость перемещения, а, следовательно, и темп выполнения отдельных операций, и общую продолжительность процесса изготовления единицы продукции.

Первичным звеном поточного производства является поточная линия, которая представляет собой совокупность рабочих мест, предназначенных для обработки или сборки изделий одного или нескольких наименований конструктивно и технологически однородных.

В различных отраслях применяются разнообразные формы поточных линий. Разнообразие этих форм поточных линий обуславливается степенью специализации предприятий, объемом выпуска, уровнем техники и технологии производства и другими факторами.

Поточные линии могут быть классифицированы по ряду признаков (рис. 4.19).

По **номенклатуре** обрабатываемых изделий поточные линии подразделяется на *однопредметные* и *многопредметные*.

На *однопредметной* поточной линии обрабатывается одно изделие в течение длительного периода времени. Для изготовления изделия другого типоразмера необходима перестройка поточной линии.

Однопредметные поточные линии применяются в массовом или крупносерийном производстве, когда выпуск изделий организован в больших количествах в течение длительного периода времени.

Многопредметные поточные линии обеспечивают изготовление нескольких однородных изделий. Смена изготавливаемых на линии изделий может осуществляться переналадкой оборудования всех или части рабочих мест линии и изменения режима ее работы, такие линии применяются в серийном производстве. Поэтому иногда их называют серийно-поточными линиями.

По степени **непрерывности производства** различают: *непрерывные* и *прерывные* поточные линии.

На *непрерывно-поточных* линиях изделие перемещается с операции на операцию без пролеживания с помощью механизированных или автоматизированных транспортных устройств – конвейеров – через одинаковый промежуток времени, равный такту или ритму потока. При этом длительность всех операций технологического процесса на данном рабочем месте равна или кратна этому промежутку времени (такту).

Тактом называют интервал времени между последовательным выпуском двух одноименных деталей или изделий с поточной линии.

Величина такта зависит от размеров программы и фонда времени работы поточной линии и определяется по формуле

$$r = \frac{60 \cdot F_{\partial}}{N}, \quad (4.1)$$

где F_{∂} – действительный фонд времени работы поточной линии в плановом периоде, ч; N – программа выпуска деталей, шт.

Величина обратная такту, называется *темпом поточной линии* и выражается формулой $r' = 1/r$. Темп характеризует количество изделий, выпускаемых в единицу времени.



Рис. 4.19. Схема классификации основных видов поточных линий

Термин «ритм» применяют для обобщенной характеристики периодичности повторения запуска или выпуска изделий, а также для обозначения промежутка времени между выпуском двух партий одинаковых деталей или изделий.

На поточной линии с пооперационной передачей деталей партиями величина ритма R_p определяется по формуле

$$R_p = r \cdot p, \quad (4.2)$$

где p – размер передаточной партии.

Прерывнопоточные, или прямоточные линии имеют место в тех случаях, когда отсутствует возможность достижения полной синхронизации операций и соответствующего выравнивания производительности рабочих мест. При этой форме организации поточного производства на переходах с одной операции на другую создаются межоперационные заделы деталей. В этом случае примене-

ние конвейеров для передачи деталей затруднено, поэтому чаще всего используются устройства: скаты, склизы, лотки, рольганги и др.

По способу поддержания такта (ритма) различают линии с *регламентированным* и *свободным* ритмом.

На линиях с *регламентированным* ритмом такт потока строго поддерживается при помощи конвейеров, перемещающих изделия с определенной скоростью.

Для этой цели используются различные виды конвейеров: ленточный, пластинчатый, подвесной цепной, роликовый и др.

На линиях со *свободным* ритмом такт потока строго не регламентируется во времени, и передача изделий может производиться с небольшими отклонениями от установленного (расчетного) ритма. Поддержание ритма работы поточной линии входит в обязанность мастеров и рабочих. Для компенсации непродолжительных задержек в передаче изделий с операции на операцию, на рабочих местах должен быть создан незначительный запас (задел) изделий. В качестве транспортных средств для передачи деталей от станка к станку, могут применяться склизы, электро- и автокраны и др.

Организация поточных линий предъявляет специфические требования как к планировке рабочих мест на самой линии, так и отдельных производственных участков, обслуживающих данную поточную линию. Основным требованием планировки поточной линии является расположение рабочих мест в последовательности технологического процесса.

В практике применяются различные формы планировки и зависят от площади производственного здания, конструкции обрабатываемой детали, используемого оборудования, вида применяемых транспортных средств и др.

Средства межоперационного транспорта, применяемые на поточных линиях, весьма разнообразны, и их выбор зависит от габаритов, конфигурации, веса изделия, от выполнения технологической операции (выполнение на транспортном устройстве или со снятием и переносом на верстак или станок), необходимости и способа крепления предмета труда, рода выполняемой операции, от особенностей производственного помещения (высоты, расположения колонн и т.д.).

В зависимости от способа поддержания ритма все транспортные средства делятся на две группы. К **первой** относятся те, которые обслуживают поточные линии, работающие со свободным ритмом, ко второй – обслуживающие поточные линии с регламентным ритмом.

Первую группу, в свою очередь, можно разделить на *немеханизированные* и *механизированные* транспортные средства.

К *немеханизированным* транспортным средствам относятся рольганги, различного рода ручные тележки, столы, стеллажи, конструкции, которые должны отвечать особенностям деталей, сборочных единиц, изделий. В механических цехах для перемещения деталей от станка к станку могут применяться склизы и скаты.

К *механизированным* транспортным средствам поточных линий, работающим со свободным ритмом, относятся различного рода транспортеры (ленточные и пластинчатые), электро- и автокары, пневматические подъемники и т.п.

Выбор транспортных средств определяется характером организации производственного процесса. В этой связи транспортные средства бывают полностью и частично механизированные. Частично механизированные используются только для передвижения предметов труда, и полностью механизированные, служащие не только для передвижения предметов труда, но и для загрузки станка, т.е. для установки предмета труда на станке в рабочее положение и для последующего съема и укладки на транспортное устройство после окончания обработки. Полностью механизированные транспортные средства применяются на автоматических поточных линиях.

Среди *частично механизированных* транспортных устройств следует выделить:

- транспортные конвейеры, которые служат для перемещения предмета труда, а работа по выполнению операции совершается возле них;
- рабочие конвейеры, на которых предмет труда не только перемещается, но и подвергается обработке или сборке.

Из числа транспортных конвейеров следует выделить *конвейеры с адресованием грузов*.

Сущность этих устройств заключается в том, что при наличии на поточной линии параллельных рабочих мест предметы труда на конвейере располагаются в специально размеченных зонах и предназначены к перемещению на определенное заранее рабочее место (одно из параллельных).

Полная механизация межоперационного транспорта поточных линий осуществляется на базе автоматизации производства, что по своему существу знаменует появление автоматической системы машин в виде автоматических линий.

Таким образом, **особенности** транспортных средств поточных линий определяются:

- особенностью конструкций изделия и технологическим процессом его изготовления;

– в цехах лакокрасочных и гальванопокрытий используются подвесные конвейеры;

– в механических цехах – лотки (склизы), тележки, рольганги и др.

При сборке малых по габаритам изделий применяются ленточные конвейеры, представляющие собой прорезиненную ленту, проходящую через два барабана, один из которых приводится в движение электродвигателем.

Различают рабочие и распределительные конвейеры.

Рабочие конвейеры предназначены для транспортировки и выполнения операций непосредственно на их несущей части. Рабочие конвейеры с *непрерывным* движением, например, автосборочные позволяют выполнять операции во время движения конвейера. Если по условиям технологического процесса операции должны выполняться при неподвижном объекте, применяют конвейеры с *пульсирующим* движением. В этом случае привод конвейера автоматически включается только на время, необходимое для перемещения изделий на следующую операцию.

Распределительные конвейеры применяют на поточных; линиях с выполнением операций на стационарных рабочих местах, когда для поддержания ритмичности необходимо обеспечить четкое адресование предметов труда по рабочим местам.

4.2. Особенности организации и расчет основных параметров поточных линий

На поточных линиях со свободным ритмом движения передача отдельных изделий может производиться с небольшими отклонениями от установленного (расчетного) ритма работы линии, В этом случае соблюдение установленного ритма может обеспечиваться строго определенной производительностью первой операции или запуском в обработку изделий на этой операции или запуском в обработку изделий на этой операции через установленный ритм. В некоторых случаях поддержание ритма производится подачей через определенные промежутки времени световых или звуковых сигналов.

С организационной формой поточной линии тесно связаны ритм ее работы и производственный цикл. Поэтому при выборе поточной линии всегда требуется проведение предварительного анализа и обоснования.

Для обеспечения ритмичной работы поточной линии необходима *синхронизация операций*, которая достигается путем создания равенства или кратности операционного времени такту потока; то есть должно соблюдаться условие

$$\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \dots = \frac{t_i}{c_i} = \dots = \frac{t_m}{c_m} = r, \quad (4.3)$$

где r – такт поточной линии; t_i – норма времени на i -ой операции; ($i = 1 \dots m$); c_i – число рабочих мест на i -ой операции ($i = 1 \dots m$).

Синхронизацию подразделяют на предварительную и окончательную. *Предварительная* синхронизация обычно выполняется на стадии проектирования поточной линии. В этом случае длительность операции обработки детали может отклоняться от величины такта не более чем на 10 – 12 %. *Окончательная* синхронизация достигается в период наладки или освоения линии в реальных производственных условиях. Окончательная синхронизация проводится:

- перераспределением переходов на смежных операциях, объединением или расчленением операций;
- использованием механических и пневматических зажимов деталей;
- повышением режимов обработки (скорости резания, подачи глубины);
- уменьшением припусков на обработку;
- улучшением организации труда на рабочем месте;
- изменением конструкций деталей и узлов;
- подбором и комплектованием групп деталей.

На сборочных работах синхронизацию сравнительно легко можно произвести за счет *дробления* операций и *перераспределения* переходов.

Если в результате всестороннего рассмотрения различных путей синхронизации операций произвести ее не удастся, то следует остановиться на *прерывнопоточной* линии механической обработки деталей.

При проектировании поточной линии (ПЛ) необходимо:

- определить программу выпуска и запуска деталей;
- обеспечить правильный выбор оборудования;
- рассчитать основные параметры линии (такт потока, количество оборудования, рабочих и др.);
- осуществить мероприятия по синхронизации операций;
- выбрать транспорт и разработать планировку линий;
- разработать стандарт-план линии.

Организация работы и оперативное планирование зависят от разновидности поточной линии.

Для каждой *непрерывнопоточной* линии (НПЛ) необходимо разработать стандарт-план работы, который регламентирует расстановку рабочих по операциям, определяет загрузку рабочих и оборудования. Перед построением стандарт-плана выявляется возможность многостаночной

параллельной работы. Стандарт-план определяет способ и период передачи деталей с операции на операцию, периодичность и количество подач заготовок на первую операцию.

Стандарт-план *прерывнопоточной* линии (ППЛ) имеет существенные отличия. Он составляется на определенный отрезок времени, который называется периодом обхода или периодом обслуживания линии. В стандарт-плане регламентируется расстановка рабочих по операциям, устанавливается, какие операции и в какой последовательности выполняет каждый рабочий, определяется загрузка рабочих и оборудования. Он позволяет выявить возможность последовательного многостаночного обслуживания станков на линии одним рабочим.

На основании стандарт-плана уточняется количество рабочих, необходимых для обслуживания линии, устанавливается способ и периоды передачи деталей с операции на операцию, виды и размер заделов между операциями, порядок их расходования и восполнения.

При разработке стандарт-плана ППЛ, большое значение имеет правильное определение периода обхода, так как от этого зависят показатели работы линии. При выборе *периода обхода* следует руководствоваться следующим:

- выпуск деталей за период обхода по всем операциям технологического процесса должен быть одинаковым или кратным дневному заданию;
- длительный период обхода обуславливает увеличение задела на линии;
- короткий период обхода вызывает необходимость частных переходов рабочих и соответственное увеличение потерь времени на них;
- период обхода должен быть равным или кратным периоду смены инструмента, кратным продолжительности смены.

На *поточных линиях* различают следующие виды заделов:

- по назначению и характеру образования – технологический, транспортный, оборотный, страховой.
- по месту образования – линейные или межоперационные, заделы, межлинейные (между смежными линиями в пределах одного цеха) или межцеховые (когда смежные линии находятся в разных цехах).

Технологический задел – это количество деталей, находящихся в данный момент в процессе обработки, или заготовок, установленных на станках

$$z_{mex} = \sum_{i=1}^{c_o} n_{ycmi} \quad (4.4)$$

где c_o – количество рабочих мест (станков) на линии; n_{ycmi} – количество одновременно обрабатываемых деталей или установленных заготовок на i -ом рабочем месте.

Транспортный задел – количество деталей или заготовок, которые находятся в процессе передачи с одной операции на другую. Он зависит от степени синхронности смежных операций и от способа передачи деталей и заготовок:

при штучной передаче

$$z_{mp} = \sum_{i=1}^m c_i - 1; \quad (4.5)$$

при передаче партиями

$$z_{mp} = p(\sum_{i=1}^m c_i - 1), \quad (4.6)$$

где c_i – количество единиц оборудования или рабочих мест на i -ой операции; p – размер транспортной партии, шт.

Оборотный задел – количество заготовок, находящихся на рабочих местах в ожидании процесса обработки, такие заделы образуются только на прерывнопоточных линиях. Они позволяют организовать непрерывную работу на рабочих местах в течение более или менее продолжительного периода времени. Характерной чертой является изменение их величины в течение часа, смены, суток.

Оборотные заделы определяются между каждой парой смежных операций на основе стандарт-плана работы прерывнопоточных линий. Размер оборотного задела зависит от следующих факторов:

- производительность на двух смежных операциях;
- соотношение длительности этих операций с тактом линии;
- выбранный период обхода рабочих мест линии.

Для организации бесперебойной работы линии и оперативного руководства производством необходимо знать размер оборотного задела на начало смены. Наиболее рациональным методом определения оборотных заделов является графический. На основе выбранного периода обхода рабочих мест линии рассчитывается оборотный задел между каждой парой смежных операций. Для этого весь период обхода разбивается на фазы, т.е. отрезки времени, на протяжении которых не происходит изменений в работе станков, на которых ведутся смежные операции. Изменение оборотного задела между двумя смежными операциями в течение фазы рассчитывается по формуле

$$z_{обi,i+1} = T_j \left(\frac{c_i}{t_i} - \frac{c_{i+1}}{t_{i+1}} \right), \quad (4.7)$$

где T_j – продолжительность фазы, когда на смежных операциях работает неизменное число станков, мин; c_i, c_{i+1} – число работающих станков соответственно на предыдущей и последующей операциях в течение фазы; t_i, t_{i+1} – норма времени соответственно на предыдущей и последующей операциях, мин.

Значение z может быть положительным или отрицательным. Положительное значение свидетельствует об увеличении задела за время T , отрицательное об уменьшении. Максимальное значение $z_{об}$, полученное на одной из фаз периода обхода линии, принимается для отсчета и построения графика изменения оборотного задела между двумя смежными операциями. Определение максимального межоперационного оборотного задела необходимо также для расчета производственной площади, планировка рабочих мест и выявление возможности размещения задела на транспортных средствах.

Средний размер оборотного задела на линии

$$z_{об.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^{f_o} T(z_{ni} + z_{ki})}{2T_{об}}, \quad (4.8)$$

где z_{ni} – задел на начало рассматриваемого отрезка времени, шт.; z_{ki} – задел на конец того же отрезка времени, шт.; T – время, в течение которого на смежных операциях работает неизменное число станков, мин; $T_{об}$ – период обхода поточной линии, мин; f_o – число выделенных фаз в периоде обхода.

Средний оборотный задел на линии используется в расчете нормы незавершенного производства.

На прерывнопоточных линиях при поштучной передаче с операции на операцию наличие внутрилинейных оборотных заделов полностью покрывает потребность в транспортном заделе и последний отдельно не рассчитывается. Однако в некоторых случаях, когда оборотные заделы незначительны, могут быть предусмотрены транспортные заделы, которые определяются так же, как и для непрерывнопоточных линий.

Страховые заделы предназначены для обеспечения бесперебойной работы линии в тех случаях, когда на отдельных ее участках возникают нарушения нормального хода производства. Подача деталей на следую-

щую операцию задерживается, и ритмичность производства на остальной части линии нарушается.

При наличии на прерывнопоточной линии оборотных заделов страхового задел может быть частотно или полностью совмещен с оборотным заделом.

Страховой задел $z_{cmp.}$ рассчитывается на основе анализа наиболее вероятной причины возможного нарушения хода производства и в зависимости от продолжительности ликвидации последствий

$$z_{cmp.} = \frac{T_{\min}}{r}, \quad (4.9)$$

где T_{\min} – минимальное время, необходимое для восстановления нарушенной работы на данной операции, мин; r – такт потока, мин.

Страховой задел на линии в целом будет равен сумме страховых заделов после операций с наиболее сложными условиями работы.

Суммарный задел на линии равен сумме установленных для данной линии технологического, транспортного, оборотного и страхового заделов с учетом возможного их совмещения.

В основе организации и расчета многопредметных линий лежат общие принципы организации поточного производства с учетом специфики, обусловленной серийностью производства.

В частности, для них характерны:

- анализ и конструктивно-технологическая классификация изделий для закрепления их за линией;
- расчет усредненных и рабочих (частных) тактов, а также числа рабочих мест на линии;
- планировка линии и оперативно-календарное планирование работы линии (определение размера партии, периодичности выпуска, составление плана-графика работы линии).

Подбор деталей для закрепления за поточными многопредметными линиями представляет собой комбинационную задачу, имеющую целью обеспечить наибольшую непрерывность производства, единство применяемого оборудования и оснастки, а также высокую степень их использования. Для решения такой задачи, прежде всего, необходимо провести конструктивно-технологическую классификацию изделий с учетом требований, предъявляемых к технологии различными формами поточного производств, а именно:

- возможность более полного совпадения технологических маршрутов обработки всех закрепляемых за линией изделий;

- возможность синхронизации операций применительно к поштучной, партионной или комплектной передаче изделий;
- обеспечение полной загрузки оборудования.

4.3. Автоматические поточные линии

Наиболее прогрессивной формой организации производственного процесса является *автоматизированное производство*, при котором непрерывность процессов сочетается с автоматическим их выполнением. При этом создаются полуавтоматические и автоматические станки, агрегаты, автоматические поточные линии (АПЛ), цехи (АЦ), заводы (АЗ).

Система автоматизации поточного производства может быть различной. При частичной автоматизации часть функций по управлению машинами остается за рабочим. При комплексной автоматизации все функции управления автоматизированы, остается только наладивать АПЛ и контролировать их работу. Процесс превращения исходного материала в конечный продукт происходит без физического вмешательства человека. Для этого автоматизируют не только основные, но и вспомогательные, и обслуживающие процессы, применяют механизмы для фиксации и зажима обрабатываемых деталей на рабочих позициях, для транспортировки деталей с операции на операцию, устройства для загрузки деталей и хранения заделов (магазины, бункеры), устройства для удаления стружки; приборы активного контроля и автоматы для сортировки деталей и др.

Комплексная механизация и автоматизация является главным направлением научно-технического прогресса (НТП) в машиностроении. Конечное свое выражение процесс автоматизации производства находит в создании автоматических линий, цехов и заводов-автоматов.

Автоматические поточные линии (АПЛ) – это система согласованно работающих и автоматически управляемых машин, транспортных и контрольных механизмов, выполняющих в определенной последовательности весь цикл операций по обработке, контролю и перемещению деталей.

АПЛ могут быть предназначены для выполнения:

- части стадий производственного процесса. В этом случае АПЛ, выполняет, например, наиболее трудоемкие операции, а остальные операции выполняются на обычной поточной линии с применением универсального или специального оборудования;
- процесса в целом по стадии (например, механической обработки сравнительно несложной детали, включая термообработку);

– всех стадий техпроцесса – от заготовки до сборки изделия. В этом случае ряд взаимосвязанных по изготовлению определенных деталей, их сборке образуют автоматический цех или завод.

Такт (или ритм) автоматической поточной линии (r) определяется суммарным временем обработки изделия ($t_{o.из}$), установки, закрепления и снятия изделия ($t_{y(c)}$), транспортировки его с одной позиции на другую (t_{mp})

$$r = t_{o.из} + t_{y(c)} + t_{mp}.$$

Наибольшее распространение в машиностроении нашли автоматические линии для механической обработки деталей в массовых количествах. Такие линии включают в себя:

- металлорежущие станки-автоматы для выполнения технологических операций;
- механизмы для фиксации и зажима обрабатываемой детали;
- устройства для перемещения детали от станка к станку и для возврата приспособления для загрузки на первую операцию;
- механизмы для поворота и разворота деталей;
- приспособления для загрузки деталей;
- устройства для накопления межоперационных заделов деталей и питания последующих станков (магазины, бункеры и др.);
- устройства для удаления стружки;
- приборы для контроля и сортировки деталей;
- аппаратура для дистанционного управления станками и механизмами.

Практика показывает, что специальные автоматические линии наиболее эффективны при использовании их для обработки сложных корпусных деталей (блоков цилиндров, головок блоков и др.), особенно, если форма заготовки приближается к форме готовой детали.

Для мелких, несложных деталей, требующих небольшого количества операций, более эффективна автоматическая линия, скомпонованная из серийно выпускаемого оборудования (например, агрегатных станков).

Критерием выбора специальных автоматических линий по сравнению с автоматическими линиями из серийных станков является минимум приведенных затрат.

Весьма эффективным направлением автоматизации массового производства является применение роторных автоматических линий.

Ротор представляет собою барабан, на периферии которого на разном расстоянии друг от друга расположены рабочие инструменты (смонтирован-

ные в быстросъемных блоках) и рабочие органы, сообщающие инструментам необходимые перемещения в процессе вращения ротора (рис. 4.20).

В секторе I (питания) инструмент получает заготовку, в секторе II (рабочем) инструмент совершает все движения по обработке детали по заданным операциям, в секторе III (выдачи) обработанная деталь освобождается и удаляется либо передается на транспортный ротор для передачи на дальнейшую обработку на следующий рабочий ротор. Сектор IV является нерабочим, в нем производится очистка, смазка, подналадка и смена инструмента.

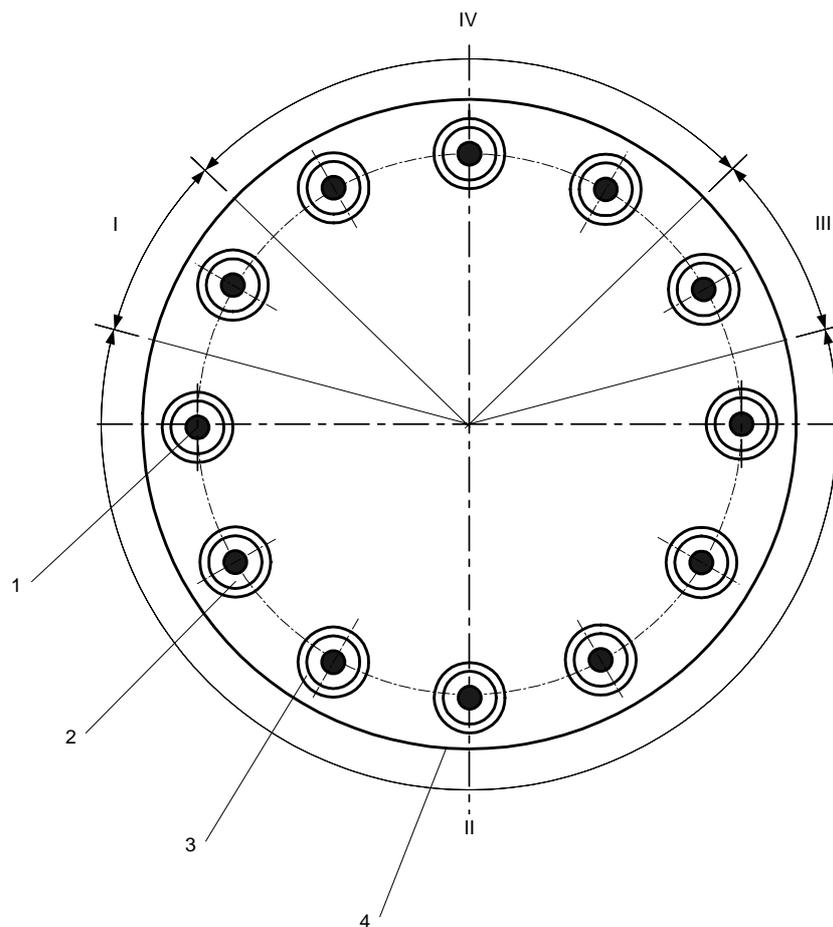


Рис. 4.20. Схема рабочего ротора
1 – заготовка; 2, 3 – инструмент; 4 – пазовый копир

Такт роторной линии определяется временем перемещения заготовки и инструмента по окружности ротора на расстояние между смежными позициями (шаг ротора)

$$r = \frac{h}{V_{mp}}, \quad (4.10)$$

где h – расстояние между смежными позициями; V_{mp} – окружная скорость ротора по центру инструмента.

Длительность полного цикла обработки заготовки T_n определяется длиной пути L_n от места загрузки заготовки до места выдачи детали с той же скоростью V_{mp}

$$T_n = \frac{L_n}{V_{mp}} (\text{мин}). \quad (4.11)$$

Длительность же цикла участия инструмента T_u больше величины T_n и определяется временем полного оббега ротора, т.е.

$$T_u = \frac{L_u}{V_{mp}} (\text{мин}), \quad (4.12)$$

где L_u – длина полной окружности ротора.

Из формул 4.11 – 4.12 видно, что длительность цикла работы инструмента и такт ротора, определяющий его производительность, не зависят друг от друга. Производительность ротора определяется лишь временем перемещения инструмента и детали на один шаг по окружности ротора, т.е. величиной окружной скорости V_{mp} , которая зависит от диаметра и скорости вращения ротора. Чем больше эти величины, тем выше производительность. Таким образом, увеличивая либо скорость ротора, либо его диаметр, можно достичь любой высокой производительности, не достижимой для других видов автоматов.

Роторные автоматические линии эффективны для процессов, где детали могут обрабатываться во время перемещения (при штамповке, формовке, прессовании), а также при сборке несложных, массовых изделий (клапанов аэрозольных упаковок, роликовых цепей и др.).

Использование роторных линий по сравнению с отдельными автоматами нероторного типа обеспечивает сокращение длительности цикла обработки в 10 – 15 раз, уменьшение межоперационного задела в 20 – 25 раз, увеличение производительности труда в 10 – 15 раз намного снижает себестоимость обработки и потребность в производственных площадях.

Автоматические поточные линии можно классифицировать:

- а) по степени специализации – на *однопредметные* (массовые) и *многопредметные* (серийные) линии;
- б) по числу одновременно обрабатываемых деталей на позициях – на линии со *штучной* и *многодетальной* обработкой;
- в) по характеру движения обрабатываемых деталей могут быть с *периодическим* и *непрерывным* движением;

d) по степени перекрытия времени транспортирования деталей технологическим временем – с *неперекрываемым временем* транспортирования и линии с *перекрываемым временем* транспортирования;

e) по характеру кинематической связи – на линии с жесткой и с гибкой связью между оборудованием;

f) роторные линии – оснащенные *рабочими* и *транспортными* роторами.

Рабочие и транспортные роторы находятся в жесткой кинематической связи и имеют синхронное вращение. Обработка изделия выполняется одновременно с его транспортировкой.

Необходимое количество автоматических поточных линий и автоматических роторных линий для выполнения программы выпуска $n_{ал}$ определяется по формуле

$$n_{ал} = \frac{N}{q_m \cdot F_{\partial} \cdot k_{ном}}$$

где N – программа выпуска изделий; q_m – техническая производительность линии; F_{∂} – действительный фонд времени работы линии на выполнение программы выпуска; $k_{ном}$ – коэффициент, учитывающий потери по организационным и технологическим причинам.

4.4. Организация гибкого автоматизированного производства

Гибкое автоматизированное производство – это система станков и механизмов, предназначенных для обработки деталей небольшими партиями, или поштучно отличающихся конструктивно, но технологически сходных, без непосредственного участия человека. Составными частями гибкой производственной системы (ГПС) являются подсистемы:

- технологическая;
- транспортно-накопительная;
- инструментального обслуживания;
- автоматизированного управления с помощью ЭВМ.

Центральным элементом ГПС является гибкая технологическая система (ГТС), которая представляет собою совокупность многооперационных станков с ЧПУ (типа обрабатывающий центр), непосредственно осуществляющих обработку предметов. В зависимости от числа станков в ГПС различают:

- гибкий производственный модуль (ГПМ);
- гибкую линию (ГПЛ);

- гибкий участок (ГПУ);
- гибкое производство цеха (ГПЦ);
- гибкое производство завода (ГПЗ).

Гибкий модуль – это технологическая единица оборудования (станок с ЧПУ), оснащенная манипуляторами или роботами для загрузки-выгрузки деталей и магазином для инструмента. Главная особенность ГПМ – возможность работы без участия человека и способность встраиваться в систему высшего ранга. *Гибкая линия* состоит из нескольких модулей, оборудованных транспортной и инструментальной системами и управляемых микро-ЭВМ. *Гибкий участок* – разновидность ГПЛ, отличающийся составом и взаимозаменяемостью технологического оборудования и видом транспорта. *Гибкие модуль, линия, участок*, представляющие собою самостоятельные производственные подразделения, концентрирующие в своем составе взаимосвязанное технологическое оборудование; являются основными звеньями для построения гибких производств высшего порядка (цеха, завода).

Транспортно-накопительная подсистема представляет собою совокупность автоматизированных складов заготовок и деталей, накопителей у станков с автоматической загрузкой-выгрузкой и автоматических транспортных средств, служащих для перемещения обрабатываемых предметов со склада к станкам и обратно (роботы-тележки, конвейеры, рольганги и др.).

Подсистема инструментального обслуживания включает в себя склады инструментов и приспособлений, отделение подготовки инструмента к работе (заточки, сборки, комплектации магазинов и т.д.) и гибкую автоматизированную систему установки, снятия и перемещения инструмента со складов и обратно.

Автоматизированная подсистема управления – это комплекс технологических средств с ЭВМ, способных воспринимать информацию от автоматизированных систем предприятия: АСУП (календарные планы-графики), САПР (чертеж детали), АСТПП (техпроцесс обработки и контроля детали), преобразовывать ее при помощи управляющих программ, непосредственно передавать команды исполнительным органам оборудования всех подсистем ГПС.

Таким образом, в ГПС функционируют два потока ресурсов: материальный и информационный. *Материальный* обеспечивает выполнение всех основных и вспомогательных операций процесса обработки предметов:

- подача заготовок и инструмента и установка их на станках;
- механическая обработка деталей;

- снятие готовых деталей и перемещение их на склад;
- замена инструмента и его перемещение;
- контроль обработки и состояния инструмента;
- уборка стружки и подача смазочно-охлаждающей жидкости.

Информационный поток обеспечивает:

- очередность, сроки и количество обрабатываемых предметов, предусмотренные планами работы ГПС;
- передачу программ обработки непосредственно к исполнительным органам станков;
- программу работы роботов, установочных и переналадочных механизмов;
- групповое управление станками, транспортно-накопительными механизмами, системой инструментального обслуживания;
- программу обеспечения заготовками, инструментом, вспомогательными материалами, а также управления всем комплексом и учета его работы.

Обеспечению бесперебойной работы ГПС способствует склад ГПС, где хранятся заготовки, детали, инструмент. Он представляет собой определенное количество ячеек (как в местных накопителях, так и в центральном складе). Для надежного функционирования и упрощения оснастки необходимо проводить специализацию ячеек: закреплять их за определенным оборудованием. Тогда вероятность его переполнения

$$P = \prod_{i=1}^c P_i$$

где P_i – вероятность переполнения ячеек, закрепленных за i -м оборудованием.

Величины P_i могут принимать различные значения. Для расчета количества ячеек можно принять их равными для всех видов оборудования:

$$P_i = \sqrt[c]{P}.$$

Вероятность нахождения на складе N_i партии деталей определяется через коэффициент загрузки оборудования (η_3): $P(m \leq N_i) = 1 - \eta_3^{N_i+1}$. Емкость склада i -го оборудования определяется по формуле

$$N_i = \left[\frac{\ln(1 - P_i)}{\ln \eta_3} \right] - 1.$$

Суммарная емкость склада при этом равна:
$$N_{скл} = \sum_{i=1}^c N_i,$$

где c – количество оборудования ($i = 1 \dots c$).

Гибкое автоматизированное производство отличается как от производств, оборудованных автоматическими станочными линиями с кинематической связью механизмов, так и от производств, оснащенных универсальным оборудованием и автономными станками с ЧПУ. От первых ГПС отличается гибкостью в широком смысле слова (оборудование, технология, продукция, объем производства и его расширение, операционная гибкость и др.), что позволяет обрабатывать в нем широкую разновидность деталей и быструю смену объекта производства, что практически невозможно осуществить при применении автоматических линий.

От производств, оснащенных универсальным оборудованием и станками с ЧПУ, ГПС отличается высокой производительностью оборудования и труда за счет одновременного выполнения многих операций процесса с одной установки обрабатываемого предмета (по сравнению со станками с ЧПУ). Кроме того, ГПС может работать в автоматическом режиме круглосуточно.

Важнейшим отличием ГПС от производств, построенных по традиционной технологии или с применением автономного оборудования с ЧПУ, является возможность его *интеграции с автоматизированной системой технической подготовки производства* (САПР, АСТПП), что позволяет отказаться от использования в производстве обычной технической документации (чертежей, спецификаций, техпроцессов и др.) и перейти к безбумажной технологии. Это вносит существенные изменения в структуру кадров по всему циклу «проектирование – изготовление продукции», повышает степень наукоемкости производства, увеличивает долю умственного труда в общих трудовых затратах.

Экономическая эффективность ГПС непосредственно связана с *социальной*. При этом определяющими факторами экономии при замене универсальных станков являются рост производительности оборудования и труда и, как следствие этого, высвобождение большого количества станков и станочников, а также возможность работы ГПС в третьей смене и в выходные дни по безлюдной технологии. Кроме того, следует учитывать и такое социальное последствие, как возможность использования высвобождаемых работников в условиях нехватки трудовых ресурсов на других производствах.

Главным недостатком ГПС является их высокая стоимость (на 1 – 2 порядка выше универсального оборудования).

Таким образом, обеспечение работы гибкого автоматизированного производства в третью смену и в выходные дни – первый путь повышения его эффективности. Второй путь – это удешевление производства технологического, транспортного и особенно электронно-вычислительного и программного оборудования ГПС и значительное повышение его надежности, что обеспечит снижение затрат на амортизацию и бесперебойную работу его в безлюдные смены.

При сравнении эффективности ГПС с автономными станками с ЧПУ определяющим фактором экономии является снижение затрат времени на переналадку при переходе к обработке других деталей. Это время при применении ГПС практически отсутствует, а при использовании станков с ЧПУ достигает до 50 % общего времени, затрачиваемого на обработку деталей. Благодаря этому потребность в технологическом оборудовании в первом случае уменьшается вдвое, а численность рабочих еще больше. Это полностью перекрывает дополнительные капитальные затраты, необходимые для приобретения транспортно-накопительного оборудования, системы инструментального обслуживания управляющего вычислительного комплекса.

Все эти факторы обеспечивают значительное снижение стоимости обработки деталей в ГПС по сравнению с автономными станками с ЧПУ при экономии капитальных вложений. Следовательно, при прочих равных условиях (при одинаковой номенклатуре закрепленных деталей и полной загрузке) экономические преимущества гибкого автоматизированного производства очевидны. При высокой степени надежности и работе в безлюдные смены использование ГПС может обеспечить рост производительности труда в 3 – 5 раз, снизив потребность в производственных площадях в 2 – 3 раза, сократив незавершенное производство в 8 – 10 раз.

Как показано выше, автоматизированное гибкое производство основано на широком применении робототехники. Но применение такой техники оказывается эффективным и на линиях с кинематической связью механизмов, и на отдельных станках и операциях.

Основным видом применяемой робототехники является робот. *Робот* – это механизм, предназначенный для выполнения, главным образом, вспомогательных операций производственного процесса (установка, снятие, манипуляция предметом, кантовка, поворот, разворот, контроль, перемещение предмета и др.), осуществляемых автоматически по заданной программе и траектории движения исполнительных механизмов без участия человека.

Применению роботов в машиностроении способствует то обстоятельство, что на предприятиях большинство всех действий рабочих дви-

жений по изготовлению изделий (а в монтажно-сборочном процессе почти 2/3 общего их количества) носят чисто манипуляционный, однообразный характер, не требующий затрат умственного труда.

Применение роботов эффективно:

- при манипуляции тяжелыми для человека заготовками и деталями в ходе выполнения основных операций, а также операций, протекающих в экологически вредных и дискомфортных условиях (при высокой или низкой температуре, запыленности, загазованности и др.);

- выполнении однородных, одинаковых, простых, часто повторяющихся действий с одинаковой траекторией движения и выполняемых в высоком темпе (подача, наклон, сталкивание, поворот, съем, разворот, качание, вытягивание и др.);

- высокой надежности работа, достигающей несколько десятков часов;

- низкой стоимости работа, что достигается упрощением и приспособлением его для определенного круга операций и номенклатуры деталей по их размерам и массе;

- большой программе выпуска (обработки) одинаковых предметов (заготовок, деталей, изделий), обеспечивающих сравнительно длительную (не менее одного рабочего дня) работу робота без переналадок;

- высоком уровне организации производства и производственной дисциплины.

Там, где при выполнении разнообразных вспомогательных операций постоянно приходится чередовать физические движения и действия с умственными и принимать решения (например, выбирать каждый раз определенную заготовку из массы их), применение роботов крайне неэффективно и накладно для производства, так как для таких операций пришлось бы использовать исключительно сложные дорогостоящие к малонадежные роботы, требующие частой и сложной переналадки.

Практическое занятие №1

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОДНОПРЕДМЕТНОЙ НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

Цель работы:

- закрепление теоретических знаний по теме: «Поточные методы организации производства»;

- ознакомление с основными особенностями организации однопредметной непрерывно-поточной линии;
- изучение методики и выработка навыков расчета календарно-плановых нормативов однопредметной непрерывно-поточной линии.

Краткие теоретические сведения

Первичным этапом поточного производства является *поточная линия*, которая представляет собой предметно-замкнутый участок по обработке (сборке) одного или нескольких наименований конструктивно или технологически однородных предметов.

Классическим типом такой линии, несущей на себе все основные признаки поточного производства, является *однопредметная непрерывно-поточная линия* (ОНПЛ). На ОНПЛ изделие непрерывно, т.е. без межоперационных пролеживаний проходит через все операции их обработки и сборки. Эта непрерывность обеспечивается тем, что продолжительность каждой операции кратна целому числу тактов поточной линии. Применяются такие поточные линии преимущественно на сборке, так как здесь сравнительно легко можно добиться кратности продолжительности операции целому числу тактов. Рабочие места специализированы на выполнение одной операции и расположены в такой же последовательности, что и обработка детали.

Наиболее часто в сборочных цехах радиопредприятий встречаются ОНПЛ с применением распределительного конвейера. В этом случае транспортным средством на линии является распределительный конвейер, причем он служит не только средством перемещения изделий между операциями, но и средством распределения таких изделий между параллельными рабочими местами в соответствии с принятой системой адресования.

ОНПЛ являются наиболее совершенными поточными линиями, обеспечивающими *минимальную длительность* производственного цикла изделий и строгую ритмичную работу на всех рабочих местах. Они характеризуются следующим общим регламентом работы:

- каждая ОНПЛ работает с одновременными для всех ее рабочих мест плановыми перерывами на отдых общей продолжительностью до $t_{пер} = 35$ мин в смену;
- обслуживание рабочих мест ОНПЛ осуществляется специальными рабочими во время перерывов на отдых основных рабочих, в обеденные перерывы или в нерабочее время.

В соответствии с этим регламентом расчет ОНПЛ ведется не по нормам штучного времени $t_{шт}$, а по нормам оперативного времени. Основной

состав календарно-плановых нормативов для ОНПЛ следующий: такт поточной линии, количество рабочих мест по операции и по всей поточной линии, скорость конвейера, период конвейера, длительность производственного цикла и нормативы заделов.

Под тактом поточной линии понимается одинаковый отрезок времени, через который с данной поточной линии выпускается (и на нее запускается) очередной предмет. Величина такта зависит от заданной производственной программы, а технологический процесс проектируется под этот такт.

На однопредметной непрерывно-поточной линии обеспечивается синхронность операций, которая определяется равенством или кратностью длительности операций такту линии. Выравнивание продолжительности выполнения операций по отношению к расчетному такту называется *синхронизацией операций*.

К наиболее распространенным *способам синхронизации* относятся: расчленение операции на переходы и комбинирование порядка выполнения операций или группирование переходов нескольких операций, концентрация операций, введение параллельных рабочих мест на операциях, длительность которых равна такту, интенсификация режимов работы, совмещение времени выполнения нескольких переходов, рационализация рабочих приемов, совмещение времени машинной и ручной работы и др.

В результате проведения синхронизации получается ОНПЛ с новой совокупностью операций.

Расчетное количество *рабочих мест* на поточной линии определяется на основе синхронизированного технологического процесса для каждой операции и по всей линии в целом.

Так как на отдельных операциях ввиду их значительной продолжительности имеется *параллельные рабочие места* (места-дублиеры), устанавливают систему адресования на линии, обеспечивающую правильное распределение предметов труда по рабочим местам. Это достигается путем деления ленты конвейера на отдельные части, каждая из которых адресует предмет к определенному рабочему месту. Благодаря этому достигается равномерная загрузка рабочих мест и поддерживается регламентация ритма.

Разметка конвейера осуществляется по его периоду, который определяется как наименьшее общее кратное всем числам параллельных рабочих мест по операциям: $P = НОК \{I, K\}$. Предметы труда на конвейере устанавливаются на равных расстояниях друг от друга, называемых *шагом конвейера* (l_{np}).

При разметке ленты конвейера нужно принимать во внимание следующее:

- одно деление разметки чаще всего бывает равно шагу конвейера;
- число повторений периода на общей длине ленты конвейера W должно быть *целым* (например, $W = 3$).

В процессе работы линии рабочий снимает очередное изделие с подходящего к нему участка ленты, маркированного закрепленным за ним номером (индексом), и помещает взамен другой экземпляр изделия, по которому данная операция выполнена.

Расстояние между смежно расположенными предметами на линии (l_{np}), равное шагу конвейера, можно принять при одностороннем расположении рабочих мест – $1,2 \div 1,5$ м; при двустороннем – $0,6 \div 0,8$ м. Скорость движения конвейера однозначно связана с шагом конвейера и периодом ритма.

Длительность производственного цикла на поточной линии, включающая время от момента поступления предмета труда на линию до выхода с нее готового изделия, определяется графически и аналитически по стандарт-плану работы ОНПЛ.

Стандарт-план ОНПЛ – это совокупность графиков работы оборудования и рабочих ОНПЛ и движения изделий от момента запуска их на ОНПЛ до момента их выпуска.

Одним из важных факторов, влияющих на организацию бесперебойной работы на поточной линии, является создание необходимых внутрилинейных заделов на линии. На ОНПЛ различают заделы трех видов: технологический, транспортный и резервный.

Технологический задел ($z_{mex.}$) представляет собой предметы, находящиеся на рабочих местах поточной линии.

Транспортный задел ($z_{mp.}$) – это те предметы, которые в каждый данный момент времени находятся на конвейере в транспортировке.

Страховой задел ($z_{cmp.}$) создается на наиболее ответственных и нестабильных операциях, на контрольных пунктах. Необходимость образования этого вида внутрилинейного задела вызвана тем, что на поточной линии в процессе работы на отдельных рабочих местах могут быть опоздания с выполнением данной операции за регламентированное время ритма. Такие случаи оказываются наиболее частыми для рабочих мест, где

коэффициент их загрузки находится в максимально допустимых пределах. Очевидно, что опоздание с выполнением операции на данном рабочем месте неизбежно приводит к вынужденному простоя последующих рабочих мест на линии. Случаи простоя могут быть и при возникновении брака. Для ликвидации подобных явлений и создаются *страховые заделы*, величина которых определяется вероятностными расчетами и составляет не более $4 \div 12\%$ сменного выпуска.

Все расчетные формулы для определения календарно-плановых нормативов однопредметной непрерывно-поточной линии приведены в табл. 4.31.

Таблица 4.31

Формулы для расчета однопредметной непрерывно-поточной линии

	Расчетные величины	Расчетные формулы
1	Такт линии	$r = \frac{F_{nl}}{N_{cm}} \quad (4.13)$
2	Число рабочих мест:	
	а) расчетное по <i>i</i> -той операции	$c_{pi} = \frac{t_i}{r} \quad (4.14)$
	б) принятое по <i>i</i> -той операции	c_{npi}
в) по поточной линии в целом	$c_o = \sum_{i=1}^m c_{npi} \quad (4.15)$	
3	Коэффициент загрузки рабочих мест:	
	а) по <i>i</i> -той операции	$\eta_i = \frac{c_{pi}}{c_{npi}} \quad (4.16)$
б) для поточной линии в целом	$\eta_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m c_{pi}}{\sum_{i=1}^m c_{npi}} \quad (4.17)$	
4	Рабочая длина ленты конвейера	$d_p = \Pi l_{np} W \quad (4.18.)$
5	Скорость ленты конвейера при непрерывном движении	$v = \frac{l_{np}}{r} \quad (4.19.)$
6	Длительность производственного цикла:	
	а) для одного предмета	$t_u = 2c_o r \quad (4.20)$
		$t_u = (2c_o - 1)r \quad (4.21)$
		$t_u = (2c_o + 1)r \quad (4.22)$
б) для <i>n</i> предметов	$T_u = t_u + (n - 1)r \quad (4.23)$	

7	Внутрилинейные заделы на поточной линии (при поштучной передаче предметов труда):	$z_{mex} = \sum_{i=1}^{c_o} n_{ycmi} \quad (4.24)$ $z_{mp} = \frac{d_p}{l_{np}} \quad (4.25)$ $z_{cmp} = (0.04 \div 0.12) N_{cm} \quad (4.26)$ $z = z_{mex} + z_{mp} + z_{cmp} \quad (4.27)$
	а) технологический	
	б) транспортный	
	в) страховой	
г) сумма по всей линии		

Условные обозначения

F_{nl} – фонд времени работы линии на плановый период (на I смену), не включающий продолжительность регламентированных перерывов на отдых, мин;

N_{cm} – программа выпуска изделий на плановый период (смену), шт.;

t_i – норма времени по данной i -ой операции, мин;

T – суммарная трудоемкость изготовления (обработки) изделия по всем операциям линии, мин;

c_{pi} – расчетное количество рабочих мест по i -ой операции;

c_{npi} – принятое количество рабочих мест по i -ой операции;

c_o – общее количество рабочих мест на поточной линии;

l_{np} – расстояние между смежно расположенными изделиями на линии, м;

Π – период конвейера;

W – число повторений периода.

Содержание и порядок выполнения практической работы

Исходными данными для выполнения практической работы служит заданный студенту в табличной форме (табл. 4.32) вариант несинхронизированного технологического процесса с указанием трудоемкости отдельных операций, а также сменного задания по выпуску определенного изделия (N_{cm}). F_{nl} – условно принимается равным 480 мин.

Исходя из данной программы выпуска N_{cm} , по формуле (4.13) определяется величина ритма поточной линии. Полученная величина ритма сравнивается с продолжительностью отдельных операций заданного технологического процесса, после чего производится их синхронизация.

Если кратность продолжительности отдельных операций расчетному ритму соблюдается с отклонением $\pm 5 \div 7 \%$, то такой технологический

процесс можно считать синхронизированным. В противном случае нужно перепроектировать технологический процесс (расчленив или укрупнить операции).

На основании полученных данных и синхронизированного технологического процесса заполняется табл. 4.32.

Таблица 4.32

Синхронизация технологического процесса.
Расчет количества рабочих мест и их загрузка (при $r = \dots$)

Существующий технологический процесс		Проектируемый технологический процесс				
№ операции	t_{on}	№ операции	t_{on}	Число рабочих мест		Коэффициент загрузки рабочих мест
				расчетное	принятое	
1	2	3	4	5	6	7

Расчетное количество рабочих мест по каждой операции и по всей линии определяется по формулам (4.14) и (4.15). Полученное число рабочих мест округляется до целого; затем определяется коэффициент загрузки рабочих мест по каждой операции и по всей линии по формулам (4.16) и (4.17) и строится график синхронности (рис. 4.21).

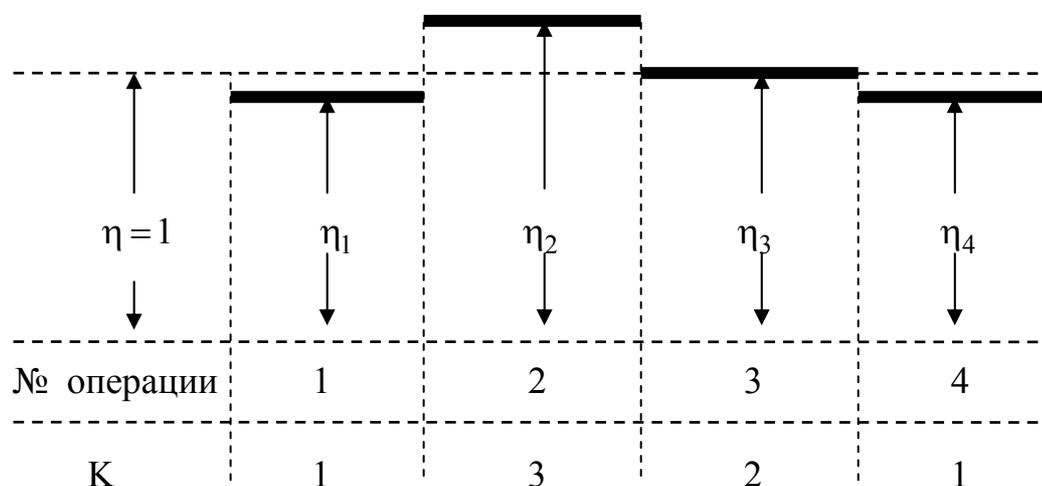


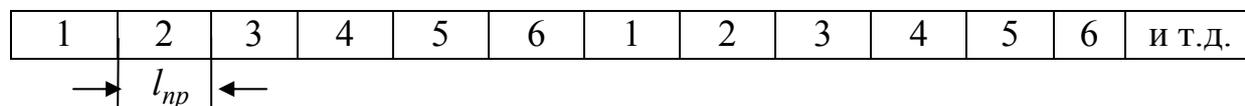
Рис. 4.21. График синхронности (масштаб условный)

Затем определяют период конвейера. Предположим, по 4 операциям технологического процесса имеется следующее количество рабочих мест

$$c_1 = 1; \quad c_2 = 3; \quad c_3 = 2; \quad c_4 = 1.$$

Период конвейера в данном случае будет $P = \text{НОК}\{1, 2, 3\} = 6$.

Определив период конвейера ($P = НОК$), производят разметку ленты конвейера по периоду путем нанесения на нее цифровых индексов следующим образом:



На основании такой разметки осуществляется закрепление номеров за рабочими местами (табл. 4.33).

Таблица 4.33

Закрепление номеров за рабочими местами

Номер операции	Количество рабочих мест	Номер рабочего места	Закрепленные за рабочими местами номера
1	1	1	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	3	2	1, 4
		3	2, 5
		4	3, 6
3	2	5	1, 3, 5
		6	2, 4, 6
4	1	7	1, 2, 3, 4, 5, 6

Схема взаимосвязи рабочих мест в процессе работы на линии показана на рис. 4.22.

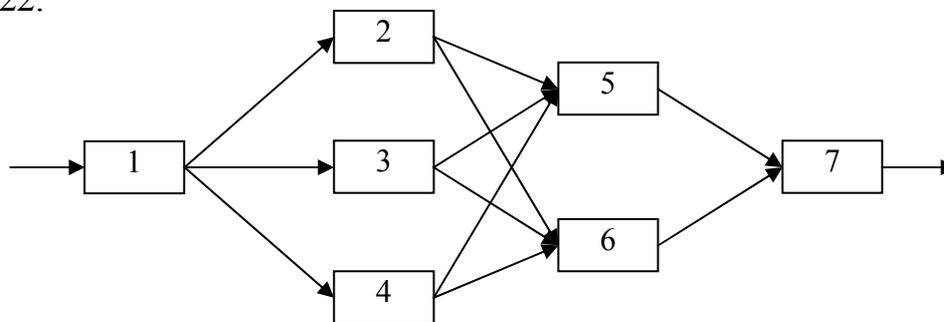


Рис. 4.22. Схема взаимосвязи рабочих мест на ОНПЛ

При определении скорости движения конвейера следует иметь в виду, что для ленточных распределительных конвейеров с непрерывным движением приемлемой является скорость 0,5 – 2 м/мин.

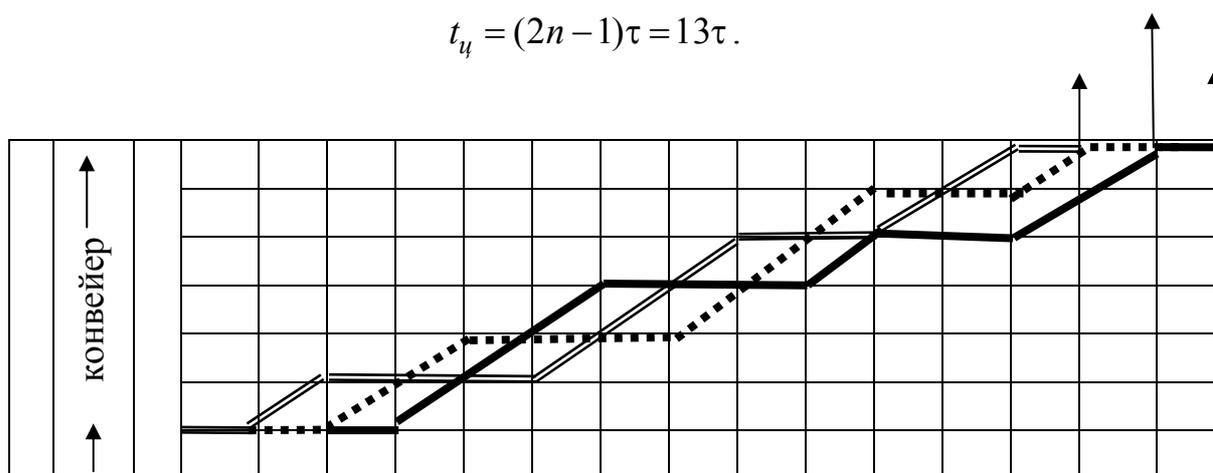
Для построения стандарт-плана работы ОНПЛ («косого» графика) используются данные табл. 4.33.

Пример построения стандарт-плана (для техпроцесса, где $t_1 = 5$ мин, $t_2 = 16$ мин, $t_3 = 10$ мин, $t_4 = 5$ мин и $\tau = 5$ мин) приведен на рис. 4.23.

На этом графике время обработки предмета на рабочем месте обозначается горизонтальной линией, а время его транспортировки между рабочими местами – наклонной линией. Номера операций обозначены арабские цифрами, номера рабочих мест – римскими цифрами. По оси абсцисс откладывается время в тактах τ , а по оси ординат – номера рабочих мест.

Стандарт-план ОНПЛ строится на основе анализа протекания во времени и пространстве процессов транспортировки и выполнения операций для каждого изделия. Движение каждого предмета должно быть обозначено на графике разными цветами.

$$t_{\text{ц}} = (2n - 1)\tau = 13\tau.$$



Условные обозначения:

==== первый предмет; - - - - - второй предмет; ——— третий предмет

Рис. 4.23. Стандарт-план работы ОНПЛ с распределительным конвейером

Длительность производственного цикла одного предмета определяется графически и аналитически и выражается в числе ритмов. При этом могут иметь место 3 случая:

– перед началом первой операции предмет перемещается на линии на 1 интервал, тогда $t_{\text{ц}}$ определяется по формуле (4.20);

– обработка (сборка) предмета начинается непосредственно с первого рабочего места без лишнего интервала движения (так, как это показано на рис. 4.5), тогда $t_{\text{ц}}$ одного предмета будет выражаться формулой (4.21);

– движение предмета после выполнения последней операции продолжается в течение ритма, тогда $t_{\text{ц}}$ определяется по формуле (4.22).

С помощью формулы (4.23) можно определить период выпуска n -го предмета. После построения графика поточного процесса, и определения длительности цикла рассчитывают все внутрилинейные заделы на поточной линии – формулы (4.24) – (4.27).

Последовательность выполнения работы

1. Получить индивидуальное задание
2. Рассчитать ритм поточной линии
3. Синхронизировать операции технологического процесса согласно расчетному ритму
4. Используя расчетные формулы (табл. 4.31), заполнить таблицу 4.32
5. Построить график синхронности
6. Определить период конвейера и систему адресования на поточной линии
7. Достроить схему взаимосвязи рабочих мест на поточной линии в соответствии с закреплением операций технологического процесса за рабочими местами
8. Определить скорость движения и рабочую длину ленты конвейера
9. Построить график поточного процесса и определить длительность производственного цикла изделия
10. Произвести расчет внутрилинейных заделов на линии
11. Дать анализ с соответствующими выводами по спроектированной поточной линии
12. Оформить отчет

Содержание отчета: название и цель работы, формулировка цели данной работы, краткая характеристика ОНПЛ, расчетные формулы и результаты расчетов основных календарно-плановых нормативов ОНПЛ, все построенные графики, а также выводы по работе.

Таблица 4.34

Параметры технологических процессов по вариантам

№ вариантов техпроцесса	Трудоёмкость операции техпроцесса, мин						Программа выпуска изделий за смену, шт.
	1	2	3	4	5	6	
1	0.9	1	4.0	6.1	3.9	2.0	240
2	5.1	12.0	4.9	3.2	9.8	5.0	96
3	3.9	11.9	4.0	6.1	2.0	4.0	120
4	2.1	5.0	2.0	1.1	3.9	1.9	240
5	2.9	2.0	6.0	7.1	2.9	3.1	160
6	5.0	13.9	9.8	1.1	5.0	4.9	96
7	3.8	8.9	7.9	8.0	3.1	4.1	120
8	2.0	4.1	3.0	2.0	2.9	1.9	240
9	4.1	5.8	4.0	2.1	12.1	3.9	120
10	4.8	9.9	15.1	1.9	8.1	5.0	96
11	2.9	3.1	6.8	6.1	2.2	3.0	160
12	4.0	10.0	8.1	3.9	2.1	4.1	120
13	3.0	4.9	3.0	1.0	9.1	2.9	160
14	1.9	2.1	2.9	3.9	3.1	2.0	240
15	4.9	15.0	5.1	7.0	3.1	4.8	96

Практическое занятие № 2

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОДНОПРЕДМЕТНОЙ ПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

Целью практической работы является:

– закрепление теоретических знаний по теме «Поточные методы организации производства» в части организации однопредметных прерывно-поточных линий (ОППЛ);

– освоение методики расчета параметров ОППЛ и правил построения рационального варианта стандарт-плана работы линии, при котором обеспечивается минимизация простоев оборудования и рабочих, сокращаются объемы незавершенного производства.

Краткие теоретические сведения

ОППЛ применяются преимущественно в процессах механической обработки и в оснащенных оборудованием сборочных процессах, для которых не удается добиться полной синхронизации техпроцесса.

Вследствие различной продолжительности смежных операций такие линии характеризуются следующими особенностями:

– прерывность в работе рабочих мест на операциях, длительность выполнения которых не равна или не кратна по времени такту линии, – это приводит к возникновению простоев оборудования и рабочих;

– наличие межоперационного оборотного задела (МОЗ), который создается на каждой паре смежных операций в форме запаса изделий, поступающих с предыдущей операции на последующую, и обеспечивает непрерывность работы на последней.

ОППЛ характеризуется следующим регламентом работы:

– время перерывов на отдых каждый рабочий выбирает произвольно;

– обслуживание рабочих мест ОППЛ осуществляется в значительной степени ее основными рабочими.

В соответствии с этим регламентом расчет ОППЛ осуществляется по штучному времени. Для *уменьшения потерь*, связанных с нарушением непрерывности производственного процесса на ОППЛ, необходимо помимо использования технологических мероприятий регламентировать такую организацию производственного процесса, которая позволяет привести к минимуму оборотные заделы и простои оборудования.

Основной состав календарно-плановых нормативов прерывно-поточной линии следующий: такт линии, количество рабочих мест по опе-

рации и по всей поточной линии, стандарт-план работы поточной линии, период оборота, нормативы заделов, длительность производственного цикла.

Такт ОППЛ может быть рассчитан по формуле (4.13), числитель которой вместо $F_{пл}$ будет содержать F_n – номинальный фонд времени работы линии в планируемом периоде (не вычитается продолжительность регламентированных перерывов). Такт ОППЛ в отличие от такта ОНПЛ имеет чисто расчетное значение, являясь лишь средней расчетной величиной, так как в действительности запуск и выпуск изделий на ОППЛ в целом и на каждой ее операции в каждый момент времени может происходить через промежутки времени, не равные такту.

Количество рабочих мест, коэффициент их загрузки по каждой операции и по всей поточной линии в целом определяются так же, как и для однопредметной непрерывно-поточной линии (см. расчетные формулы (4.14) – (4.15)). При этом средневзвешенный коэффициент загрузки оборудования по поточной линии не должен быть меньше 0,75, т.е. $\eta_{cp} \geq 0,75$.

Стандарт-план ОППЛ – это совокупность графиков работы оборудования и рабочих, а также динамики изменения межоперационного оборотного задела (МОЗ) на всех операциях в течение периода оборота поточной линии. *Период оборота* T_0 – это длительность оборотного цикла поточной линии, представляющего собой регулярно повторяющуюся часть процесса функционирования линии, по истечении которой линия приходит в исходное состояние. Период оборота – важнейший параметр прерывно-поточной линии, от выбора которого зависит ряд показателей: использование оборудования и времени рабочего, размера незавершенного производства и т.д. Так, увеличение периода оборота приводит к росту оборотных заделов на линии, увеличению концентрированных простоев рабочих и оборудования и расширению возможности их дозагрузки другими внепоточными операциями, уменьшению затрат, связанных с переналадкой, приходящихся на единицу продукции. Чаще всего периодом оборота на прямопоточной линии является одна смена. В этом случае работа на линии повторяется из смены в смену.

Построение стандарт-плана ОППЛ является сложным процессом и включает следующие этапы.

Этап 1. *Закрепление рабочих мест за рабочими и определение общего количества рабочих и их загрузки*

После установления числа рабочих мест оказывается, что не все из них полностью загружены. Одним из способов повышения загрузки оборудования и занятости рабочих при организации ОППЛ является последова-

тельное обслуживание одним рабочим нескольких недозагруженных рабочих мест. При выполнении практической работы допускается, что любой рабочий может обслуживать любое рабочее место, но общее их число не должно быть более трех, так как более частые переходы и связанные с ними потери времени вызывают снижение производительности труда рабочего-совместителя. Суммарный коэффициент загрузки рабочего-совместителя на обслуживаемых рабочих местах не должен превышать 1.

Закрепление рабочих за рабочими местами должно способствовать наиболее полному использованию рабочего времени. С этой целью все простои оборудования на конкретной операции следует концентрировать на одном на рабочих мест данной операции. Этим обеспечивается непрерывная загрузка остальных рабочих мест данной операции в течение периода оборота линии.

Этап 2. Построение графика работы рабочих мест

При построении графика работы рабочих мест рекомендуется следующий порядок установления регламента работы и переходов рабочих по обслуживаемым рабочим местам:

- первоначально устанавливается режим работы полностью загруженных рабочих мест путем нанесения на стандарт-план сплошных линий, каждая из которых характеризует время работы одного рабочего места на одной операции в течение всего периода оборота;

- затем устанавливается режим работы и переходов с операции на операцию рабочих-совместителей путем нанесения на стандарт-план отрезков, показывающих продолжительность работы каждого рабочего-совместителя на каждой закрепленной за ним операции, и стрелок, показывающих направление перехода этих рабочих с операции на операцию.

При построении графика работы рабочих мест, необходимо учитывать, что вследствие неполной загрузки рабочих на отдельных операциях в общей случае имеется множество вариантов построения такого графика.

Этап 3. Расчет параметров МОЗ и построение графика изменения МОЗ в течение периода оборота

Оборотные заделы возникают вследствие равной производительности оборудования на смежных операциях. Обратными такие заделы называются потому, что они изменяются (оборачиваются) от нуля до максимума. Размеры их, как правило, настолько велики, что весь расчет заделов на ОППЛ сводят к расчету только обратных заделов, пренебрегая сравнительно небольшой частью трех других заделов: технологического, транспортного и резервного. Сокращение размера обратных заделов может быть достигнуто за счет выбора рационального сочетания времени работы на недозагруженных рабочих местах по смежным операциям.

Основными параметрами межоперационных оборотных заделов являются следующие:

– *максимальный задел* по каждой паре смежных операций в течение периода оборота линии ($z_{\max i}, \overline{i=1, m-1}$, где m – число операций техпроцесса). Максимальный задел определяет наибольшее количество деталей, накапливающееся в определенный момент на данной паре смежных операций в течение периода оборота линии T_0 . Величины $z_{\max i}$ являются исходными показателями при планировке участка линии и при определении производственных площадей, необходимых для хранения МОЗ);

– *переходящий задел* на паре смежных операций ($z_{oi}, \overline{i=1, m-1}$). Эта величина определяет количество деталей, которое должно находиться на каждой операции на момент начала линии и остается необработанным по окончании периода оборота линии;

– *средний МОЗ* на поточной линии (z_{cp}). Средний МОЗ является комплексной характеристикой МОЗ и определяет усредненное за период оборота линии количество деталей, связываемых в процессе производства на всех операциях.

Расчет параметров МОЗ начинается с определения частых периодов для каждой пары смежных операций, для чего период оборота линии разбивается на промежутки времени (частные периоды), каждый из которых характеризуется постоянством сочетания числа работающих в этом периоде рабочих мест на данной паре смежных операций.

Последовательность расчета параметров МОЗ и формулы расчета этих параметров приведены в табл. 4.35.

Таблица 4.35

Последовательность расчета параметров МОЗ

№ п/п	Показатель МОЗ	Расчетная формула
1	Приращение МОЗ на i -ой паре смежных операций в j -ом частном периоде	$\Delta z_{ij} = \left(\frac{c_{ij}}{t_i} - \frac{c_{i+1,j}}{t_{i+1}} \right) \cdot T_{ij} \quad (4.28)$ <p>где c_{ij} – количество рабочих мест i-ой операции, работающих в j-ом частном периоде; t_i – норма времени на i-ой операции; T_{ij} – величина j-го частного периода на i-ой паре смежных операций</p>

2	Значение МОЗ на i -ой паре смежных операций в j -ом частном периоде	$z'_{ij} = \sum_{l=1}^j \Delta z_{ij} \quad (4.29)$ где l – индекс частного периода
3	Переходящий задел на i -ой паре смежных операций	$z_{oi} = \left \min_{(j)} z'_{ij} \right \quad (4.30)$
4	Общая величина МОЗ на i -ой паре смежных операций в j -ом частном периоде	$z_{ij} = z'_{ij} + z_{oi} \quad (4.31)$
5	Максимальный задел на i -ой паре смежных операций	$z_{\max i} = \max_{(j)} z_{ij} \quad (4.32)$
6	Средний задел на i -ой паре смежных операций	$z_{cpi} = \frac{1}{T_0} \sum_{(j)} \frac{z_{ij} + z_{i,j+1}}{2} T_{ij} \quad (4.33)$
7	Средний задел на поточной линии	$z_{cp} = \sum_{i=1}^{m-1} z_{cpi} \quad (4.34)$

После расчета параметров МОЗ по всем парам смежных операций по найденным значениям z_{ij} на стандарт-плане ОППЛ строится эпюра изменения МОЗ на каждой паре смежных операций.

Длительность производственного цикла ОППД определяется по формуле

$$T_u = z_{cp} \cdot r. \quad (4.35)$$

Содержание и порядок выполнения практической работы

Исходными данными для выполнения практической работы служит заданный студенту в табличной форме (табл. 4.39) вариант технологического процесса с указанием норм штучного времени по каждой операции и программы выпуска изделия в планируемый период. При выполнении лабораторной работы за планируемый период принята одна смена (номинальный фонд времени работы линии для удобства расчета принят равным 480 мин).

Период оборота T_0 поточной линии принят равным одной смене (480 мин).

Исходя из данной программы выпуска N_{cm} , определяется такт поточной линии r , по формулам (4.14) – (4.17) определяется численность

рабочих мест по операциям и коэффициент их загрузки. Затем определяется процент загрузки каждого рабочего места. Результаты расчетов сводятся в табл. 4.36.

Так, для технологического процесса, где $t_1 = 4.5$ мин; $t_2 = 6.9$ мин; $t_3 = 9.5$ мин; $r = 3$ мин, имеем:

Таблица 4.36.

Число рабочих мест на линии и их загрузка (при $r = 3$)

№ операции	t_i мин	Число рабочих мест		Коэфф. загр. рабоч. мест	Загрузка рабочих мест	
		расчетное	принятое		Номер рабочего места	Процент загрузки
1	4.5	1.5	2.0	0.75	1	100
					2	50
2	6.9	2.3	3.0	0.77	3	100
					4	100
					5	30
3	9.6	3.2	4.0	0.8	6	100
					7	100
					8	100
					9	20
Коэффициент загрузки ОППЛ – 0.78						

Далее проводится распределение рабочих по рабочим местам и строится график переходов рабочих по обслуживаемым рабочим местам (табл. 4.37). Так, для рассматриваемого примера на первой операции занято двое рабочих: А и Б. Причем, рабочий А занят 100 % времени в смену, т.е. 480 мин. Занятость рабочего Б складывается из занятости на первой операции – 50 % времени в смену (240 мин), на второй операции – 30 % (144 мин) и на третьей операции – 20 % (96 мин).

Расчет МОЗ на каждой паре смежных операций начинается с определения по формуле (4.28) его приращения в каждый частный период времени. При этом приращение МОЗ Δz_{ij} на i -ой паре смежных операций в j -й интервал T_{ij} представляет собой разность числа изделий, выпущенных

за время T_{ij} на i -ой операции, и числа изделий, потребленных за это же время на $(i + 1)$ -ой операции.

Таблица 4.37

График занятости рабочих на линии

№ операций	Загрузка рабочих мест		Совмещаемые операции	Рабочие на линии	Период оборота линии ($T_0 = 480$ мин)								
	Номер рабочего места	Процент загрузки			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	100	1-2-3	А Б									
	2	50											
2	3	100	1-2	В Г Б									
	4	100											
	5	30											
3	6	100	1-3	Д Е Ж Б									
	7	100											
	8	100											
	9	20											

Положительный знак приращения Δz_{ij} означает возрастание, а отрицательный – убывание общего размера МОЗ на i -ой паре смежных операций (в первом случае более производительной является предыдущая, а во втором случае – последующая операций). Общее приращение размера МОЗ за весь период оборота ОППЛ T_0 на любой паре смежных операций должно быть равно нулю. Это вытекает из необходимости равенства уровней МОЗ на начало первого частного периода (переходящий задел z_{oi}) и конец последнего частного периода каждой пары смежных операций, поскольку через время, равное периоду оборота, ОППЛ должна вернуться в исходное состояние. Следовательно

$$\sum_{(j)} \Delta z_{ij} = 0.$$

Это условие может быть использовано для проверки правильности расчетов МОЗ.

Расчет параметров МОЗ проводится в табличной форме (табл. 4.38)

Таблица 4.38

Расчет параметров МОЗ

i	t_i , МИН	t_{i+1} , МИН	$j;l$	T_{ij} , МИН	c_{ij}	c_{i+1j} j	Δz_{ij}	z'_{ij}	z_{oi}	z_{ij}	$z_{\max i}$
1	4.5	6.9	1	240	2	2	37	37	0	37	37
			2	144	1	3	-31	6		6	
			3	96	1	2	-6	0		0	
2	6.9	9.6	1	240	2	3	-5	-5	5	0	17
			2	144	3	3	17	12		17	
			3	96	2	4	-12	0		5	

Далее по формулам (4.33) и (4.34) производится расчет средних заделов на каждой паре операций z_{cpi} и средний задел на поточной линии z_{cp} . Так, для рассматриваемого примера, имеем

$$\Delta z_{11} = \left(\frac{2}{4.5} - \frac{2}{6.9} \right) \cdot 0.5 \cdot 480 = 37.1 \approx 37(\text{ум.});$$

$$\Delta z_{12} = \left(\frac{1}{4.5} - \frac{3}{6.9} \right) \cdot 0.3 \cdot 480 = -30.6 \approx -31(\text{ум.});$$

$$\Delta z_{13} = \left(\frac{1}{4.5} - \frac{2}{6.9} \right) \cdot 0.2 \cdot 480 = -6.49 \approx -6(\text{ум.});$$

$$\Delta z_{21} = \left(\frac{2}{6.9} - \frac{3}{9.6} \right) \cdot 240 = -5.43 \approx -5(\text{ум.});$$

$$\Delta z_{22} = \left(\frac{3}{6.9} - \frac{3}{9.6} \right) \cdot 144 = 17.6 \approx 17(\text{ум.});$$

$$\Delta z_{23} = \left(\frac{2}{6.9} - \frac{4}{9.6} \right) \cdot 96 = -12.183 \approx -12(\text{ум.});$$

$$z_{cp1} = \frac{1}{480} \left(\frac{0+37}{2} \cdot 240 + \frac{37+6}{2} \cdot 144 + \frac{6+0}{2} \cdot 96 \right) = 16.3 \approx 16(\text{ум.});$$

$$z_{cp2} = \frac{1}{480} \left(\frac{0+5}{2} \cdot 240 + \frac{17+0}{2} \cdot 144 + \frac{17+5}{2} \cdot 96 \right) = 6(\text{ум.});$$

$$z_{cp} = z_{cp1} + z_{cp2} = 16 + 6 = 22(\text{ум.}).$$

По результатам расчета МОЗ строится стандарт-план поточной линии; а также по формуле (4.35) определяется длительность производственного цикла ОППЛ.

Стандарт-план с характеристиками, описанными в табл. 4.36, 4.37 и 4.38, приведен на рис. 4.24.

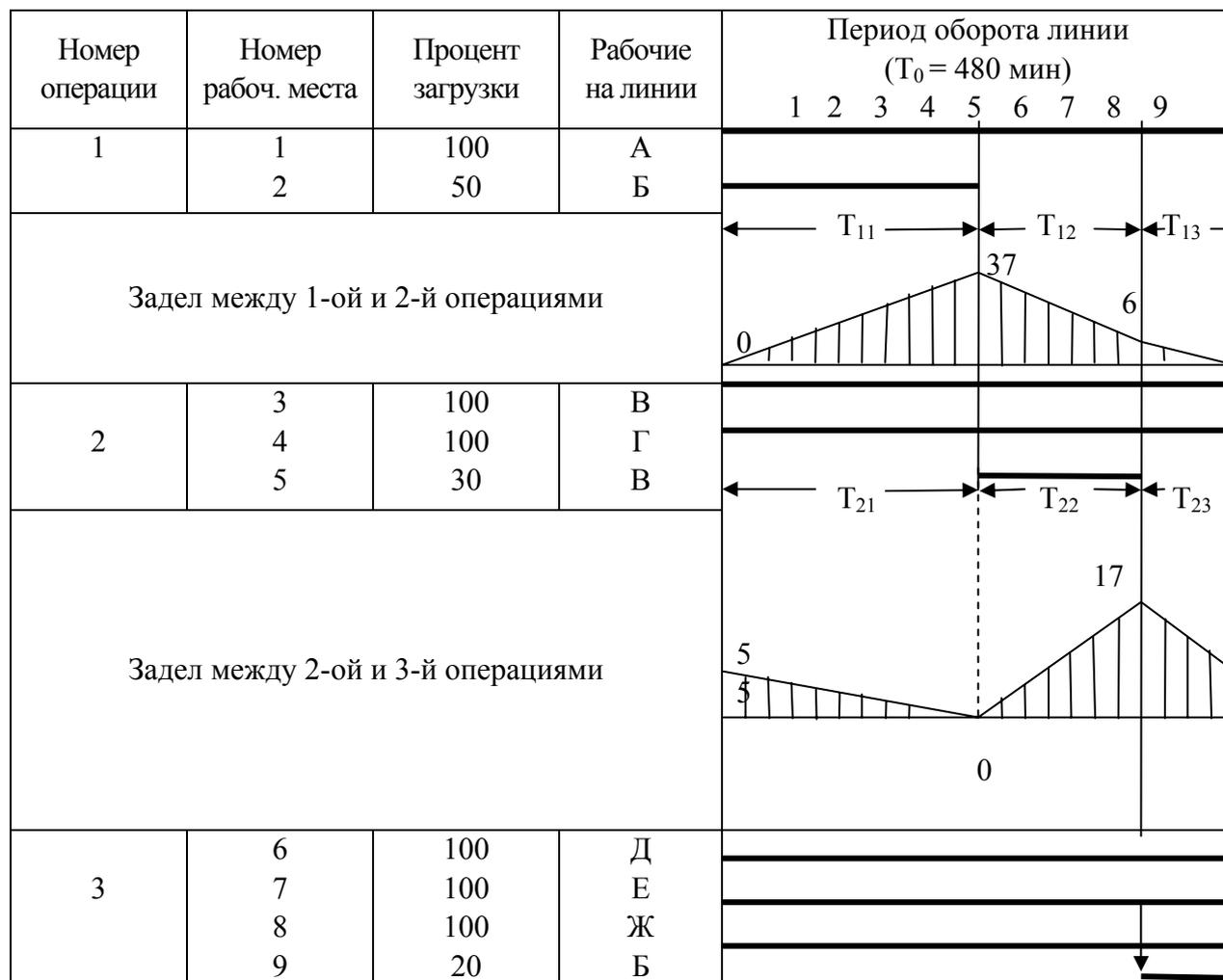


Рис. 4.24. Стандарт-план ОППЛ

Последовательность выполнения работы

1. Получить индивидуальное задание.
2. Рассчитать такт поточной линии.
3. Рассчитать число рабочих мест на линии и их нагрузку.
4. Провести распределение рабочих мест на линии по рабочим местам и построить график переходов рабочих по обслуживаемым рабочим местам.
5. Используя расчетные формулы (см. табл. 4.35), рассчитать параметры межоперационных оборотных заделов поточной линии.
6. Построить стандарт-план ОППЛ.

7. Рассчитать длительность производственного цикла поточной линии.
8. Оформить отчет.

Содержание отчета

Название и цель работы, формулировку цели данной работы, краткую характеристику особенностей ОППЛ, основные расчетные формулы ее календарно-плановых нормативов, таблицы результатов расчета и стандарт-план ОППЛ с эпюрами изменений МОЗ на смежных операциях технологического процесса.

Исходные данные для выполнения практического занятия

Таблица 4.39

Параметры технологического процесса по вариантам

Номер варианта техпроцесса	Нормы штучного времени по операциям техпроцесса (мин)				Сменное задание по выпуску продукции
	2	3	4	5	
1	10.0	6.4	2.0	5.6	120
2	1.4	4.4	3.6	2.6	240
3	6.0	6.6	9.2	10.0	120
4	8.0	9.0	7.0	6.0	96
5	8.4	4.5	6.6	4.5	160
6	1.6	6.8	9.2	6.4	120
7	4.5	4.8	1.5	7.2	160
8	5.4	3.6	4.6	2.4	240
9	11.5	7.5	2.5	6.5	96
10	3.2	2.8	3.6	2.4	240
11	2.5	9.0	12.5	6.0	96
12	6.8	10.4	9.6	5.2	120
13	5.0	1.2	4.8	5.0	240
14	5.4	0.9	6.6	5.1	160
15	8.5	1.5	1.5	12.5	96

Контрольные вопросы

1. Основные признаки поточного производства и их характеристика
2. Классификация поточных линий и их характеристика
3. Характеристика непрерывно-поточных линий и особенности их организации и проектирования
4. Почему выгодно на одной и той же поточной линии изготавливать детали

как для текущего производства, так для ремонта машин, находящихся в эксплуатации? Как при этом определяется программа выпуска?

5. Основные параметры однопредметной непрерывно-поточной линии и порядок их расчета
6. Порядок осуществления синхронизации (выравнивания) длительности операций и расчет загрузки рабочих
7. Виды транспортных средств, применяемых в поточном производстве
8. Отличия рабочих и распределительных конвейеров
9. Необходимость и порядок разметки распределительных конвейеров
10. Характеристика прерывно-поточной линии
11. Характеристика автоматических поточных линий
12. Характеристика автоматических линий, скомпонованных из специальных (необратимых) и агрегатных (обратимых) элементов
13. Преимущества и недостатки автоматических линий, скомпонованных из специальных (необратимых) и агрегатных (обратимых) элементов
14. Характеристика автоматических линий с жесткой, полужесткой и гибкой связью, их преимущества и недостатки
15. Характеристика роторных автоматических линий, их преимущества и область применения
16. Структура гибкой автоматизированной производственной системы (ГПС), роль каждой из подсистем
17. Отличия ГПС от автоматических линий, оснащенных специальными станками, и от производств, оснащенных универсальным оборудованием и станками с ЧПУ
18. Условия эффективности применения ГПС и их характеристика
19. Условия эффективного применения роботов
20. Характеристика отдельных видов поточной сборки

Тематика исследований и рефератов

1. Классификация поточного производства
2. Характеристика транспортных средств, применяемых на поточных линиях
3. Особенности организации автоматических поточных линий
4. Особенности организации гибких производственных систем
5. Особенности применения робототехники в машиностроении

Тестовые задания

Тест 4.1

1. Охарактеризовать методы организации производственного процесса

- партионный;
- поточный;
- единичный:

а) большое разнообразие изготавливаемой продукции, большой удельный вес нестандартных, оригинальных узлов, разнообразие работ, выполняемых на каждом рабочем месте, применение универсального оборудования и приспособлений, большая длительность производственного цикла;

б) стабильность выпуска небольшой номенклатуры изделий в больших количествах, специализация рабочих мест на выполнении одной – трех постоянно закрепленных операций, большой удельный вес специализированного оборудования;

в) постоянство довольно большой номенклатуры продукции, выпускаемой в значительных количествах, специализация рабочих мест на выполнении нескольких постоянно закрепленных за ними деталями операций, обработка деталей партиями с заранее установленной периодичностью, применение труда специализированных рабочих средней квалификации, централизация оперативного руководства производством;

г) постоянство довольно большой номенклатуры продукции, выпускаемой в значительных количествах, специализация рабочих мест на выполнении одной – трех постоянно закрепленных операций, обработка деталей партиями с заранее установленной периодичностью, преобладание рабочих-универсалов высокой квалификации, децентрализация оперативного руководства производством.

2. Какой момент не относится к характеристике группового метода организации производства?

а) группировка деталей по признаку конструктивного и технологического сходства;

б) разработка для каждой группы деталей различных вариантов конструктивных, технических и технико-экономических решений;

в) выделение в каждой группе наиболее сложной детали, а при необходимости – проектирование комплексной сложной детали;

d) разработка для сложной детали группового технологического процесса, проектировка оснастки, подбор оборудования для изготовления любой детали данной группы.

3. Определить:

- такт поточной линии;
- ритм поточной линии;
- темп поточной линии:

$$\text{a) } \frac{N}{F_{\partial}}; \quad \text{b) } \frac{F_{\partial}}{N}; \quad \text{c) } \frac{N \cdot p}{F_{\partial}}; \quad \text{d) } \frac{F_{\partial} \cdot p}{N},$$

где F_{∂} – действительный фонд времени работы поточной линии в плановом периоде, ч, мин; N – программа планового периода, шт.; p – величина передаточной партии, шт.

4. Определить скорость движения поточной линии

$$\text{a) } \frac{N l_{np}}{F_{\partial}}; \quad \text{b) } \frac{F_{\partial} l_{np}}{N}; \quad \text{c) } \frac{N}{F_{\partial} l_{np}}; \quad \text{d) } \frac{F_{\partial}}{N l_{np}},$$

где l_{np} – шаг поточной линии.

5. Определить такт автоматической линии

$$\text{a) } r = \frac{F_{\partial}}{N}; \quad \text{b) } r = t_{o.uz} + t_{y(c)} + t_{mp}; \quad \text{c) } r = t_{o.uz} + t_{y(c)}; \quad \text{d) } r = \frac{F_{\partial}}{N} + t_{mp},$$

где $t_{o.uz}$ – время обработки изделия; $t_{y(c)}$ – время для установки, закрепления и снятия изделия; t_{mp} – время транспортировки изделия с одной позиции на другую.

6. Определить такт роторной линии

$$\text{a) } r = \frac{V_{mp}}{h}; \quad \text{b) } r = \frac{h}{V_{mp}}; \quad \text{c) } r = \frac{h \cdot N_y}{V_{mp}}; \quad \text{d) } r = \frac{1}{V_{mp} \cdot h},$$

где h – расстояние между смежными позициями ротора; N_y – количество изделий, изготовленных за 1 цикл; V_{mp} – окружная скорость ротора по центру инструмента.

7. Определить потенциальную производительность автоматической линии

$$\begin{aligned} \text{a) } q_n &= \frac{N_{ц}}{T_{ц} + t_{обсл.м.}}; & \text{b) } q_n &= \frac{N_{ц}}{T_{ц} + t_{обсл.м.} + t_{обсл.о.}}; \\ \text{c) } q_n &= \frac{N_{ц}}{T_{ц} + t_{обсл.о.}}; & \text{d) } q_n &= \frac{N_{ц}}{T_{ц}}, \end{aligned}$$

где $N_{ц}$ – количество изделий, изготовленных за 1 цикл; $T_{ц}$ – время одного цикла; $t_{обсл.м.}$ – время технического обслуживания; $t_{обсл.о.}$ – время организационного обслуживания.

8. Определить фактическую производительность автоматической линии

$$\begin{aligned} \text{a) } q_n &= \frac{N_{ц}}{T_{ц}}; & \text{b) } q_n &= \frac{N_{ц}}{T_{ц} + t_{обсл.м.} + t_{обсл.о.}}; \\ \text{c) } q_n &= \frac{N_{ц}}{T_{ц} + t_{обсл.м.}}; & \text{d) } q_n &= \frac{N_{ц}}{T_{ц} + t_{обсл.о.}}. \end{aligned}$$

9. Определить необходимое количество автоматических линий

$$\text{a) } n_{ал} = \frac{Nq_m}{F_{\delta}k_{ном}}; \quad \text{b) } n_{ал} = \frac{N}{F_{\delta}k_{ном}}; \quad \text{c) } n_{ал} = \frac{N}{q_m F_{\delta} k_{ном}}; \quad \text{d) } n_{ал} = \frac{N}{F_{\delta}},$$

где N – программа выпуска изделий; q_m – техническая производительность линии; F_{δ} – действительный фонд времени работы линии на выполнение программы выпуска; $k_{ном}$ – коэффициент, учитывающий потери по организационным и технологическим причинам.

10. Определить емкость склада i -го оборудования

$$\begin{aligned} \text{a) } N_i &= \left[\frac{\ln P_i}{\ln(1 - \eta_3)} \right] - 1; & \text{b) } N_i &= \left[\frac{\ln(1 - \eta_3)}{\ln P_i} \right] + 1; \\ \text{c) } N_i &= \left[\frac{\ln P_i}{\ln \eta_3} \right] + 1; & \text{d) } N_i &= \left[\frac{\ln(1 - P_i)}{\ln \eta_3} \right] - 1, \end{aligned}$$

где P_i – вероятность переполнения ячеек, закрепленных за i -м оборудованием.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

5.1. Организация инструментального хозяйства

5.1.1. Значение, цели и состав инструментального хозяйства

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. При современных темпах технического прогресса значение инструментального хозяйства возрастает, поскольку расходы на проектирование и изготовление технологического оснащения объектов новой техники достигают 80 % от общего объема затрат на подготовку производства. Правильная организация инструментального хозяйства существенно влияет на ускорение цикла подготовки и освоения новых производств, а следовательно, – и на сокращение затрат на подготовку.

Основная цель инструментального хозяйства – своевременное и бесперебойное снабжение цехов, участков и рабочих мест необходимым высококачественным инструментом. Критерием ее достижения является снижение до минимума расходов на изготовление, приобретение и эксплуатацию инструмента. *Локальные цели* сводятся к обеспечению высокой эффективности технологии, организации изготовления, хранения, ремонта и восстановления инструмента; правильной эксплуатации и сокращению расхода инструмента; своевременному приобретению и поддержанию минимально необходимых запасов инструмента. Основными функциями системы инструментального хозяйства являются:

- планирование деятельности подразделений инструментального хозяйства;
- производство инструмента и технологического оснащения;
- закупка инструмента на стороне;
- централизованное хранение и выдача инструмента цехам и на рабочие места участков;
- восстановление изношенного инструмента.

Для выполнения указанных функций инструментального хозяйства располагает соответствующими людскими и материальными ресурсами, техническими средствами и др. Информационное обеспечение системы включает: классификаторы инструмента, нормативы расхода инструмента, нормативы для планирования производства и закупки инструмента, планово-учетную документацию для планирования производства, организации хранения и выдачи инструмента.

Система инструментального хозяйства имеет двухуровневую организационную структуру. На верхнем уровне (предприятия) функционируют:

- инструментальный отдел;
- инструментальные цехи, участки;
- центральный инструментальный склад (ЦИС);
- инструментальная группа при отделе материально-технического снабжения, удовлетворяющая потребность в материалах для изготовления инструмента и оснащения непосредственно на предприятии, а также закупку их 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.

Структура и схема управления инструментальным хозяйством определяются типом и характером производства и размерами предприятия. Организация и управление инструментальным хозяйством в объединениях и крупных предприятиях строятся по схеме, представленной на рис. 5.25. Координацию целенаправленной деятельности всех подразделений системы инструментального хозяйства по указанному выше кругу функций обеспечивает *планово-экономическое бюро*.

Задачей *инструментальных цехов и участков* является изготовление специального инструмента и оснастки, а также унифицированного и стандартного инструмента по заводским нормам. На крупных предприятиях организуются несколько специализированных инструментальных цехов (режущего и мерительного инструмента, штампов, приспособлений и прессформ и др.), а на средних – единый инструментальный цех с соответствующими участками. ЦИС обеспечивает прием инструмента, изготовленного на предприятии и приобретаемого на стороне, хранение и выдачу инструмента цехам. ИРК получают из ЦИС и хранят инструмент в количествах, необходимых для данного цеха, а также организуют выдачу его на рабочие места участков по одно- или двухмарочной системе. Функции других цеховых органов инструментального хозяйства ясны из их целевого назначения.

Применительно к небольшим заводам рассмотренная схема построения инструментального хозяйства изменяется следующим образом: все инструментальное хозяйство подчиняется непосредственно главному технологу, вместо отдела инструментального хозяйства организуется бюро инструментального хозяйства (БИХ), вместо инструментального цеха создается

участок, вместо бюро соответствующие группы. Важной предпосылкой рациональной организации функционирования инструментального хозяйства является наличие соответствующего нормативно-информационного обеспечения.

К основным элементам нормативно-информационного обеспечения системы инструментального хозяйства относятся классификация и индексация инструмента, нормирование расхода инструмента.

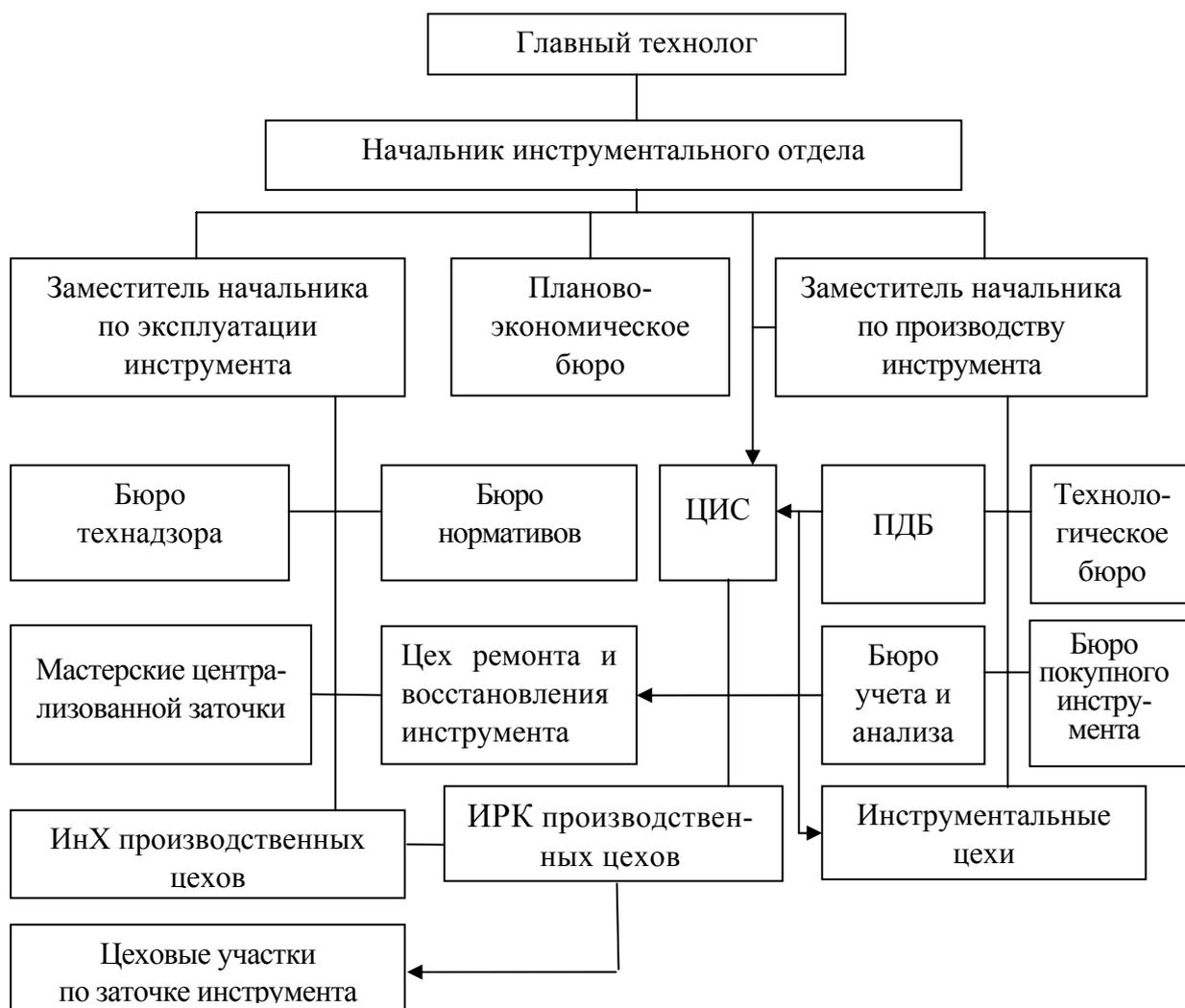


Рис. 5.25. Структура управления инструментального хозяйства предприятия

5.1.2. Классификация и индексация инструмента

Классификация имеет целью группировки всего инструментального оснащения в соответствии с его производственно-технологическим назначением и конструктивными особенностями. Вместе с закрепляющей ее индекса-

цией она служит для систематизации номенклатуры инструмента, достигающей на предприятиях десятков тысяч типоразмеров, позволяет преодолеть трудности, связанные с планированием, организацией учета, выдачей и хранением инструмента.

Наиболее распространена классификация и индексация инструмента по трем признакам:

- **характер использования** (стандартный, унифицированный и специальный инструмент);
- **назначение** (режущий, измерительный, слесарно-монтажный инструмент, штампы, приспособления, пресс-формы и др.);
- **место в производственном процессе** (инструмент первого порядка, используемый для изготовления изделий основного производства, и второго порядка, применяемый для изготовления инструмента первого порядка).

Индексация сводится к присвоению каждому типоразмеру инструмента условного обозначения в соответствии с тем положением, которое он занимает в классификаторе. В настоящее время наибольшее применение получила *десятичная* цифровая система индексации: каждому иерархическому уровню группировки присваивают цифровые индексы от 1 до 9. Например, шифр инструмента 01.01.03 означает, что он относится к классу режущих, подклассу резцов, группе токарных, подгруппе подрезных инструментов. В ряде случаев применяют *смешанную* индексацию. В ней буквами обозначают классы и подклассы, а цифрами – остальную часть шифра. В нашем примере: РР 01.03.

5.1.3. Расчет потребности в инструменте

Нормативы расхода инструмента необходимы для планирования производства и управления запасами инструмента. *Норма расхода инструмента* – это количество данного инструмента, требуемое для выполнения определенного объема работ. В массовом и крупносерийном производстве норму расхода инструмента устанавливают исходя из объема работ на 1000 деталей, а в отдельных случаях – на 100, 10 или 1 деталь. Во всех других типах производства для данной цели определяют объем работ на 1000 (или 100) станко-ч работы определенной группы оборудования.

Различают две группы методов расчета норм расхода инструмента: расчетно-технические и статистические.

Расчетно-технические методы подразделяются на точные и укрупненные. В общем виде норма расхода инструмента H_p в обоих случаях

$$H_p = \frac{T_{n.u}}{F_{э.и}}, \quad (5.1)$$

где $T_{n.u}$ – потребное время работы данного инструмента на определенный объем работ; $F_{э.и}$ – эффективное время работы инструмента до его полного использования.

Точные методы применяются в массовом и крупносерийном производстве. Расчет нормы расхода данного типоразмера режущего инструмента на 1000 деталей ведут по формуле

$$H_p = \frac{1000t_m I}{(L/l + 1)t_c (1 - k_{yб})}, \quad (5.2)$$

где t_m – норма машинного времени обработки одной детали данным инструментом, мин; I – количество инструмента данного типоразмера, одновременно работающего на станке; L – допустимое стачивание рабочей грани инструмента до полного изнашивания, мм; l – толщина слоя, стачиваемого за одну переточку, мм; t_c – время работы инструмента между двумя заточками, мин; $k_{yб}$ – коэффициент случайной убыли инструмента ($k_y = 0.05 \div 0,1$).

Из расчетно-технических методов *укрупненного* определения нормы расхода инструмента наиболее часто используется метод средней оснастки. Номенклатура инструмента в комплекте типовой оснастки соответствующей группы оборудования устанавливается по специальным нормативно-справочным таблицам. Норматив расхода каждого вида режущего инструмента на 1000 станко-ч работы данного оборудования определяют по формуле

$$H_p = \frac{1000k_m \beta}{(L/l + 1)t_c (1 - k_{yб})}, \quad (5.3)$$

где k_m – доля машинного времени в общем времени занятости оборудования данной группы; β – доля времени инструмента данного типоразмера

в машинном времени работы всего комплекта типовой оснастки конкретного станка.

Применительно к условиям конкретного производства нормативные данные карт ТО по станкам корректируются с учетом состава фактически потребности номенклатуры инструмента путем исключения неприменяемых позиций и соответствующего пересчета значений β .

Аналогично устанавливают зависимости для расчета норм расхода мерительного инструмента. Для сокращения времени расчетов нормативов применяют номограммы либо разрабатывают алгоритмы и программы решения данных задач на ЭВМ.

Статистический метод установления средних норм расхода строится на основе анализа отчетных данных о фактическом расходе инструмента за один год или несколько лет $Q_{p.ф}$. При этом учитываются имевшие место неоправданные отклонения в расходе инструмента $Q_{p.н}$, а также влияние намечаемых организационно-технических мероприятий по сокращению расхода данного инструмента, выражаемое коэффициентом $\gamma_{p.и}$ ($\gamma_{p.и} < 1$). Тогда

$$H_p = \frac{(Q_{p.ф} - Q_{p.н})\gamma_{p.и}}{1000}. \quad (5.4)$$

Выбор того или иного метода расчета норм расхода инструмента зависит от типа производства и его эксплуатационных особенностей.

5.1.4. Планирование инструментального хозяйства

Основными функциональными блоками задач планирования инструментального хозяйства являются:

- расчеты оборотного и эксплуатационного фондов инструмента;
- планирование и регулирование потребления инструмента;
- планирование и регулирование производства инструмента;
- централизованное хранение и выдача инструмента;
- организация технического надзора за ремонтом и восстановлением инструмента.

Для обеспечения бесперебойной работы цехов необходимо иметь *оборотный фонд*, определяемый по каждому типоразмеру инструмента.

Общезаводской оборотный фонд инструмента $Q_{3,0}$ (рис. 5.26) складывается из заводского эксплуатационного фонда $Q_{3,9}$ и складских запасов ЦИС $Q_{ЦИС}$, т.е. $Q_{3,0} = Q_{3,9} + Q_{ЦИС}$. Заводской эксплуатационный фонд инструмента выражается суммой оборотных фондов цехов $Q_{ц}$, т.е. $Q_{3,9} = \sum Q_{ц}$.

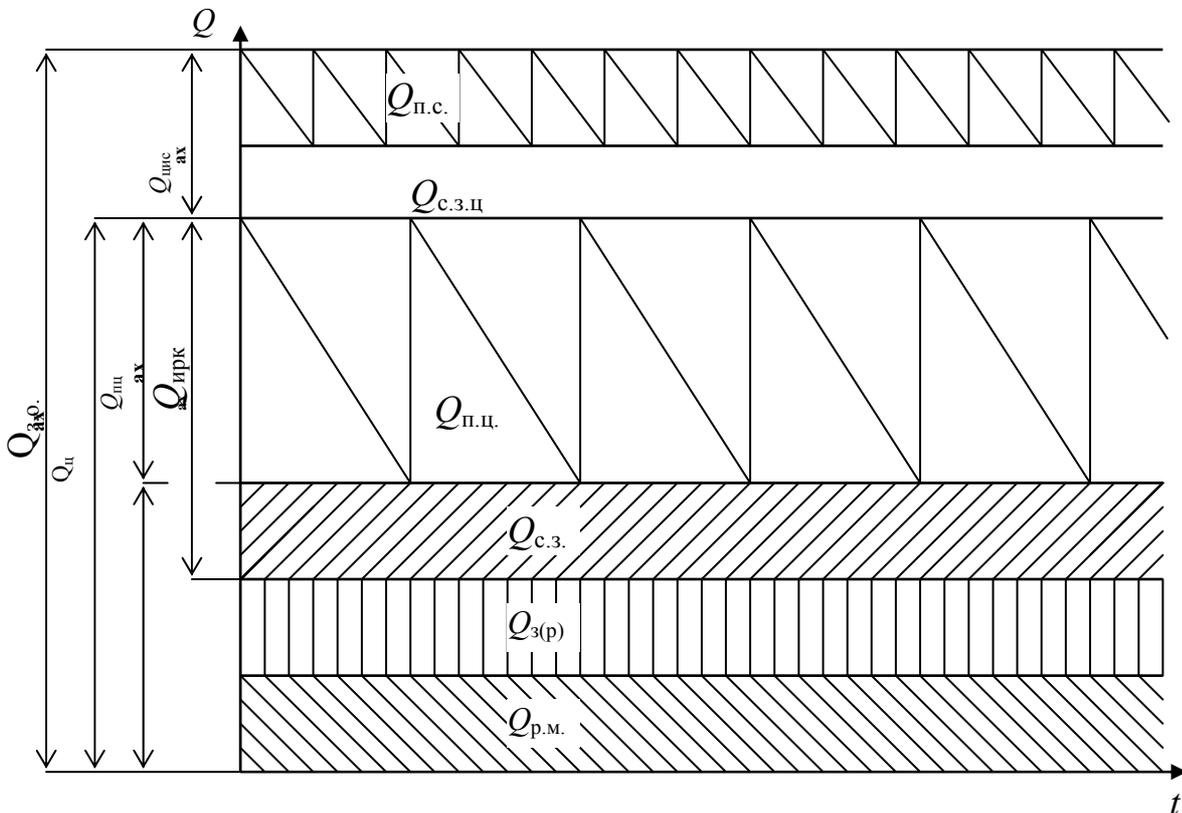


Рис 5.26. Структура общезаводского оборотного фонда инструмента

В свою очередь, цеховой оборотный фонд инструмента по каждому типоразмеру $Q_{ц} = Q_{п.ц} + Q_{э.ц}$, где $Q_{п.ц}$ – переходящий фонд инструмента цеха; $Q_{э.ц}$ – цеховой эксплуатационный фонд инструмента.

Переходящий фонд – это количество данного инструмента, которое поступает в ИРК цеха между двумя периодами поставки $\tilde{J}_{ц}$ для возмещения изношенного. Иначе говоря, переходящий фонд цеха равняется партии поступления инструмента $n_{ин}$, определяемой нормой его среднедневного расхода \bar{H}_p и периодом поставки, т.е.

$$Q_{п.ц} = n_{ин} \bar{H}_p \tilde{J}_{ц}. \quad (5.5)$$

Эксплуатационный фонд цеха состоит из трех частей

$$Q_{э.ц} = Q_{p.м} + Q_{з(p)} + Q_{с.з}, \quad (5.6)$$

где $Q_{p.м}$ – количество данного инструмента в запасе на рабочем месте; $Q_{з(p)}$ – количество данного инструмента в заточке, ремонте или проверке; $Q_{с.з}$ – страховой запас инструмента в ИРК, шт. Раскроем эти составляющие

$$Q_{p.м} = \sum S_j I_{ij}, \quad (5.7)$$

где S_j – число рабочих мест j -группы оборудования, где применяется i -инструмент; I_{ij} – количество i -го инструмента, находящегося в пользовании и хранящегося на рабочем месте j -группы.

$$Q_{з(p)} = \left(\frac{t_з}{t_{p.i}} \right) S_j \bar{I}_{ij}, \quad (5.8)$$

где $t_з$ – длительность цикла заточки или ремонта, ч; $t_{p.i}$ – периодичность подачи инструмента к рабочим местам, ч; \bar{I}_{ij} – среднее количество i -го инструмента, одновременно занятого в производственном процессе на рабочих местах j -й группы оборудования;

$$Q_{с.з} = (0,05 - 0,10) Q_{н.ц}.$$

Цеховой оборотный фонд инструмента состоит из инструмента на рабочем месте, инструмента в заточке и в ИРК. Как видно из графика (см. рис. 5.26), размер $Q_{ИРК}$ непостоянен и меняется от максимума в момент поступления очередной партии инструмента $n_{ин}$ до минимума, соответствующего значению $Q_{с.з}$. Максимальный оборотный фонд ИРК по данному типоразмеру инструмента

$$\max Q_{ИРК} = Q_{н.ц} + Q_{с.з}. \quad (5.9)$$

Для предотвращения возможности перебоев в питании рабочих мест, вызванных неравномерностью потребления инструмента, устанавливают «точку заказа» инструмента $Q_{м.з.и}$. В данном случае

$$Q_{м.з.и} = H_p T_{ц.и} + Q_{с.з}, \quad (5.10)$$

где $T_{ц.и}$ – длительность цикла изготовления нормальной партии данного инструмента.

Оборотный фонд запасов инструмента в ЦИС формируется из складского переходящего $Q_{n.c}$ и страхового запасов $Q_{c.з.ц}$, т.е.

$$\max Q_{ЦИС} = Q_{n.c} + Q_{c.з.ц}.$$

Вторая функция – планирование и регулирование потребления инструмента – включает определение расходного фонда инструмента $Q_{рас}$, а также годовой, квартальной и месячной потребности в инструменте.

Для предприятия (цеха) *расходный фонд инструмента* за определенный период (год, квартал) выражается зависимостью

$$Q_{рас} = H_p \left(\frac{W}{1000} \right), \quad (5.11)$$

где W – объем работы, выполняемой с помощью данного инструмента за планируемый период, выраженный в тех же единицах, что и норматив его расхода H_p .

Годовая (квартальная) потребность в инструментах $Q_{ном}$

$$Q_{ном} = Q_{рас} \pm \Delta H_{зИРК} \pm \Delta H_{зЦИС}, \quad (5.12)$$

где $\Delta H_{зИРК}$ и $\Delta H_{зЦИС}$ – соответственно отклонения фактического наличия инструмента от установленной нормы его запаса в ИРК и ЦИС.

Для цехов и участков устанавливают лимиты расхода инструмента по каждому его типоразмеру. Лимиты определяют с учетом $Q_{рас}$ и $Q_{ном}$.

Цель лимитирования – побуждать цехи (участки) к экономичному расходованию и бережному хранению инструмента. Соблюдение лимитов контролирует ЦИС.

Третья функция – планирование и регулирование производства инструмента – имеет много общего с планированием производства основных механообрабатывающих или механосборочных цехов.

Четвертая функция инструментального хозяйства предусматривает централизованное хранение и выдачу инструмента производственным подразделениям предприятия, а внутри последних организацию бесперебойного снабжения рабочих мест инструментом и оснасткой, их правильной эксплуатации, своевременного и качественного ремонта.

Рабочие места производственных цехов, участков и линий обслуживают инструментально-раздаточные кладовые (ИРК). В *функции ИРК* входят: получение из ЦИС инструмента и оснастки, организация учета и хранения технологического оснащения, обеспечение выдачи инструмента и оснастки

на рабочие места, организация ремонта и восстановления инструмента, списывание пришедшего в негодность технологического оснащения.

Работники ИРК с помощью специальных карт ведут учет движения каждого вида инструмента. Выдача инструмента на рабочие места осуществляется двумя способами: централизованно, т.е. путем доставки оснастки на рабочие места работниками ИРК или участка, и путем самообслуживания, когда рабочий получает инструмент в ИРК в обмен на выданные ему марки.

В настоящее время, в связи с применением бригадной организации труда, ростом числа групповых поточных и автоматических линий в составе участков, широко внедряется комплектная выдача инструмента на рабочие места в установленное по графику время, а также выдача инструмента по сигналу, переданному по системе связи рабочего места с ИРК и ЦАС (центральным автоматизированным складом).

Одной из важных функций инструментального хозяйства является *организация технического надзора* за эксплуатацией оснастки, ее ремонтом и восстановлением. Контроль за эксплуатацией оснастки возлагается на бюро технадзора. Его инспекторы проверяют:

- порядок хранения и эксплуатации инструмента в цехах, нормы стойкости, износа и запаса инструмента;
- выявляют причины и виновников выхода оснастки из строя; участвуют в разработке мероприятий по обеспечению правильной эксплуатации, сокращению расхода и запасов инструмента;
- проверяют правильность заточки, ремонта и восстановления инструмента, хранения его в ЦИС и своевременность поверочного контроля мерительного инструмента.

Технический надзор за эксплуатацией, своевременным проведением ремонта, восстановлением и повышением стойкости оснастки позволяет сократить потребность в воспроизводстве инструмента на 30 – 40 %, а затраты – на 20 – 30 %.

Ремонт и восстановление оснастки осуществляют инструментальные цехи и особые участки (мастерские) при цехах основного производства.

5.1.5. Техничко-экономические показатели и пути совершенствования инструментального хозяйства

При общей оценке состояния организации инструментального хозяйства используются две группы показателей, характеризующих:

- *эксплуатационные затраты* – доля затрат на инструмент в себестоимости продукции; отношение запасов технологической оснастки к месячному расходу (%); доля стоимости запасов технологической оснастки в общем объеме оборотных средств;

– производство технологической оснастки – объем выпуска и номенклатура оснастки; производительность труда; трудоемкость, металлоемкость, фондоотдача и себестоимость отдельных видов оснастки.

Основными направлениями совершенствования инструментального хозяйства и повышения технико-экономических показателей являются:

в области проектирования конструкций и технологии изготовления оснастки – стандартизация, унификация оснастки, ее сборочных единиц, деталей и заготовок; широкое применение универсально-сборных приспособлений (УСП), типовых технологических процессов, универсально-наладочных приспособлений (УНП), групповой технологии и быстропереналаживаемого группового оснащения (БГО);

в области производства оснастки – повышение уровня специализации цехов и участков; внедрение средств автоматизации и механизации производственных процессов; организация поточного производства; совершенствование системы планирования в инструментальных цехах;

в области эксплуатации – обеспечение нормальных условий работы ЦИС, ЦАС и ИРК; организация активного питания рабочих мест, централизованной заточки инструмента; усиление технадзора; упорядочение нормативного хозяйства; улучшение оперативного и бухгалтерского учета и ужесточение на этой основе расходных лимитов и норм запаса.

Практическое занятие № 1

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по расчету потребности предприятия в оснастке и инструменте.

Краткие теоретические сведения

Потребность предприятия по каждому виду инструментальной оснастки (I_o) на плановый период определяется по формуле

$$I_o = P + O_n + O_\phi, \quad (5.13)$$

где P – расход инструмента на программу на планируемый год, шт.; O_n – нормируемый оборотный фонд инструмента на конец планового периода, шт.; O_ϕ – фактический оборотный фонд инструмента на начало планового периода, шт.

На предприятиях с *единичным и мелкосерийным* производством расход инструмента на программу может определяться с использованием укрупнен-

ного и статического методов. При использовании укрупненного метода расход инструмента определяется по формуле

$$P = \frac{t_q k_m k_n}{T_u (1 - k_{y\bar{o}})}, \quad (5.14)$$

где t_q – количество станко-часов работы в плановом периоде; k_m – коэффициент машинного времени, характеризующий отношение машинного времени к штучному для данной группы оборудования (в единичном производстве он равен 0,4 – 0,6, в мелкосерийном – 0,75); k_n – коэффициент применяемости данного инструмента, который зависит от вида инструмента, характеристики металлорежущего станка и типа производства; $k_{y\bar{o}}$ – коэффициент случайной убыли инструмента;

$$k_{y\bar{o}} = \frac{P_y}{100}, \quad (5.15)$$

где P_y – величина, характеризующая случайную убыль инструмента в процентах, определяется по статистическим данным ($P_y = 5 \div 10\%$); T_u – стойкость инструмента, время его работы до полного износа, ч;

$$T_u = \left(\frac{L}{l} + 1 \right) t_c, \quad (5.16)$$

где L – величина рабочей части инструмента, на которую допускается стачивание, мм; l – величина стачивания за одну заточку, мм; t_c – время работы инструмента между двумя заточками, ч.

При использовании *статистического* метода расход инструмента определяется по формуле

$$P = \frac{\Phi_p N_n}{1000}, \quad (5.17)$$

где N_n – объем валовой продукции в плановом периоде, руб.; Φ_p – фактический расход данного вида оснастки, приходящийся на 1000 руб. валовой продукции за отчетный год, шт./1000 руб.

В *массовом и крупносерийном* производстве расход инструмента определяется по нормам расхода

$$P = \sum_{i=1}^{m_u} \frac{H_{pi} N_{ni}}{1000}, \quad (5.18)$$

где m_u – число наименований изделий, обрабатываемых данным инструментом; N_{ni} – количество изделий i -наименования, подлежащих обработке в плановом периоде, шт.; H_{pi} – норма расхода инструмента на 1000 операций при обработке i -изделия, шт./1000.

Норма расхода инструмента на 1000 операций равна

$$H_p = \frac{1000t_m I}{T_u \left(1 - \frac{P_y}{100}\right)}, \quad (5.19)$$

где t_m – норма машинного времени, необходимая для выполнения одной операции данным инструментом, мин; I – количество инструмента данного типоразмера, одновременно работающего на станке.

Тогда расход режущего инструмента (P) на программу в *массовом* или *крупносерийном* производстве определяется по формуле

$$P = \frac{N_{ni} t_m n_m}{T_u (1 - k_{y\delta})}. \quad (5.20)$$

Расход режущего инструмента в *мелкосерийном* и *единичном* производстве равен

$$P' = \frac{T_n k_m k_\delta}{T_u (1 - k_{y\delta})}, \quad (5.21)$$

где T_n – трудоемкость производственной программы, н-ч; k_m – коэффициент машинного времени; k_δ – коэффициент применяемости данного инструмента.

Расход штампов на программу находится по формуле

$$P_{ш} = \frac{D_{ш} Y_{ш}}{Y_\delta \Pi_\delta}, \quad (5.22)$$

где $D_{ш}$ – план производства штампуемых деталей; $Y_{ш}$ – число ударов при штамповке детали; Y_δ – число ударов при штамповке до полного износа; Π_δ – число допустимых переточек или ремонтов матриц до полного износа.

Расход мерительного инструмента устанавливается по формуле

$$P_M = \frac{D_M \chi_i k_k}{H_{iM} (1 - k_{y\delta})}, \quad (5.23)$$

где D_M – число деталей, подлежащих промерам, шт.; χ_i – число измерений

на деталь; k_k – коэффициент выборочного контроля; H_{iM} – норма износа мерительного инструмента, которая представляет собой число промеров до его полного износа.

Оборотный фонд инструмента цеха ($Q_{э.ц}$) состоит из инструмента, находящегося на рабочих местах ($Q_{p.м.}$), в заточке и ремонте ($Q_{з(p)}$) и из запасов в ИРК ($Q_{с.з}$).

$$Q_{э.ц} = Q_{p.м.} + Q_{з(p)} + Q_{с.з}. \quad (5.24)$$

Количество инструмента на рабочих местах ($Q_{p.м.}$) при периодической его доставке по графику определяется по формуле

$$Q_{p.м.} = \left(\frac{t_{p.i.}}{t_{s.s.}} \right) I_{o.p.} + c(1 + k_3), \quad (5.25)$$

где $t_{p.i.}$ – периодичность подачи инструмента к рабочим местам, ч; $t_{s.s.}$ – периодичность съема инструмента со станка, ч; $I_{o.p.}$ – количество одновременно работающего инструмента на всех рабочих местах, шт.; c – число рабочих мест, на которых одновременно применяется данный инструмента; k_3 – коэффициент страхового запаса инструмента на рабочих местах (величина k_3 на однорезцовых станках равна 1, а на многорезцовых – $2 \div 4$).

Количество инструмента, находящегося в заточке и ремонте ($Q_{з(p)}$), определяется по формуле

$$Q_{з(p)} = \left(\frac{t_s}{t_{p.i.}} \right) I_{o.p.}, \quad (5.26)$$

где t_s – продолжительность заточки (ремонта) инструмента, ч.

Количество инструмента, находящегося в запасе в инструментально-раздаточной кладовой ($Q_{с.з}$) определяется по формуле

$$Q_{с.з} = N_{\delta} t_{p.к.} (1 + k_3), \quad (5.27)$$

где N_{δ} – среднесуточный расход инструмента, шт.; $t_{p.к.}$ – периодичность поставки инструмента из центрального инструментального склада в инструментально-раздаточные кладовые (как правило, поставки производятся 2 раза в месяц, т.е. $t_{p.к.} = 15$ дн.); k_3 – коэффициент страхового запаса инструмента в ИРК (принимается $k_3 = 0,1$).

Оборотный фонд инструмента по предприятию состоит из оборотного фонда цехов, страхового и переходящего запасов инструмента на центральном инструментальном складе. Оборотный фонд (запас) инструмента на центральном инструментальном складе определяется по системе «максимум-минимум» (рис. 5.27).

1. Минимальный запас ($Z_{\min u}$)

$$Z_{\min u} = H_{\partial} B_{cp}, \quad (5.28)$$

где H_{∂} – среддневной расход инструмента, шт.; B_{cp} – число дней срочного изготовления или приобретения инструмента.

2. Максимальный запас ($Z_{\max u}$)

$$Z_{\max u} = \Pi + Z_{\min u}, \quad (5.29)$$

где Π – величина партии заказа (изготовления) инструмента, шт.

3. «Точка заказа» ($Z_{m.з.}$) – величина запаса инструмента, при которой дается задание на выпуск или приобретение очередной его партии

$$Z_{m.з.} = H_{\partial} B_n + Z_{\min u}, \quad (5.30)$$

где B_n – нормальный срок изготовления (приобретения) инструмента.

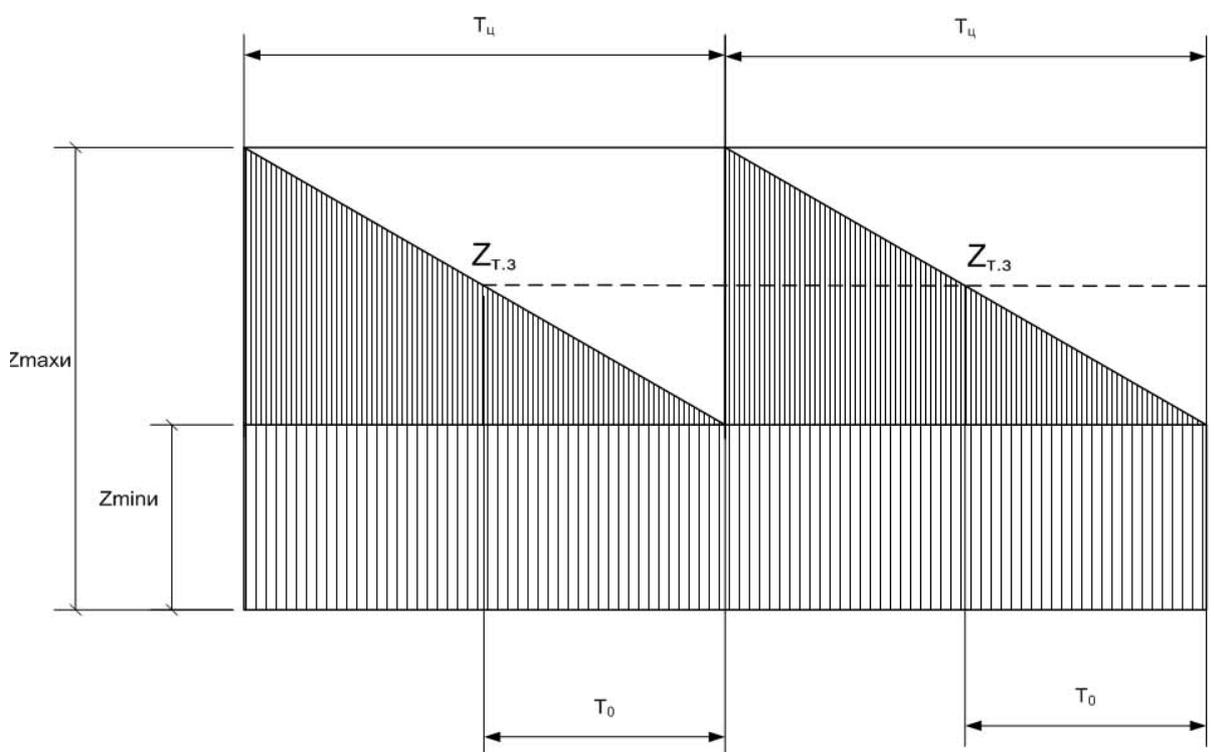


Рис. 5.27. График изменения запаса инструмента в ЦИС по системе «максимум-минимум»

Пример

Определить годовой расход сверл и потребность завода в них на следующий год. Толщина слоя, снимаемого при каждой переточке, – 4 мм, рабочая часть инструмента – 36 мм, стойкость инструмента – 1 ч. Коэффициент преждевременного выхода инструмента из строя – 0,06. Машинное время обработки одной детали – 5 мин, планируемый оборотный фонд на начало следующего года – 400 шт. Фактический запас на 1 октября текущего года – 150 шт., в 4-м квартале текущего года поступит на завод 180 сверл. Годовая программа выпуска продукции – 120 000 шт.

Решение

При решении задачи необходимо учесть расход инструмента за IV-й квартал текущего года, так как фактический запас инструмента дан на 1 октября.

$$\text{Стойкость инструмента } T_u = (36 : 4 + 1) \times 1 = 10 \text{ ч.}$$

$$\text{Расход сверл } P = 120000 \cdot 5 \cdot 1 / 10(1 - 0,06)60 = 1064 \text{ шт./год.}$$

Потребность в сверлах

$$I_o = 1064 + 400 - (150 - 1064 : 4 + 180) = 1400 \text{ шт./год.}$$

Задачи

Задача 5.1

Объем выпуска продукции на предприятии массового производства характеризуется данными табл. 5.40.

Таблица 5.40

Выпуск изделий по вариантам

Изделия	Программа выпуска деталей по вариантам, тыс. шт.				
	1	2	3	4	5
<i>A</i>	3000	3100	2500	2800	3200
<i>B</i>	1000	1100	1200	1400	1500
<i>B</i>	2000	2400	2500	1300	1200

Норма машинного времени, необходимая для обработки детали, составляет: на изделие *A* – 3 ч, *B* – 4 и *B* – 6 ч. Величина слоя режущей части инструмента, стачиваемого за время переточек, – 6 мм, за одну переточку – 0,2 мм. Время работы между переточками – 4 ч. Одновременно на станке применяется 6 резцов. Коэффициент естественной убыли инструмента – 0,08.

Выяснить плановую потребность предприятия в режущем инструменте.

Задача 5.2

Определить оборотный фонд инструмента на центральном складе на основании следующих данных: дневной расход – 200 шт.; время срочного изготовления (приобретения) – 5 дней; время нормального изготовления (приобретения) – 10 дней; величина партии заказа – 6000 шт.

Рассчитать минимальный и максимальный запас инструмента на складе, «точку заказа».

Задача 5.3

В механическом цехе с массовым характером производства годовой объем выпуска деталей – 300 тыс. шт.; машинное время на деталь – 2 мин. На станке одновременно применяются 3 червячные фрезы, срок службы которых до полного износа – 3000 мин. Коэффициент случайной убыли инструмента – 0,04.

Определить потребность цеха во фрезях.

Задача 5.4

Машиностроительный завод с мелкосерийным характером производства выпускает пять видов изделий (табл. 5.41).

Таблица 5.41

Выпуск изделий по вариантам

Изделия	Объем производства по вариантам, шт.				
	1	2	3	4	5
<i>A</i>	400	150	300	200	100
<i>B</i>	100	200	300	150	200
<i>B</i>	200	109	200	300	150
<i>Г</i>	300	300	150	400	300
<i>Д</i>	150	400	100	100	400

Удельный вес машинного времени в общей трудоемкости продукции равен 85 %. Удельный вес работы данного инструмента в машинном времени по изделиям – 20 %. Величина слоя режущей части инструмента, стачиваемого за время всех переточек, – 6 мм. Величина слоя, стачиваемого за одну переточку, – 0,6 мм. Время работы инструмента между двумя переточками – 2 ч. Коэффициент случайной убыли инструмента – 0,03.

В цехе имеется 60 рабочих мест. На каждом находится 25 единиц инструмента. Запас его в раздаточной кладовой – 50 % месячной потребности, запас в заточке – 10, страховой – 5 %.

Рассчитать месячную потребность в инструменте и его оборотный фонд в цехе.

Задача 5.5

Определить нужное количество контрольных скоб, исходя из годовой программы цеха по вариантам: 1 – 150 тыс., 2 – 200, 3 – 250, 4 – 300, 5 – 350, 6 – 400 тыс. деталей. Каждая деталь измеряется в трех сечениях. Коэффициент выборочного контроля – 0,5. Норма износа мерительного инструмента до полного износа – 20 тыс. промеров. Коэффициент случайной убыли инструмента – 0,04.

Задача 5.6

Выяснить годовую потребность в штампах для изготовления деталей *A* и *B* (табл. 5.42).

Таблица 5.42

Детали	План производства по вариантам, тыс. шт.				
	1	2	3	4	5
<i>A</i>	50	55	45	70	60
<i>B</i>	60	65	45	65	80

Количество ударов штампа до полного износа – 5000, количество ударов при штамповке детали – 4, число допустимых ремонтов матрицы – 5.

Задача 5.7

Определить оборотный фонд инструмента цеха по следующим исходным данным: сверла конические для обработки деталей применяют 50 человек по 20 на рабочем месте. Периодичность подноски инструмента на рабочие места – 8 ч, периодичность съема со станка – 8 ч. Одновременно работает 100 шт. инструмента. Коэффициент страхового запаса на рабочих местах равен 1. В цехе ведутся заточка, ремонт и восстановление инструмента, продолжительность заточки – 2 ч. Из центрального инструментального склада (ЦИС) завода в инструментально-раздаточную кладовую (ИРК) цеха инструмент поступает два раза в месяц, т.е. через 15 дней. Дневной его расход – 15 шт. Коэффициент страхового запаса в ИРК – 0,1.

Каков запас инструмента на рабочих места, в ИРК, в ремонте, заточке; цеховой оборотный фонд?

Задача 5.8

Машиностроительный завод с серийным типом производства выпускает 5 видов изделий. Годовой объем производства на плановый год по вариантам – в табл. 5.43.

Таблица 5.43

План производства, шт.

Изделия	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<i>A</i>	1500	4000	8200	2000	3500	3000
<i>B</i>	3200	2000	4000	2500	3000	1800
<i>B</i>	3500	2000	2500	3000	4500	4000
<i>Г</i>	2000	3000	2200	2500	1500	1500
<i>Д</i>	1800	1500	2200	3000	1500	2500

Нормы машинного времени на единицу изделия по вариантам приведены в табл. 5.44.

Таблица 5.44

Нормы машинного времени на единицу изделия

Изделия	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<i>A</i>	15	10	12	9	10	6
<i>B</i>	5	15	13	7	9	8
<i>B</i>	8	8	7	14	13	15
<i>Г</i>	17	7	9	17	6	12
<i>Д</i>	11	4	5	12	12	10

Удельный вес работ сверл в общем машинном времени по изделиям *A* и *B* – 20 %, по изделиям *B*, *Г*, *Д* – 30 %. Толщина слоя, снимаемого при переточке, – 2 мм. Величина рабочей части сверла – 36 мм. Время работы сверл между двумя переточками – 4 ч. Коэффициент случайной убыли инструмента – 0,03. Одновременно на станке применяются 3 сверла. Фактический запас сверл на 1 октября текущего года – 280 шт. В IV-м квартале текущего года на завод поступило 250 сверл. Страховой и переходящий запасы сверл на ЦИСе – 200 шт. Коэффициент запаса сверл ИРК составляет 0,7 к месячной потребности. Число рабочих мест, где используются сверла, – 40. Среднее количество сверл на одном рабочем месте – 3. Определить потребность завода в сверлах на плановый год.

Задача 5.9

Определить годовую потребность в режущем инструменте механического цеха при черновой обточке валика. Валик используется в конструкциях нескольких изделий (табл. 5.45). При черновой обточке валика используется проходной резец с пластинками твердого сплава. Стойкость

резца – 2,4 ч; машинное время обработки валика – 1,8 мин. Рабочая часть – 5 мм. Величина слоя, снимаемого с рабочей части при каждой переточке – 0,7 мм. Коэффициент преждевременного выхода инструмента из строя – 0,05. Нормативная величина оборотного фонда – 120 резцов. Фактический запас резцов на начало планового периода – 80 шт.

Таблица 5.45

Применяемость детали «валик» в конструкциях изделий

Наименование изделия	Годовая программа выпуска изделий, шт.	Применяемость детали «валик» в изделии, шт.
<i>А</i>	60000	2
<i>Б</i>	40 000	6
<i>В</i>	130000	2
<i>Г</i>	20000	8
<i>Д</i>	85000	3

Задача 5.10

Определить запасы резцов на рабочих местах участка механического цеха. Стойкость резца – 2 ч, число рабочих мест, одновременно применяющих данный инструмент, – 6, количество резцов, одновременно применяемых на каждом многорезцовом станке, – 6, резервный запас резцов на каждом рабочем месте – 2, периодичность смены резцов на рабочих местах – 4 ч.

Задача 5.11

Определить потребность предприятия в инструменте для обработки деталей, если годовая программа выпуска изделий по вариантам: 1 – 20000, 2 – 14000, 3 – 15000, 4 – 16000, 5 – 17000, 6 – 18000, 7 – 18000, 8 – 21000, 9 – 22000, 10 – 23000 шт. Изделие комплектуется 4 такими деталями. Норма машинного времени на обработку детали – 3,2 мин. Число возможных переточек инструмента – 10. Стойкость инструмента – 4 ч. Оборотный фонд инструмента в цехах составляет 160 шт. Запасы на ЦИСе сделаны с расчетом на то, что среднесуточный их расход данной номенклатуры – 8 шт., время срочного изготовления – 5 дней, нормативный срок поставки из ОМТО – 15 дней, а интервал поставки с инструментального завода – 60 дней.

Задача 5.12

Определить годовую потребность в режущем инструменте механического цеха исходя из данных табл. 5.46. Стойкость резца – 2,4 ч, машин-

ное время обработки одной детали – 1,6 мин, длина режущей части инструмента – 6 мм, коэффициент преждевременного выхода инструмента из строя – 0,05. Нормативная величина оборотного фонда 130 резцов. Фактический запас резцов на начало планового периода – 90 шт.

Таблица 5.46

Годовая программа выпуска изделий

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество деталей, шт.	60000	85000	40000	120000	30000	70000	65000	50000	125000	90000

Задача 5.13

Определить годовой расход сверл и потребность завода в них на следующий год исходя из данных табл. 5.47. Толщина слоя, снимаемого при каждой переточке, – 4 мм, рабочая часть инструмента – 36 мм, стойкость инструмента – 1 ч. Коэффициент преждевременного выхода инструмента из строя – 0,05. Машинное время обработки одной детали – 5 мин. Планируемый оборотный фонд на начало следующего года – 400 шт. Фактический запас на 1 октября текущего года – 200 шт. В IV-м квартале текущего года поступит на завод 100 сверл.

Таблица 5.47

Годовая программа выпуска продукции

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество деталей, шт.	12000	110000	100000	125000	130000	90000	85000	105000	115000	95000

Задача 5.14

Определить цеховой оборотный фонд резцов исходя из данных табл. 5.48. Машинное время обработки детали – 1,2 мин. Норма времени на операцию – 2,2 мин. Стойкость резца – 1,8 ч. Число возможных переточек – 8. Коэффициент преждевременного выхода инструмента из строя – 0,05. Цех работает в две смены, плановое число рабочих дней в году – 260. Потери рабочего времени на ремонт технологического оборудования составляют 6 %. Цикл заточки инструмента – 8 ч. Поставка инструмента из ЦИСа в ИРК происходит еженедельно, периодичность доставки инструмента из ИРК на рабочие места – 8 ч. Процент выполнения норм – 110, коэффициент страхового запаса инструмента на рабочих местах – 0,1.

Таблица 5.48

Программа выпуска изделий

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество деталей, шт.	2000	60000	40000	85000	90000	25000	30000	45000	100000	65000

5.2. Организация ремонтного хозяйства

5.2.1. Значение, цель и структура ремонтного хозяйства предприятия

Современное машиностроительное предприятие располагает большим парком производственного оборудования, составляющего техническую основу активной части основных фондов, а также средств, используемых для механизации и автоматизации производственных процессов.

Оборудование в процессе эксплуатации периодически нуждается в восстановлении необходимых эксплуатационных свойств путем ремонта. Ремонт продлевает сроки использования оборудования и тем самым наряду с выпуском нового поддерживает его парк на необходимом для народного хозяйства уровне. В этой связи значение организации ремонтного хозяйства в составе машиностроительного предприятия определяется необходимостью:

- сокращения народнохозяйственных потерь от преждевременного изнашивания и выхода оборудования из строя, достигающих 12 – 20 % стоимости производства нового оборудования;

- уменьшения значительной доли затрат на ремонт и эксплуатацию оборудования, составляющих в себестоимости продукции предприятия 6 – 8 %.

Рациональная эксплуатация и содержание оборудования наряду с сокращением народнохозяйственных потерь обеспечивают улучшение использование основных фондов и увеличение производственной мощности предприятия и цехов.

Основная **цель** системы ремонтного хозяйства (СРХ) – обеспечение постоянной работоспособности и предупреждение прогрессирующего изнашивания оборудования путем его своевременного ремонта и обслуживания. *Критерием достижения этой цели является снижение до минимума затрат на ремонт и потерь от простоев оборудования.*

В соответствии с главной целью четыремя основными функциями системы ремонтного хозяйства являются:

- планово-предупредительный ремонт оборудования;
- техническая и оперативная подготовка ремонтных работ;
- модернизация оборудования;

– планирование работы подразделений системы ремонтного хозяйства.

Для выполнения этих функций система ремонтного хозяйства располагает ресурсами производственных и вспомогательных рабочих, технического и административно-управленческого персонала; основных и вспомогательных материалов и энергии, потребных для восстановительного ремонта и изготовления запасных частей; оборудования, технологического оснащения, подъемно-транспортных устройств, испытательных стендов и др.

Для нормативно-плановых расчетов, построения планов-графиков и др. используют соответствующее *математическое обеспечение* (экономико-математические методы и алгоритмы), а также *информационное обеспечение* в виде нормативов структуры ремонтного цикла и его длительности, продолжительности межремонтных периодов и технического обслуживания, материалоемкости ремонтных работ и простоя оборудования в ремонте; планово-учетной документации для планирования и организации ремонтных работ, восстановления изношенных частей, изготовления новых деталей и запчастей; средств оргтехники для нахождения и отображения информации, используемой в системе.

Организация ремонтного хозяйства и технического обслуживания оборудования базируется на системе планово-предупредительного ремонта (ППР).

Система ремонтного хозяйства имеет двухуровневую структуру: на уровне предприятия функционирует отдел главного механика (ОГМ); на уровне цехов – службы цеховых механиков (СЦМ). Структура и состав подразделений системы ремонтного хозяйства (рис. 5.28) зависят от типа, характера производства и размеров предприятия.

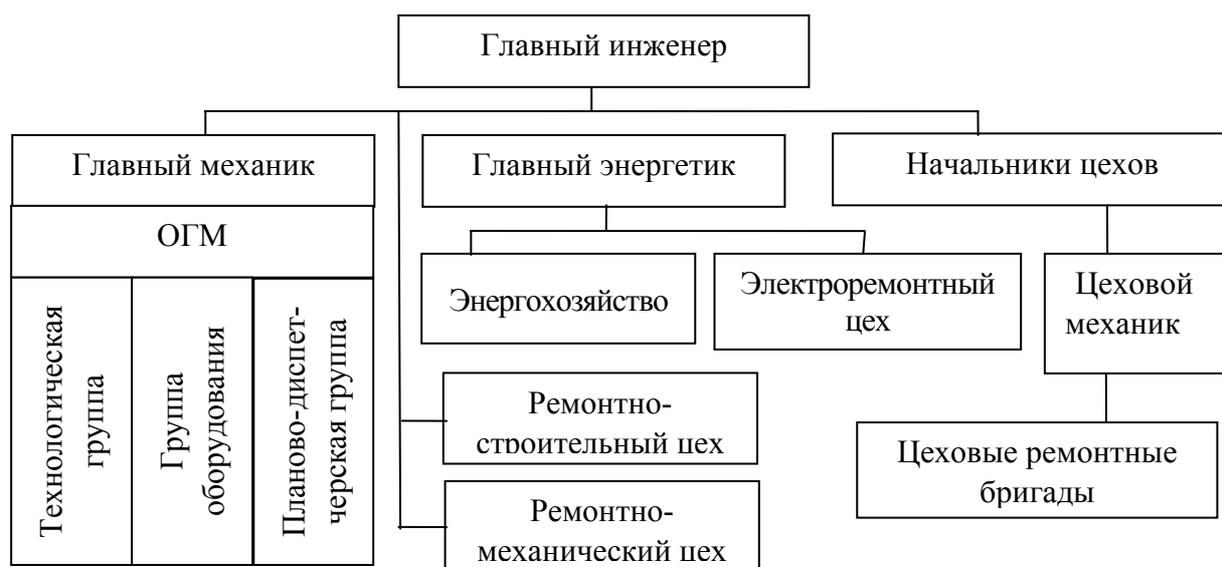


Рис. 5.28. Структура управления ремонтной службой предприятия

На крупном предприятии в состав ОГМ входят бюро планово-предупредительного ремонта, техническое, планово-производственное, создается ремонтно-механический цех. При высокой энергоемкости производства организуется служба главного энергетика, включающая электро-ремонтный цех. Службы цеховых механиков включают ремонтные бригады, а в крупных механообрабатывающих цехах – ремонтные базы цехов (РБЦ).

5.2.2. Сущность и содержание системы ППР

Важнейшей функцией ремонтного хозяйства является планово-предупредительный ремонт.

Системой планово-предупредительного ремонта оборудования называют совокупность различного вида организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, обслуживанию и ремонту оборудования, производимых по заранее составленному плану с целью обеспечить наиболее эффективную эксплуатацию оборудования.

Функциональными блоками задач или основными видами работ в системе ППР являются техническое обслуживание и плановые ремонты.

Техническое обслуживание (ТО) включает комплекс операций поддержания работоспособности оборудования при использовании его по назначению, а также хранении и транспортировке. В процессе ТО периодически, в соответствии с заранее разработанным графиком, выполняют *профилактические операции*. Они сводятся к смене масла, к промывке агрегатов, проверке станков на точность, а также к контролю текущего состояния оборудования, своевременное регулирование механизмов и устранение мелких неисправностей. Функцию ТО выполняет дежурный персонал ремонтных служб цехов (слесари, электрики, смазчики и др.) только в регламентированные перерывы в производственном процессе.

Плановые ремонты оборудования различают по ряду характерных признаков и содержанию выполняемых работ.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности оборудования или его составных частей.

По объему выполняемых работ и степени восстановления ресурса различают капитальный, средний и текущий ремонт. *Капитальный* и *средний* – это ремонты, выполняемые для восстановления исправности и полного или частичного восстановления ресурса оборудования; текущим называют ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности оборудования и состоящий в замене и восстановлении основных частей. Эти виды ремонта, как правило, являются плановыми, когда

постановка оборудования на ремонт осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

С организационно-технологической стороны данные виды ремонта имеют следующие различия. *Текущий (малый) ремонт* выполняется в ходе эксплуатации для обеспечения гарантированной работоспособности оборудования. При этом ремонте заменяют или восстанавливают только отдельные изношенные детали, регулируют механизм и выверяют координаты, как правило, без разборки. *Средний ремонт* включает те же работы, что и малый, но по определенной совокупности изношенных деталей, и обычно сопровождается частичной разборкой агрегатов. *Капитальный ремонт* предусматривает замену или восстановление всех изношенных деталей, ремонт всех изношенных узлов, регулирование механизмов и выверку координат, и выполняется, как правило, с полной разборкой агрегатов.

Все виды ремонта, особенно средний и капитальный, должны обеспечивать восстановление точности, мощности и производительности агрегата до норм, установленных стандартами и техническими условиями. Кроме того, в задачу среднего и капитального ремонта устаревшего оборудования входит также его *модернизация*.

Система ППР имеет профилактическую направленность: каждый предыдущий вид работ является предупредительным по отношению к последующему. При хорошо организованной системе ППР и высокой культуре эксплуатации неплановые ремонты, вызываемые отказами и авариями оборудования, как правило, исключаются.

В зависимости от характера и условий эксплуатации оборудования система планового ремонта и технического обслуживания может быть реализована в трех организационных формах: послеосмотровых, периодических и принудительных (стандартных) ремонтов.

При *послеосмотровой* системе планируют только периодические осмотры, на основе которых устанавливается срок, вид и объем очередного ремонта. Эта система затрудняет перспективное и календарное планирование ремонтных работ. Она использовалась на начальном этапе становления системы ППР. в настоящее время применяется лишь для ремонта автотранспортных средств предприятия.

Система *периодических* ремонтов позволяет планировать ремонтные работы на основе нормативов их объема и периодичности. Такая система применяется для организации эксплуатации и ремонта типового технологического оборудования машиностроительных предприятий и носит название единой системы ППР.

Система *стандартных* ремонтов базируется на точных нормативах, предусматривает вывод оборудования в ремонт в строго регламентированные графиком сроки, обязательную замену определенных агрегатов, узлов и деталей независимо от их состояния. Такой ремонт применяют к оборудованию, неплановая остановка которого недопустима, поскольку сопряжена, например, с аварией или большими материальными потерями.

Вторая функция системы ремонтного хозяйства – техническая и оперативная подготовка ремонтов, она осуществляется для всех видов ремонтных работ. *Техническая подготовка* состоит из конструкторской и технологической. *Конструкторская подготовка* сводится к созданию альбома чертежей по каждому типоразмеру оборудования. Эти альбомы используются для заказа и изготовления сменных деталей, узлов, их конструктивной унификации, для модернизации оборудования и технической подготовки ремонтных работ. *Технологическая подготовка* ремонтных работ заключается в проектировании технологических процессов изготовления сменных деталей, восстановления изношенных деталей и выполнения ремонтных работ, *оперативная подготовка* – в комплектном обеспечении ремонтных работ сменными деталями и узлами, материалами и инструментом, она завершается до вывода станка в ремонт.

Модернизация оборудования при ремонте – **третья функция** системы ремонтного хозяйства, она является важным средством использования резервов улучшения технико-эксплуатационных параметров оборудования: мощности, производительности, точности, надежности и долговечности, уровня механизации и автоматизации рабочих операций и др. Методы модернизации весьма разнообразны от изменения кинематики привода главного движения станка до установления устройств программного управления, а также пневмо-, гидро- и электрокопировальных аппаратов и др. Работы по модернизации должны совмещаться с проведением среднего и капитального ремонтов и выполняться по заранее составленному плану.

5.2.3. Основные нормативы системы ППР

Важнейшим элементом системы ремонтного хозяйства является совокупность нормативов, необходимых для планирования ремонтных работ и повышения эффективности применения системы ППР. Комплекс таких нормативов рассматривается ниже.

1. Для различных групп оборудования устанавливают определенную структуру ремонтных циклов. Ремонтный цикл (РЦ) – это время работы оборудования между двумя капитальными ремонтами. Структурой ремонт-

ного цикла называют состав и чередование работ по техническому обслуживанию (ТО), текущих (Т), средних (С) и капитальных (К) ремонтов в течение ремонтного цикла. Например, для средних и легких металлорежущих станков принят 9-периодный РЦ со структурой: 1К:2С:6М (рис. 5.29).

2. Длительность ремонтного цикла $T_{p.ц}$ также дифференцируется по группам оборудования. Для легких и средних металлорежущих станков (массой до 10 т) его определяют из выражения

$$T_{p.ц} = F_{н.в} \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 \beta_6, \quad (5.31)$$

где $F_{н.в}$ – нормативный ремонтный цикл, ч; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ – коэффициенты, учитывающие: тип производства, вид обрабатываемого материала, применяемого инструмента, класс точности оборудования, возраст, долговечность, категорию массы.

3. Для определения *длительности межремонтных периодов* T_M (времени работы агрегата между двумя плановыми ремонтами) пользуются формулой

$$T_M = \frac{T_{p.ц}}{n_c + n_m + 1}, \quad (5.32)$$

где n_c, n_m – соответственно число средних и текущих ремонтов и осмотров.

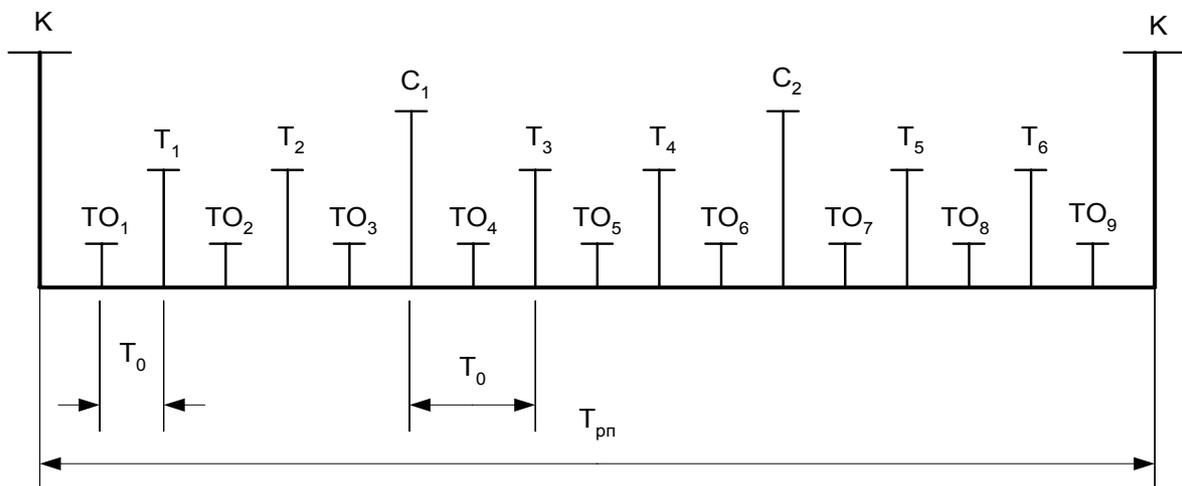


Рис. 5.29. Структура ремонтного цикла для средних и легких металлорежущих станков

Периодичность технического обслуживания – время работы агрегата между обслуживанием и очередным ремонтом – рассчитывают из выражения

$$T_o = \frac{T_{p.ц}}{n_c + n_m + n_o + 1}, \quad (5.33)$$

где n_o – число осмотров.

Нормативы T_{mp} и T_o используют при планировании для установления сроков начала очередного ремонта.

4. Категорию или группу *ремонтосложности оборудования* определяют по каждому агрегату числом единиц ремонтосложности R, устанавливаемым в сравнении с базовым станком. Так, за эталон металлорежущих станков принят токарно-винторезный станок 1К62, Для этого станка установлен норматив 11R условных единиц ремонтосложности.

5. Нормативы трудоемкости устанавливают на 1 единицу ремонтосложности по видам ремонтных операций и работ. Единица ремонтосложности является важным параметром, весьма удобным для разработки нормативов трудоемкости, расхода материалов, запасных частей и для плановой калькуляции себестоимости по каждому виду ремонтов. В системе ППР установлены предельные размеры указанных нормативов, которые должны периодически пересматриваться по мере улучшения технологии и организации ремонта.

6. Нормативы материалоемкости устанавливают аналогично, но в разрезе основных видов материалов, в частности по чугунным, стальным и цветным отливкам, по углеродистому и легированному прокату. Используются эти нормативы для определения потребности в материалах по их основным сортамерам для выполнения ремонтных работ.

7. Нормативы *простоя оборудования в ремонте* рассчитывают в днях на 1 единицу ремонтосложности из условия односменной работы ремонтной бригады. Так, норматив простоя станка на единицу ремонтосложности составляет для капитального ремонта 11, для среднего – 0,6, для малого – 0,25 дня.

Рассмотренные выше нормативы используют при планировании работы подразделений ремонтного хозяйства.

Для регулирования производства сменных запасных деталей и узлов устанавливают, кроме того, нормы складских запасов.

Норма максимального запаса не должна практически превышать трех-четырёхмесячной потребности в данной детали, т.е. $H_{\max} = (3 \div 4) \bar{P}_m$.

Норма минимального запаса соответствует здесь «точке заказа», которая определяется по выражению

$$H_{\min} = T_{ц} P_{м} = \frac{(T_{ц} S \Pi_{Д})}{(T_{сл} \alpha_c)}, \quad (5.34)$$

где $T_{ц}$ – длительность производственного цикла изготовления партии деталей, мес.; S – число станков одной модели, в которых применяется данная деталь; $\Pi_{Д}$ – применяемость данной детали в одном станке, шт.; $T_{сл}$ – срок службы данной детали в условиях односменной работы станка, мес.; α_c – поправочный коэффициент на снижение срока службы при фактической сменности работы станка ($\alpha_c = 1$). Для определения значений $T_{сл}$ и α_c используют справочные нормативные таблицы и номограммы.

5.2.4. Организация выполнения ремонтных работ

Ремонт и техническое обслуживание технологического оборудования на предприятиях выполняют РМЦ и ремонтные службы цехов. В зависимости от распределения работ, выполняемых производственными, РМЦ и цеховыми ремонтными службами, различают три формы организации ремонта: централизованную, децентрализованную и смешанную.

Централизованная форма организации ремонта предусматривает что, все виды ремонта и техническое обслуживание производятся силами РМЦ предприятия. Такая организация ремонта применяется на небольших предприятиях. Это, как правило, заводы единичного и мелкосерийного производства.

На крупных предприятиях применяется *децентрализованная* форма организации работ, когда ремонтно-механический цех выполняет только ремонт уникального, особо сложного оборудования и агрегатов, а также восстановление изношенных сменных частей, изготовление новых и сменных запчастей деталей и узлов, большая же часть работ по ремонту оборудования выполняется РБЦ.

Для средних предприятий характерна *смешанная* форма организации работ, когда наиболее сложные и трудоемкие работы (капитальный ремонт, модернизация оборудования, изготовление запасных частей и восстановление изношенных деталей) производятся силами ремонтно-механического цеха, а все другие виды работ – ремонтные бригады производственных цехов.

Под влиянием НТП с возрастанием доли сложного, автоматического оборудования и повышением требований к качеству продукции наметились тенденции перехода от децентрализованной формы к смешанной. При переходе средних и крупных предприятий на смешанную форму организации

ремонтных работ целесообразно концентрировать в РМЦ все виды работ, выполняемых в больших объемах (ремонты среднее и капитальные, изготовление запасных частей и т.д.).

Рациональная организация выполнения ремонтных работ позволяет сократить время простоя оборудования в ремонте и повысить коэффициент его использования. Сокращение времени простоя достигается снижением трудоемкости ремонта за счет внедрения прогрессивной технологии и форм организации работ, комплексной механизации и автоматизации процессов, снижением ремонтной сложности оборудования при его модернизации, комплексной материальной подготовкой ремонтных работ по каждому объекту и увеличением сменности за счет выполнения работ сквозными бригадами, специализацией рабочих мест. Внедрением узлового и последовательно-узлового метода ремонта, организацией выполнения ремонтов в нерабочие дни и смены.

При узловом методе узлы, подлежащие ремонту, сменяются запасными (новыми или отремонтированными заранее). При последовательно-узловом методе узлы ремонтируются не все одновременно, а последовательно в перерывах в работе станка.

5.2.5. Техничко-экономические показатели ремонтного хозяйства

При анализе работы ремонтного хозяйства используют следующие технико-экономические показатели:

1. Время простоя оборудования в ремонте, приходящееся на одну ремонтную единицу. Определяется этот показатель делением суммарного простоя оборудования в ремонте на число ремонтных единиц оборудования, которое подвергается ремонту в данном плановом периоде. Необходимо добиваться максимального сокращения этого времени.

2. Число ремонтных единиц установленного оборудования, приходящегося на одного ремонтного рабочего. Этот показатель характеризует производительность труда ремонтных рабочих.

3. Себестоимость ремонта одной ремонтной единицы, определяемая путем деления всех расходов (включая накладные) по ремонту оборудования за определенный период времени (год) на число ремонтных единиц оборудования, ремонтируемого за это же плановый период. Необходимо стремиться к максимальному снижению этого показателя.

4. Оборачиваемость парка запасных деталей. Определяется отношением стоимости израсходованных запасных деталей к среднему остатку их в кладовых. Этот показатель должен быть максимально большим.

5. Число аварий, поломок и внеплановых ремонтов на единицу оборудования, характеризующее эффективность системы ППР. Оно должно быть минимальным.

Между этими показателями существует определенная зависимость. Сокращение времени простоя оборудования в ремонте, приходящегося на одну ремонтную единицу, приводит к увеличению числа ремонтных единиц установленного оборудования, приходящегося на одного ремонтного рабочего, так как один и тот же объем ремонтных работ при сокращении времени на него может быть выполнен меньшим числом рабочих. Это обуславливает снижение себестоимости ремонта одной ремонтной единицы. Улучшение первых трех показателей достигается посредством лучшей организации ремонтных работ и ремонтного хозяйства, что приводит к улучшению и четвертого показателя. Анализ всех показателей проводится в сравнение с показателями, достигнутыми на специализированных ремонтных предприятиях.

Необходимо обеспечить снижение затрат времени нахождения оборудования в ремонте:

- централизованное обеспечение запасных частей;
- параллельное выполнение определенных работ по совмещенному графику;
- если большое количество однотипного оборудования, то может применяться последовательно-узловой метод ремонта;
- применяется система регламентированного технического обслуживания:
 - исключаются средние ремонты;
 - увеличиваются осмотры и технические ремонты;
 - это позволяет сократить ремонтный цикл на 15 – 18 %, а цикл между двумя капитальными ремонтами удлинить в 2 раза.

Практическое занятие № 2

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНОГО ХОЗЯЙСТВА

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по расчету длительности ремонтного цикла межремонтного и межосмотрового периодов.

Краткие теоретические сведения

Организация и планирование ремонта и технического обслуживания оборудования ведутся на основе нормативов длительности ремонтного цикла и его структуры, продолжительности межремонтного и межосмотрового периодов, категории сложности ремонта, норм затрат рабочего времени, материалов и норм простоя оборудования в ремонте. Все нормативы дифференцированы по группам оборудования.

Ремонтный цикл – это промежуток времени от ввода оборудования в эксплуатацию до капитального ремонта или между двумя капитальными ремонтами. Он измеряется оперативным временем работы оборудования. Время простоя в ремонте в цикл не включается. Ремонтный цикл ($T_{p.ц}$) определяется по формуле $T_{p.ц} = F_{н.в} \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 \beta_6$, где $F_{н.в}$ – нормативный ремонтный цикл, ч; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ – коэффициенты, учитывающие:

β_1 – тип производства (для массового и крупносерийного – 1,0; для серийного – 1,3; для мелкосерийного и единичного – 1,5);

β_2 – род обрабатываемого материала для металлорежущих станков нормальной точности (сталь – 1,0; алюминиевые сплавы – 0,75; чугун и бронза – 0,8);

β_3 – условия эксплуатации оборудования (для металлорежущих станков в нормальных условиях механического цеха при работе металлическим инструментом – 1,1; для станков, работающих абразивным инструментом без охлаждения, – 0,7);

β_4 – тип оборудования (для легких и средних металлорежущих станков – 1,0; для крупных и тяжелых – 1,35; для особо тяжелых и уникальных – 1,7);

β_5 – возраст оборудования;

β_6 – долговечность.

Структура ремонтного цикла – перечень последовательных работ по ремонту и техническому обслуживанию оборудования – приведена в табл. 5.49.

Межремонтный период (T_m) – это время (в месяцах) между двумя очередными ремонтами

$$T_m = \frac{12T_{p.ц.}}{n_c + n_m + 1}. \quad (5.35)$$

Межосмотровый период (T_o) – это время (в месяцах) между очередными ремонтом и осмотром

$$T_o = \frac{12T_{p.ц.}}{n_c + n_m + n_o + 1}, \quad (5.36)$$

где n_c, n_m, n_o – количество средних, малых ремонтов и осмотров в течение ремонтного цикла, $T_{p.ц.}$ – длительность ремонтного цикла в годах.

Таблица 5.49

Структура ремонтного цикла

Оборудование	Количество ремонтов и осмотров			Структура ремонтного цикла (К – капитальный ремонт, С – средний ремонт, М – малый ремонт, О – осмотр)
	Средних	Малых	Осмотров	
Легкие и средние станки весом до 10 т со сроком службы:				
свыше 10 лет	2	6	9	<i>K-O-M-O-M-O-C-O-M-O-M-O-C-O-M-O-M-O-K</i>
до 10 лет	1	4	6	<i>K-O-M-O-M-O-C-O-M-O-M-O-K</i>
Крупные и тяжелые станки весом 10 – 100 т	2	6	27	<i>K-O-O-O-M-O-O-O-M-O-O-O-C-O-O-O-O-M-O-O-O-M-O-O-O-K</i>
Особо тяжелые металлорежущие станки весом свыше 100 т и уникальные	2	9	36	<i>K-O-O-O-M-O-O-O-M-M-O-O-O-O-O-O-C-O-O-O-M-O-O-O-M-O-O-O-O-M-O-O-O-M-O-O-O-K</i>

Основой измерения объема ремонтных работ по трудоемкости служит категория сложности ремонта оборудования, на основании которой исчисляют общее количество условных ремонтных единиц по оборудованию (P_e), а на их базе планируют трудоемкость, фонд заработной платы, расход материалов и т.д. Общее количество условных ремонтных единиц по оборудованию находят по формуле

$$P_e = c_y R, \quad (5.37)$$

где c_y – количество установленного оборудования, шт.; R – категория сложности ремонта оборудования, ремонтных единиц (р. ед.).

Нормы затрат труда по видам работ устанавливаются на условную ремонтную единицу в зависимости от вида работ (табл. 5.50).

Таблица 5.50

Нормы затрат труда по видам работ

Виды работ	Норма времени на условную ремонтную единицу, ч			
	Слесарные работы	Станочные работы	Прочие (сварочные, окраска и др.)	Всего
Промывка как самостоятельная операция	0,35	–	–	0,35
Проверка на точность как самостоятельная операция	0,4	–	–	0,4
Осмотр перед капитальным ремонтом	1,0	0,1	–	1,1
Осмотр	0,75	0,1	–	0,85
Малый ремонт	4,0	2,0	0,1	
Средний ремонт	16,0	7,0	0,5	23,5
Капитальный ремонт	23,0	10,0	2,0	35,0

Объем ремонтных работ и межремонтного обслуживания в течение ремонтного цикла рассчитывается по количеству и сложности установленного оборудования, продолжительности и структуре ремонтного цикла, утвержденным нормам затрат труда на единицу ремонтной сложности по формуле

$$Q_p = (q_k + q_c n_c + q_m n_m + q_o n_o) P_e, \quad (5.38)$$

где Q_p – объем ремонтных работ и технического обслуживания в течение цикла, н/ч; n_c, n_m, n_o – число соответственно средних, малых ремонтов и осмотров; q_k, q_c, q_m, q_o – трудоемкость условной ремонтной единицы соответственно капитального, среднего, малого ремонта и осмотра, н-ч; P_e – количество условных ремонтных единиц по всем группам оборудования, р.ед.

Годовой объем ремонтных работ и технического обслуживания рассчитывается по формуле

$$Q_{p.z.} = \frac{(q_k + q_c n_c + q_m n_m + q_o n_o) P_e}{T_{p.z.}}, \quad (5.39)$$

где $T_{p.z.}$ – длительность ремонтного цикла (в годах).

Для выяснения годового объема работ по слесарным, станочным и прочим ремонтным работам и техническому обслуживанию трудоемкость на одну условную единицу капитального (q_k), среднего (q_c), малого (q_m) ремонта и осмотров (q_o) берется по слесарным (станочным или прочим) работам из табл. 5.50.

Вычисленная трудоемкость ремонтных работ и технического обслуживания является основой для определения численности ремонтных рабочих

$$ЧР_c = \frac{Q_{p.z.}^c}{F_{op} k_v}; \quad (5.40)$$

$$ЧР_{cm} = \frac{Q_{p.z.}^{cm}}{F_{op} k_v}; \quad (5.41)$$

$$ЧР_{np} = \frac{Q_{p.z.}^n}{F_{op} k_v}, \quad (5.42)$$

где F_{op} – годовой действительный фонд времени одного рабочего, ч; k_v – коэффициент выполнения норм выработки; $ЧР_c, ЧР_{cm}, ЧР_{np}$ – численность соответственно слесарей, станочников и прочих ремонтных рабочих.

Численность рабочих по межремонтному обслуживанию оборудования (дежурных слесарей и электриков) ($ЧР_o$) определяется по нормам обслуживания на рабочего в смену (H_o)

$$ЧР_o = \frac{c_e f k_y}{H_{ob}}, \quad (5.43)$$

где f – количество смен; k_y – коэффициент приведения явочной численности к списочной; c_e – общее количество ремонтных единиц оборудования (по механической и электрической части).

Норма обслуживания на рабочего в смену (H_o) согласно *Единой системе ППП* установлена: на слесарные работы – 1650 р.ед., станочные – 500, смазочные – 1000 и шорные – 300 р.ед.

Длительность простоя оборудования в ремонте рассчитывается по формуле

$$T_{np} = \frac{Q_{p.z.}}{Ч_{c.б.} f T_{см} k_n}, \quad (5.44)$$

где T_{np} – длительность простоя оборудования в ремонте, дней; $T_{см}$ – длительность смены, ч; $Ч_{c.б.}$ – число ремонтных рабочих в бригаде; k_n – коэффициент выполнения норм выработки.

Единой системой ППР установлены нормы продолжительности простоя оборудования в ремонте в сутках (табл. 5.51).

Таблица 5.51

Нормы простоя оборудования в ремонте

Ремонтные операции	Работа бригады		
	в одну смену	в две смены	в три смены
Проверка на точность как самостоятельная операция	0,10	0,45	0,04
Малый ремонт	0,25	0,14	0,10
Средний ремонт	0,65	0,33	0,25
Капитальный ремонт	1,0	0,54	0,41

Тарифный фонд заработной платы (Z_p) ремонтников определяется по нормативной трудоемкости ремонтных работ и средней тарифной ставке

$$Z_p = T_{p.z.} C_u, \quad (5.45)$$

где $T_{p.z.}$ – годовая трудоемкость ремонтных работ, нормо-ч; C_u – средняя часовая тарифная ставка, руб.

За качественное выполнение работ по ремонту и уходу за оборудованием выплачивается премия

$$П_з = \frac{Z_p П_{np}}{100}, \quad (5.46)$$

где $П_з$ – размер (сумма) премии; $П_{np}$ – процент премии за выполнение показателей премирования к тарифному фонду заработной платы.

Расход материалов на ремонт металлорежущего оборудования согласно Единой системе ППР устанавливается в процентах к основной заработной плате ремонтных рабочих (табл. 5.52).

Таблица 5.52

Расход материалов на ремонт оборудования

Оборудование	Расход материалов, % от основной заработной платы		
	Капитальный	Средний	Малый
Металлорежущие станки малой, средней и большой сложности: негидрофицированные	50	35	30
	65	50	40
Станки особой сложности: негидрофицированные	130	90	60
	200	190	135

Потребность в запасных частях на плановый период по группам однотипного оборудования равна

$$Z_{p.o.} = \frac{H_3 P_3 k_c c_o}{k_6}, \quad (5.47)$$

где H_3 – норма расхода запасных частей на машину в плановый период при односменной работе, шт.; P_3 – расход запасных частей данного наименования, требуемых для машины; c_o – количество единиц данного оборудования; k_c – коэффициент сменности работы оборудования; k_6 – коэффициент, учитывающий возможность восстановления и повторного использования запчастей (при повторном использовании он равен 2; если предлагается увеличение – коэффициент возрастает до 3 и более).

Пример

Определить для станка длительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периода (периодичность технического обслуживания). Составить график выполнения ремонтов и технического обслуживания на период 2003 – 2004 гг.

Станок металлорежущий используется в условиях единичного производства ($\beta_1 = 1,5$). Категория по массе средняя ($\beta_4 = 1,0$), используется для обработки заготовок из алюминиевых сплавов ($\beta_2 = 0,75$) металлическим инструментом ($\beta_3 = 1,1$). Установлен в сентябре 2003 г. ($\beta_5 = 1,0$; $\beta_6 = 1,0$).

В структуре ремонтного цикла для этой категории оборудования пять текущих ремонтов и шесть технических обслуживаний.

Режим работы двухсменный, действительный годовой фонд времени – 3950 ч, удельный вес оперативного времени в действительном фонде составляет 70 %.

Решение

1. Оперативное время ремонтного цикла

$$T_{p.ц} = 16800 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 20790 \text{ ч.}$$

2. Длительность цикла в календарном времени

$$T_{p.ц} = \frac{20790}{0,7 \cdot 3950} = 7,52 \text{ года.}$$

3. Длительность межремонтного периода

$$T_m = \frac{7,52 \cdot 12}{5+1} = 15,04 \text{ мес.}$$

4. Периодичность технического обслуживания

$$T_o = \frac{7,52 \cdot 12}{5+6+1} = 7,52 \text{ мес.}$$

5. График ремонтов и технического обслуживания

Год	2003	2004	2004
Месяц	Сентябрь	Апрель	Декабрь
Вид воздействия	Установка	ТО	ТР

Задачи

Задача 5.15

На предприятии установлены станки, состав, количество и ремонтная сложность которых приведены в табл. 5.53.

Таблица 5.53

Станки, подлежащие ремонту

Станки	Количество по вариантам						Средняя категория сложности единицы оборудования	
	1	2	3	4	5	6	механическая часть	электрическая часть
Токарные	32	48	40	35	30	38	11	5,5
Токарно-револьверные	30	28	25	32	30	35	24	5,5
Токарные автоматы	30	28	25	32	30	35	24	5,5
Горизонтально-фрезерные	26	36	30	28	32	25	13	5,5
Строгальные	16	26	18	16	15	14	14	5,5
Сверлильные	18	22	20	20	16	16	7	5,5
Шлифовальные	10	20	15	12	14	10	9	5,5
Итого	155	200	170	169	163	158		

Все станки по типу относятся к средним с нормативным временем работы в течение ремонтного цикла – 16 800 ч. Коэффициенты: учитывающий тип оборудования – 1,25, тип производства (серийный) – 1,3, род обрабатываемого материала – 1,0, долговечность – 1,1, тип применяемого инструмента – 0,7, возраст – 0,8. Структура ремонтного цикла для всех станков одинакова: *К-О-О-Т-О-О-Т-О-О-С-О-О-Т-О-О-Т-О-О-К*. Нормативы на одну ремонтную единицу приведены в табл. 5.54.

Таблица 5.54

Нормативы на одну ремонтную единицу

Виды ремонтов	Нормы времени на работы, ч				Нормы расхода материалов, руб.
	Слесарные	Станочные	Прочие	Всего	
Капитальный ремонт	23	10	2	35	468 000
Средний ремонт	16	7	0,5	23,5	286 000
Текущий ремонт	4	2	0,1	6,1	145 000
Осмотр	0,71	0,14	–	0,85	16 000

Режим работы предприятия – двухсменный, действительный годовой фонд времени работы оборудования – 4004 ч. Удельный вес оперативного времени в действительном фонде составляет 70 %.

1. Оценить возможность организации на данном предприятии комплексных бригад по ремонту и обслуживанию оборудования, если нормы дежурного обслуживания (количество оборудования в единицах ремонтной сложности на одного рабочего) слесаря – 400 р.с., электрика – 800 р.с. Коэффициент выполнения норм обслуживания дежурными слесарями – 1,1; дежурными электриками – 1,05. Коэффициент выполнения норм выработки слесарными рабочими – 1,05; станочниками – 1,15; прочими ремонтными рабочими – 1,0. Номинальный фонд времени рабочего по плановому балансу – 262 дня. Плановые невыходы – 27 дней. Средняя продолжительность рабочего дня – 7,8 ч.

2. Построить график ремонта оборудования на плановый год (включая осмотры) для пяти токарных автоматов, последний вид и дата ремонта которых приведены в табл. 5.55.

Таблица 5.55

Виды и даты ремонта токарных автоматов

№ п/п	Станки	Инв. №	Последний ремонт	
			Вид	Дата
1	Токарный автомат	101	<i>Т1</i>	12
2	–“–	102	<i>К</i>	11
3	–“–	103	<i>О2</i>	10
4	–“–	104	<i>Об</i>	9
5	–“–	105	<i>С</i>	8

Задача 5.16

Для организации бригадного хозрасчета, используя данные задачи 5.15, составьте смету цеховых расходов и определите цеховую себестоимость одной ремонтной единицы отдельно на капитальный, средний, текущий ремонты и осмотры.

Средняя часовая тарифная ставка ремонтных рабочих – 3200 руб., дежурных электриков – 3000 руб., дежурных слесарей – 2800 руб. Дополнительная заработная плата составляет 30 % от основной. Отчисления в фонд социальной защиты населения – 35 %, в фонд занятости – 1 %. Чрезвычайный налог – 4 %. Отчисления в фонд на содержание детских дошкольных учреждений – 5 %. Нормы расхода запасных частей и материалов для ремонта приведены в табл. 5.54.

Задача 5.17

Определить явочное количество дежурных слесарей и электриков, если норма дежурного обслуживания для слесаря – 400, для электрика – 800 (количество оборудования в единицах ремонтной сложности на одного рабочего). Средняя категория ремонтной единицы оборудования: механической части – 13,5, электрической части – 5,1. Режим работы оборудования двухсменный. Коэффициент использования рабочего времени – 0,9, выполнения норм обслуживания – 1,15. Количество единиц технологического оборудования в цехе по вариантам следующее: 1 – 300, 2 – 320, 3 – 280, 4 – 400, 5 – 600, 6 – 350, 7 – 450, 8 – 290, 9 – 500, 10 – 580 шт.

Задача 5.18

Рассчитать годовой объем ремонтных работ в механическом цехе, если согласно графикам в данном году производятся следующие ремонты (табл. 5.56).

Таблица 5.56

Виды ремонта в механическом цехе

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Категория сложности ремонта	7	8	10	7	11	9	12	11	9	10
Осмотр	20	10	30	20	25	24	10	10	14	20
Ремонт:										
малый	10	5	15	5	12	10	5	3	7	6
средний	2	2	10	3	6	4	2	2	3	3
капитальный	2	1	5	2	4	2	2	1	1	2

Нормативы времени (в часах) на одну ремонтную единицу даны в табл. 5.57.

Таблица 5.57

Нормы времени на ремонтную единицу

Виды работ	Осмотр	Ремонт		
		малый	средний	капитальный
Слесарные	0,75	4	16	23
Станочные	0,1	2	7	10
Прочие	–	0,1	0,5	2
Итого	0,85	6,1	23,5	35

Определить число ремонтных работников в цехе, если плановый годовой фонд времени рабочего равен 1800 ч.

Задача 5.19

Структура ремонтного цикла легкого токарно-револьверного станка следующая: *K-T-T-C-T-T-C-T-T-K*. Рассчитать длительность ремонтного цикла межремонтных периодов станка, выпущенного в 1999 г. (10-й месяц) и работающего в условиях механического цеха крупносерийного производства на операции обточки алюминиевых втулок. Станок 7-й категории ремонтной сложности работает в две смены. Построить график ремонтов станка. Определить трудоемкость ремонтных работ. Значения коэффициентов, необходимых для определения ремонтного цикла, следующие: $\beta_1 = 0,75$; $\beta_2 = 1,1$; $\beta_3 = 1,2$; $\beta_4 = 1,7$; $\beta_5 = 1$; $\beta_6 = 1$.

Режим работы станка двухсменный при 41-часовой рабочей неделе. Удельный вес оперативного времени в годовом фонде времени станка составляет 80 %.

Задача 5.20

Составить график ремонта оборудования, используя исходные данные табл. 5.58.

Ремонтный цикл – 6 лет, его структура: *K-1; C-2; M-6; O-9*.

Таблица 5.58

Данные для составления графика ремонта

Показатели	Варианты и наименование оборудования									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Токарное	Карусельное	Сверлильное	Фрезерное	Шлифовальное	Токарное	Карусельное	Сверлильное	Фрезерное	Шлифовальное
Количество оборудования	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
Группа ремонтной сложности	12	11	10	12	10	11	12	12	10	11
Вид и месяц последнего ремонта	M ₁ XI C ₂ XII C ₁ X	M ₃ X M ₂ XI	M ₁ IX C ₂ XII C ₃ II	M ₅ V KIX	M ₂ XI M ₁ III M ₃ I	M ₂ IX M ₃ III	C ₂ X M ₁ XIII C ₁ IX	M ₁ IV M ₂ II	C ₂ VI M ₃ VII M ₄ VII	M ₁ XI C ₁ XI

Задача 5.21

Рассчитать продолжительность ремонта (в днях) исходя из следующих данных: ремонт агрегата выполняют 4 человека, которые работают в две смены; продолжительность смены – 8 ч; средний процент выполнения норм выработки – 110; трудоемкость работ по ремонту агрегата – 5020 н-ч.

Задача 5.22

Определить месяц ремонта расточного станка и вид этого ремонта на плановый год, если известно, что последний средний первый ремонт был произведен в октябре предпланового года. Длительность ремонтного цикла – 6 лет. В его структуре 6 малых, 2 средних и 1 капитальный ремонт.

Задача 5.23

В цехе установлено 30 токарно-винторезных станков 16К20. По структуре ремонтного цикла все прошли в ноябре текущего года малый ремонт № 2. Трудоемкость технических воздействий и ремонтов: капитального – 35 н-ч, малого – 6 н-ч, осмотра – 1 н-ч; длительность межремонтного периода 8 месяцев. Рассчитать плановый годовой объем ремонтных работ и численность ремонтных рабочих, если действительный фонд времени одного рабочего – 1800 ч, коэффициент выполнения норм – 110 %.

5.3. Организация энергетического хозяйства

5.3.1. Значение, цели, функции и состав энергетического хозяйства

Современное предприятие является крупным потребителем энергетических ресурсов: электроэнергии, топлива, пара, сжатого воздуха, горячей воды, газообразного, твердого и жидкого топлива. Доля энергетических затрат в себестоимости машиностроительной продукции имеет тенденцию к повышению и в настоящее время составляет от 5 до 10 %. Одним из показателей технического прогресса является энерговооруженность рабочих мест. С совершенствованием основного производства, созданием прогрессивных производственных структур повышается роль энергетики и значение системы энергетического хозяйства (СЭХ) на предприятиях.

Основная цель системы энергетического хозяйства – надежное и бесперебойное обеспечение предприятия всеми видами энергии при соблюдении установленных параметров. *Критерием достижения* этой цели является снижение до минимума затрат на доставку и потребление энергетических ресурсов.

Основными функциями СЭХ являются:

- наблюдение за строгим выполнением правил эксплуатации энергетического оборудования;
- организация и проведение ремонтных работ;
- организация рационального использования, нормирования и экономии энергетических ресурсов;
- разработка и осуществление мероприятий по реконструкции и развитию энергетического хозяйства.

Для выполнения этих функций СЭХ располагает:

- трудовыми (вспомогательные рабочие, технические и административно-управленческий персонал), материальными (основные и вспомогательные материалы и энергия, потребные для восстановительного ремонта и изготовления запасных частей) и техническими (специальное оборудование, агрегаты, технологическое оснащение, подъемно-транспортные устройства) ресурсами;
- методическим обеспечением для составления перспективных, плановых (текущих) и отчетных балансов энергоресурсов;
- информационным обеспечением (дифференцированные и укрупненные нормы расхода энергоресурсов, планово-учетная документация и средства оргтехники для нахождения и отображения информации, используемой в системе).

Система энергетического хозяйства имеет двухуровневую организационную структуру. На уровне предприятия действуют отдел главного энергетика, электротеплосиловой, газовый, электромеханический и слаботочный цехи. Состав цехов зависит от энергоемкости производства и связей предприятия с внешними энергосистемами. На уровне цехов СЭХ представлена мастерскими по уходу и надзору за первичными энергоприемниками (печи, станки, подъемно-транспортное оборудование), цеховыми преобразовательными установками и внутрицеховыми распределителями сети.

5.3.2. Определение потребности в энергоресурсах

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

Планирование работ энергетического хозяйства машиностроительного предприятия основывается на *балансовом методе*, который позволяет определить потребность предприятия в различных видах энергоресурсов и, исходя из объема производства и расчетно-технических норм, установить наиболее рациональные источники покрытия этой потребности.

Перспективные балансы (на 5 лет) служат основой для разработки планов совершенствования и реконструкции энергохозяйства предприятия. Текущие балансы обосновывают плановую потребность предприятия в энергоресурсах для выполнения государственных заданий по выпуску продукции в плановом году, а также рациональные способы покрытия этой потребности. Отчетный баланс служит средством контроля выполнения плановых показателей, использования энергоресурсов и вскрытия резервов.

Важнейшим элементом информационного обеспечения системы энергетического хозяйства являются нормы расхода энергоресурсов. Под прогрессивной (расчетно-технической) удельной нормой расхода энергоресурсов следует понимать расход энергоресурсов, необходимый для изготовления единицы продукции в наиболее рациональных условиях производства и эксплуатации оборудования.

Нормы подразделяются на дифференцированные и укрупненные. *Дифференцированные* нормы устанавливают расход энергии по отдельным агрегатам, деталям или на выполнение отдельной операции, *укрупненные* – по участку, цеху и предприятию на единицу продукции.

Располагая нормами расхода энергии и планируемыми объемами работ, можно определить потребность в энергии на плановый период по предприятию, цехам, участкам. Таков общий принцип определения потребности

в энергии. Применительно к практике он трансформируется в конкретные формулы. Например, потребность в двигательной энергии по цеху ($G_{дв}$) можно рассчитать, исходя из мощности установленного оборудования и времени его работы

$$G_{дв} = \frac{P_{уст} \cdot F_{д} \cdot k_{в} \cdot k_{м}}{k_{д} \cdot k_{с}}, \quad (5.48)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность основного оборудования цеха, кВт; $F_{д}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч; $F_{д}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч; $k_{в}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность использования оборудования по времени; $k_{м}$ – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности; $k_{д}$ – коэффициент полезного действия двигателя; $k_{с}$ – коэффициент потерь электроэнергии в сети.

По такому же принципу можно рассчитать расход пара на отопление здания ($G_{от}$)

$$G_{от} = \frac{q_m \cdot T_{от} \cdot 24 \cdot (t_{в} - t_{к}) V_n}{(i - t_k^0)}, \quad (5.49)$$

где q_m – тепловая характеристика здания; $T_{от}$ – продолжительность отопительного сезона, дн.; 24 – число часов в сутках; $t_{в}$ – средняя температура воздуха внутри здания; $t_{н}$ – средняя температура наружного воздуха; V_n – наружный объем отапливаемого здания, m^3 ; i – теплосодержание пара, ккал.; t_k^0 – теплосодержание конденсата, ккал.

Знаменатель формулы по существу является нормой расхода пара на m^3 здания.

При определении потребности в энергоносителях очень важно иметь в виду реальную возможность учета их расхода, ибо в противном случае планирование потребности не имеет смысла.

Что же касается учета расхода энергоносителей, то он организуется и осуществляется в зависимости от наличия средств учета. Наиболее прогрессивным и эффективным является учет энергоносителей по каждому агрегату или группе их. По окончании отчетного периода на основании данных учета составляются, как указывалось выше, отчетные балансы по расходу энергоносителей.

5.3.3. Основные направления совершенствования энергетического хозяйства и его технико-экономические показатели

Основными направлениями совершенствования энергетических хозяйств машиностроительных предприятий являются:

- внедрение и углубление хозрасчета в подразделениях энергохозяйства;
- укрупнение энергетических хозяйств машиностроительных предприятий;
- использование наиболее экономичных энергоресурсов;
- переход на централизованное энергоснабжение;
- замена жидкого топлива газообразным;
- совершенствование нормирования расхода энергоресурсов и др.

Технико-экономический уровень энергетического хозяйства предприятия характеризуют показатели: производства и распределения продукции (энергии); удельного расхода энергии и топлива; себестоимости производства энергии (себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, 1000 м³ сжатого воздуха); энерговооруженности.

Практическое занятие № 3

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по расчету потребности предприятия в электроэнергии.

Краткие теоретические сведения

Общая потребность предприятия в энергии (\mathcal{E}) условно делится на две части: *переменную* ($\mathcal{E}_{пер}$), зависящую от объема выпускаемой продукции, и *постоянную* ($\mathcal{E}_{пост}$) – не зависящую. Переменная часть включает расход всех видов энергии, идущей на двигательные и технологические цели, постоянная – на освещение, отопление, вентиляцию и др.

Расход энергии планируется в отдельности по всем видам и направлениям использования. Расход электрической энергии на *двигательную* силу G_{∂} определяется с учетом мощности оборудования и его загрузки по формуле

$$G_{\partial} = \frac{c_m M_{\partial} F_{\partial} k_{\epsilon} k_m}{k_{\partial} k_c}, \quad (5.50)$$

где c_m – количество единиц оборудования данного типа; M_{∂} – мощность двигателя данного оборудования, кВт; F_{∂} – действительный фонд времени работы

оборудования, ч; k_g – коэффициент, учитывающий неравномерность использования оборудования по времени ($k_g = 0,8 \div 0,96$); k_m – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности, ч ($k_m = 0,6 \div 0,7$); k_d – коэффициент полезного действия двигателя ($0,8 \div 0,9$); k_c – коэффициент потерь электроэнергии в сети ($0,9 \div 0,95$).

Расход электрической энергии и других видов энергии на технологические цели рассчитывается на базе производственной программы и удельных норм расхода на единицу продукции

$$G_m = \sum_1^n BV_{\text{э}}, \quad (5.51)$$

где B – планируемый объем производства продукции в принятых единицах исчисления (шт., т, м³ и т.д.); $V_{\text{э}}$ – удельный расход энергии на единицу продукции (электроэнергии – кВт·ч; пара – м³).

Расход энергии на осветительные цели равен

$$G_{\text{осв}} = \sum_1^n LM_{\text{э}}T_{\text{э.п.}}, \quad (5.52)$$

где L – количество светильников данного типа; $M_{\text{э}}$ – мощность светильника, Вт; $T_{\text{э.п.}}$ – продолжительность осветительного периода, ч.

Общий расход электроэнергии находится суммированием ее расхода по направлениям

$$G = G_m + G_{\text{дв}} + G_{\text{осв}} + G_{\text{пр}}, \quad (5.53)$$

где $G_{\text{пр}}$ – расход электроэнергии на прочие цели (слаботочную связь, вентиляцию, телевидение и т.д.).

Расход электроэнергии в стоимостном выражении можно узнать умножением планируемой ее потребности в кВт·ч на стоимость: 1 кВт·ч.

Электроэнергия оплачивается по двухставочному и одноставочному тарифам. По **двухставочному тарифу**, первая часть годовой оплаты по тарифу складывается из платы за 1 кВт максимальной нагрузки в году, умноженной на заявленную потребителем мощность. Вторая часть – из установленного и учтенного счетчиком значения электроэнергии, умноженного на ее годовое потребление. Расчет ведется по формуле

$$Z_{\text{э}} = C_y M + C_m W_n, \quad (5.54)$$

где $Z_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб.; M – заявленная потребителем

мощность, кВт; W_n – потребленная энергия, кВт·ч; C_y – плата за установленную мощность, руб./кВт; C_m – тариф за 1 кВт·ч энергии.

По **одноставочному тарифу** плата берется только за электроэнергию, учтенную электросчетчиком. Одноставочный тариф применяется для оплаты за электроэнергию предприятиями с присоединенной мощностью до 100 кВт.

Пример

Определить плановый годовой расход и затраты на электроэнергию машиностроительного предприятия.

Производственная программа по типоразмерам изделий N_i и переводные энергетические коэффициенты по заготовительному производству: A – 40 тыс. шт., B – 25 тыс. шт., B – 30 тыс. шт., $k_1 = 1$ (условное изделие), $k_2 = 1,5$, $k_3 = 1,3$.

Программа выпуска запасных частей (по себестоимости) – 2,5 млн руб. Норма расхода электроэнергии в заготовительном производстве – 80 кВт·ч на изделие A . Себестоимость изготовления изделия A (без учета затрат на покупные и комплектующие изделия и полуфабрикаты) – 2,3 тыс. руб. Суммарная установленная мощность энергоприемников – 25 тыс. кВт, в том числе в механосборочном производстве – 10 тыс. кВт. Расход энергии в цехах вспомогательного производства составляет 30 % от расхода энергии на технологические цели в основном производстве.

Расход энергии по прогрессивным нормативам на освещение, вентиляцию и другие хозяйственные нужды – 10 млн кВт·ч, в том числе на освещение – 3 млн кВт·ч.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования в механическом производстве – 3950 ч.

Коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности $k_m = 0,6$; коэффициент, учитывающий неравномерность работы оборудования по времени $k_g = 0,8$; КПД двигателей $k_d = 0,8$; коэффициент, учитывающий потери в сети $k_c = 0,9$.

Тариф на силовую электроэнергию за 1 кВт·ч составляет 0,017 руб., на световую – 0,03 руб., плата за установленную мощность – 13 руб./кВт.

Решение

1. Производственная программа в условных изделиях для вычисления расхода энергии в заготовительном производстве

$$N_{усл} = \sum_i^n N_i k_i + S_{з.ч} / S_{усл}, \quad (5.55)$$

где $S_{з.ч}$ – себестоимость изготовления запасных частей; $S_{усл}$ – себестоимость изготовления условного изделия без затрат на покупные изделия и полуфабрикаты; n – число наименований изделий;

$$N_{усл} = 40 \cdot 1 + 25 \cdot 1,5 + 30 \cdot 1,3 + 2500 : 2,3 = 117,28 \text{ млн шт.}$$

2. Расход технологической энергии в заготовительном производстве

$$G'_{эн.з} = 80 \cdot 117,23 = 9,36 \text{ млн кВт} \cdot \text{ч.}$$

3. Расход технологической энергии в механосборочном производстве

$$G''_{эн.з} = 10000 \cdot 3950 \cdot 0,6 \cdot 0,8 : (0,8 \cdot 0,9) = 26,4 \text{ млн кВт} \cdot \text{ч.}$$

4. Суммарная годовая потребность в технологической электроэнергии

$$G_{эн.з} = (9,36 + 26,4)(0,8 \cdot 0,9) = 26,4 \text{ млн кВт} \cdot \text{ч.}$$

5. Общий плановый годовой расход электроэнергии

$$G_{эн.о} = 46,5 + 10 = 56,5 \text{ млн кВт} \cdot \text{ч.}$$

6. Общий удельный расход электроэнергии на условное изделие

$$q = 56,5 : 117,28 = 655 \text{ кВт} \cdot \text{ч/усл. изд.}$$

7. Общие затраты на электроэнергию (без учета затрат на содержание электросети)

$$S_э = (46500000 \cdot 0,017 + (10000000 - 3000000) \cdot 0,017 + 3000000 \cdot 0,03 + 25000 \cdot 13) : 1000 = 1395 \text{ тыс. руб.}$$

Задачи

Задача 5.24

Производственная программа выпуска изделий следующая: изделий A – 60 000 шт., B – 30 000, B – 40 000 и Γ – 25 000 шт. Норма расхода электроэнергии в заготовительном производстве – 80 кВт·ч на изделие A , на изделие B – 82 кВт·ч, B – 80 кВт·ч и Γ – 75 кВт·ч.

Суммарная установленная мощность энергоприемников – 35 000 кВт, в том числе в механосборочном производстве – 15 000 кВт. Расход энергии в цехах вспомогательного производства составляет 30 % от расхода энергии на технологические цели в основном производстве. По нормативам на освещение, вентиляцию и другие хозяйственные нужды расход энергии – 15 млн кВт·ч, в том числе на освещение – 5 млн кВт·ч. Коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности, 0,6, по времени – 0,8. Потери в сети составляют 10 %, КПД двигателей – 0,8. Определить плановый годовой расход электроэнергии по предприятию.

Задача 5.25

Годовая производственная программа по типоразмерам изделий заготовительного производства приведена в табл. 5.59. Требуется определить плановый годовой расход и затраты на все виды энергоресурсов.

Таблица 5.59

Годовая программа по типоразмерам изделий

Наименование изделия	Объем производства по вариантам, тыс. шт.				
	1	2	3	4	5
<i>A</i>	40	50	45	60	30
<i>B</i>	20	30	25	30	15
<i>B</i>	50	40	30	20	35
<i>Г</i>	10	20	15	25	20

Переводные энергетические коэффициенты по изделиям: $k_a = 1$; $k_{\sigma} = 1,5$; $k_e = 1$; $k_2 = 1,2$.

Программой предусмотрен равномерный выпуск запасных частей (по себестоимости) ко всем изделиям, он составляет по предприятию 15 млн руб. Норма расхода электроэнергии в заготовительном производстве – 80 кВт·ч на изделие *A*. Себестоимость изготовления изделия *A* – 10 тыс. руб., суммарная установленная мощность энергоприемников – 30 000 кВт·ч, в том числе в механосборочном производстве – 15 000 кВт. Действительный годовой фонд времени работы оборудования в механосборочном производстве составляет 3900 ч; коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности, – 0,6; коэффициент использования оборудования по времени – 0,7; КПД электродвигателей – 0,8; коэффициент потерь электроэнергии в сети – 0,9.

Расход электроэнергии по прогрессивным нормативам на освещение, вентиляцию и другие хозяйственные нужды – 20 млн кВт·ч, в том числе на освещение – 5 млн кВт·ч.

Тарифы на энергоресурсы: силовая электроэнергия за 1 кВт·ч – 5 руб., световая – 2 руб., плата за установленную мощность – 10 руб.

Задача 5.26

Рассчитать потребность цеха в электроэнергии, если известно, что цех работает в две смены, продолжительность смены – 8 ч, рабочих дней – 256.

Общая мощность двигателей цеха – 600 кВт, коэффициент использования мощности – 0,9, коэффициент использования оборудования по времени – 0,85. Потери в сети составляют 6 %, потери в двигателях – 10 %.

Задача 5.27

Производственная программа выпуска изделий приведена в табл. 5.60.

Таблица 5.60

Программа выпуска изделий

Наименование изделия	Объем производства по вариантам, тыс. шт.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>A</i>	60	55	73	50	65	70	85	45	60	80
<i>B</i>	30	32	25	40	35	32	30	35	34	45
<i>B</i>	40	20	30	45	25	25	20	50	55	40
<i>Г</i>	25	15	30	20	40	45	50	30	35	32

Норма расхода электроэнергии в заготовительном производстве – 80 кВт·ч на изделие *A*, 75 кВт·ч – на изделие *B*, 82 кВт·ч – на изделие *B*, 80 кВт·ч – на изделие *Г*.

Суммарная установленная мощность энергоприемников – 35 000 кВт, в том числе в механосборочном производстве – 15 000 кВт. Расход энергии в цехах вспомогательного производства составляет 30 % от расхода энергии на технологические цели в основном производстве. Расход энергии по нормативам на освещение, вентиляцию и другие хозяйственные нужды – 15 млн кВт·ч, в том числе на освещение – 5 млн кВт·ч. Коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности, – 0,6, по времени – 0,8; КПД двигателей – 0,8; коэффициент, учитывающий потери в сети, – 0,9. Действительный годовой фонд времени работы оборудования – 3900 ч.

Определить плановый годовой расход электроэнергии по предприятию.

5.4. Организация транспортного хозяйства

5.4.1. Значение, цель, функции и структура транспортного хозяйства

Внутризаводской транспорт является не только средством механического перемещения грузов, но и орудием труда, обеспечивающим ритмичную работу предприятия по заданному производственному графику. Транспортные операции составляют значительную долю в технологическом процессе производства продукции. Это следствие функционально-технологических особенностей разделения труда между цехами (участками), обуславливающими необходимость многократной перевозки одних и тех же грузов. Поэтому важными средствами сокращения транспортных расходов являются рациональная концентрация технологических операций и создание поддетально-групповых участков и линий.

Значение внутризаводского транспорта определяется также тем, что доля транспортных расходов в себестоимости продукции относительно велика и колеблется в пределах $3 \div 7,5$ %. Поэтому улучшение использования транспортных средств является условием снижения себестоимости и сокращения длительности производственного цикла, а значит, и увеличения съема продукции с единицы производственных фондов.

Цель системы транспортного хозяйства – своевременное обеспечение производства всеми видами транспортных средств и услуг. *Критерием достижения этой цели*, служит сведение до минимума доли транспортных расходов в себестоимости готового продукта.

Основными функциями системы транспортного хозяйства являются:

- обеспечение производственного процесса всеми видами транспортных средств;
- разработка и внедрение единых транспортных систем с автоматическим адресованием грузов;
- широкое использование стандартной сборно-разборной тары;
- планирование транспортных операций (перевозок);
- организация учета затрат на транспортные и погрузочно-разгрузочные работы.

Для выполнения этих функций транспортное хозяйство располагает:

- *трудовыми ресурсами* (вспомогательные рабочие, технический и административно-управленческий персонал);
- *материальными ресурсами* (основные и вспомогательные материалы и энергия, необходимые для восстановления транспортных средств и изготовления запасных частей) и *техническими* (оборудование для перевозки грузов, технологическое оснащение, подъемно-транспортные устройства, испытательные стенды);
- *математическим обеспечением* (методы и алгоритмы для решения задач эффективного использования автотранспорта и построения оптимальных схем движения потоков грузов);
- *информационным обеспечением* (нормативы расхода горючесмазочных материалов и грузоподъемности транспорта, планово-учетная документация, путевые листы работы автотранспортных средств и др.).

Система транспортного хозяйства имеет двухуровневую структуру: на уровне предприятия создается транспортный цех; на уровне цехов функционируют службы цеховых механиков. Структура внутризаводского транспорта зависит от объема и типа производства, характера выпускаемой продукции, дифференциации технологического процесса, состава цехов и их территориального расположения.

Транспорт машиностроительного предприятия классифицируется по различным признакам:

- по характеру и месту перевозок – на внешний, межцеховой и внутрицеховой;
- по видам транспортных средств – на железнодорожный, безрельсовый и механический (мостовые краны, кран-балки, конвейеры и др.);
- по принципу действия – на транспорт периодического и непрерывного действия;
- по направлению перемещения грузов – на горизонтальный, наклонный, вертикальный (подъемники) и горизонтально-вертикальный (краны, погрузчики);
- по сроку действия – на постоянный и временный.

5.4.2. Организация перевозок и расчет грузопотоков

В основе организации перевозок в масштабе предприятия, его отдельных цехов и складов лежат грузооборот и грузовые потоки.

Грузооборот – это общее количество грузов, перемещаемых по территории предприятия, цеха и склада в единицу времени (в течение года, квартала, месяца или суток). *Грузовым потоком* называется количество грузов, транспортируемых в единицу времени в соответствии с последовательным ходом производственного процесса между отдельными цехами и участками завода.

Грузовые потоки определяют в зависимости от пунктов отправления, количества одновременно отправляемых грузов, частоты и регулярности отправки, длины пробега, скорости транспортировки и пунктов назначения.

Данные по грузообороту и грузовым потокам предприятия и отдельных цехов целесообразно представлять в виде специальной таблицы. На основе ее данных, планировок цехов и генерального плана предприятия составляют схемы (диаграммы) грузопотоков. Анализ этих схем способствует выявлению и ликвидации нерациональных перевозок, достижению кратчайших путей и прямооточности движения материалов, полуфабрикатов и деталей в процессе их обработки.

Расчеты грузооборота и грузовых потоков ведутся преимущественно по наибольшему суточному грузообороту Q_c с учетом неравномерности поступления и отправления грузов по формуле

$$Q_c = \frac{Q_n k_{н.г}}{F_n}, \quad (5.56)$$

где Q_n – грузооборот в плановом периоде, т; F_n – число рабочих дней

в плановом периоде, дн.; $k_{н.г}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность грузооборота.

Общую массу транспортируемых грузов определяют для материалов и заготовок по черновой, а для готовых деталей и изделий – по чистой массе. Разность между ними составляет массу перемещаемых отходов.

5.4.3. Выбор, расчет и экономическое обоснование потребности в транспортных средствах

Транспортные средства для конкретных производственных условий должны выбираться с учетом:

- всей совокупности показателей данного грузопотока (мощность; расстояние перемещения;
- массы, габаритных размеров и физико-механических свойств грузов);
- технологических и организационных особенностей обслуживаемого производства.

Они должны обеспечивать максимальную производительность труда на обслуживаемом участке или рабочем месте, способствовать комплексной механизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ.

При правильном выборе транспортных средств обеспечивается сквозная транспортировка (перегрузка с межцехового на внутрицеховой транспорт в одной и той же таре) и рациональная передача грузов с межцехового транспорта на внутрицеховой.

Выбор транспортных средств должен быть экономически обоснован, т.е. базироваться на сравнительном анализе технико-эксплуатационных показателей работы транспортных средств. Для каждого грузопотока определяют потребность в транспортных средствах по следующей общей формуле

$$T_{cp} = \frac{Q_c}{n_p k_{у.гп} q}, \quad (5.57)$$

где Q_c – суточный грузооборот, т; n_p – число рейсов в сутки; $k_{у.гп}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства; q – грузоподъемность транспортного средства, т.

На основе этой зависимости разработаны формулы для определения:

- числа потребных транспортных средств при односторонней и двухсторонней маятниковых системах;
- лучевой системе маршрутных перевозок;
- кольцевой системе маршрутных перевозок с затухающим и возрастающим грузопотоками.

При сравнительной оценке и выборе транспортных средств принимается вариант, обеспечивающий минимальные приведенные затраты

$$ПЗ_{mc} = C_{n(p)} + E_n K_{mc}, \quad (5.58)$$

где $C_{n(p)}$ – себестоимость перевозки (погрузки, разгрузки) 1 т груза или 1 ткм;
 E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;
 K_{mc} – удельные капитальные вложения в транспортные средства, руб.

5.4.4. Планирование, технико-экономические показатели и основные направления совершенствования транспортного хозяйства

Планирование работы внутризаводского транспорта разделяется на технико-экономическое, оперативно-календарное и диспетчирование.

Технико-экономическое планирование заключается в разработке и контроле выполнения годового и квартальных планов производственно-хозяйственной деятельности внутризаводского транспорта с распределением основных показателей по месяцам года (производственной программы, плана организационно-технических мероприятий, плана по труду, плана по себестоимости транспортных работ и т.д.).

Оперативно-календарное планирование включает:

- расчет загрузки транспортных средств;
- число необходимых для их обслуживания рабочих;
- календарное распределение работ в строгом соответствии с потребностями производства.

Диспетчирование транспортных работ – это составление, оперативное регулирование и контроль выполнения графиков и сменно-суточных планов перевозок.

Основой планирования внутризаводского транспорта являются технико-экономические показатели и нормативы. К ним относятся:

- часовая производительность транспортных средств

$$q_{тр.ч} = \frac{60qk_{u.zn}}{T_{m.ч}}, \quad (5.59)$$

где q – грузоподъемность, т; $k_{u.zn}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортных средств; $T_{m.ч}$ – длительность транспортного цикла, мин;

- себестоимость перевозки 1 т груза

$$C_m = \frac{C_{m-ч}}{q_{mp.ч}}, \quad (5.60)$$

где $C_{m-ч}$ – себестоимость машино-часа работы транспортного средства, руб.;

– коэффициент использования времени работы транспортных средств

$$k_в = \frac{F_n}{F_k} \leq 1, \quad (5.61)$$

где F_n и F_k – соответственно полезное и календарное время работы транспортных средств в плановом периоде, ч;

– коэффициент использования пробега транспортных средств

$$k_{n.m} = \frac{L_{np}}{(L_{np} + L'_{np})} \leq 1, \quad (5.62)$$

где L_{np} , и L'_{np} – соответственно длина пробега с грузом и без груза, км.

Чем выше приведенные коэффициенты, тем эффективнее используются транспортные средства.

Основными направлениями совершенствования транспортного хозяйства являются:

- внедрение в производство современного подъемно-транспортного оборудования и повышение уровня механизации и автоматизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ;
- внедрение единых транспортных систем с автоматическим адресованием грузов, автоматических складов, телеуправляемых транспортных средств, гидравлического, пневматического и канатно-транспортных средств, гидравлического, пневматического и канатно-подвесного транспорта непрерывного действия;
- проектирование технологии транспортных и погрузочно-разгрузочных работ и ее оформление в единой технической документации;
- совершенствование системы организации, планирование перевозок и диспетчирование на основе применения математических методов и ЭВМ.

Практическое занятие № 4

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО ХОЗЯЙСТВА

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по расчету потребности предприятия в транспортных средствах.

Краткие теоретические сведения

Основой для определения маршрутов межцеховых и внутрицеховых перевозок, количества транспортных средств и организации работы транспортного цеха являются грузооборот и грузопотоки предприятия и отдельных цехов. Под грузопотоком понимается объем грузов, перемещаемых в единицу времени между двумя пунктами. Грузооборот представляет собой сумму отдельных грузопотоков, т.е. общее количество грузов, перемещаемое в единицу времени.

Число транспортных средств прерывного (циклического) действия определяется по формуле

$$\omega_{mp} = \frac{Q_c}{q_{mp.c}}, \quad (5.63)$$

где Q_c – суточный грузооборот, т; $q_{mp.c}$ – суточная производительность единицы транспортного средства, т.

Суточный грузооборот

$$Q_c = \frac{Q_n k_{н.з}}{F_n}, \quad (5.64)$$

где Q_n – грузооборот в плановом периоде, т; F_n – число рабочих дней в плановом периоде, дн.; $k_{н.з}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность грузооборота. (для грузов, поступающих на завод, $k_{н.з} = 1,5 \div 3,0$, для отправляемых с завода – $k_{н.з} = 1,1 \div 2,0$; для внутризаводских перевозок $k_{н.з} = 1,1 \div 1,5$).

Суточная производительность транспортного средства

$$q_{mp.c} = \frac{q k_{у.зн} F_{д.с} k_{у.в}}{T_{у.м}}, \quad (5.65)$$

где q – грузоподъемность транспортного средства, т; $F_{д.с}$ – суточный фонд времени работы транспорта, мин; $T_{у.м}$ – транспортный цикл, мин ($T_{у.м} = T_{np} + T_n + T_p$, где T_{np} – время пробега, T_n – время погрузки, T_p – время разгрузки); $k_{у.зн}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства; $k_{у.в}$ – коэффициент использования транспортного средства во времени.

Число транспортных средств непрерывного действия

$$\omega_{тр.н} = \frac{Q_{ч}}{q_{тр.ч}}, \quad (5.66)$$

где $Q_{ч}$ – часовой грузооборот, т; $q_{тр.ч}$ – часовая производительность транспорта, т/ч; $q_{тр.ч} = 60Mv/a$, где M – масса одной грузовой единицы, т; v – скорость движения транспорта, м/мин; a – расстояние между двумя смежными грузами на транспорте, м.

Для комплексной механизации и автоматизации транспортных и складских операций необходимо широко применять контейнеры и средства пакетирования. Парк контейнеров и средств пакетирования определяется по формуле

$$\omega_{к} = \frac{Q_{н}(1 + k_{к.н} + k_{к.р})}{q_{к}}, \quad (5.67)$$

где $k_{к.н}, k_{к.р}$ – коэффициенты, учитывающие потребность в контейнерах в связи с неравномерностью перевозок и нахождением в ремонте; $q_{к}$ – выработка на один контейнер за расчетный период, т;

$$q_{к} = \frac{q_{к.с}(F_{к} - F_{н})}{T_{о.к}}, \quad (5.68)$$

где $q_{к.с}$ – статическая нагрузка контейнера, т; $F_{к}$ – число календарных дней в расчетном периоде, дн.; $F_{н}$ – время нахождения контейнеров в нерабочем состоянии, дн.; $T_{о.к}$ – среднее время оборота контейнера, сут.

Пример

Определить парк стоечных поддонов и электропогрузчиков грузоподъемностью 1 т для организации межцеховых грузопотоков механосборочного производства. Годовые грузопотоки по типоразмерам применяемых поддонов:

Тип поддона	Статическая нагрузка поддона, т	Грузооборот, тыс. т
П ₁	1	40
П ₂	0,5	30
П ₃	0,25	30

Из поддонов типоразмера П₂ и П₃ формируются пакеты статической нагрузкой 1 т. Среднетехническая скорость движения погрузчика – 3,6 км/ч. Среднее расстояние перемещения поддонов – 100 м. Загрузка

односторонняя, маршруты маятниковые, коэффициент использования грузоподъемности – 1. Среднее время простоя под погрузкой и разгрузкой (в том числе на формирование пакета) на один цикл ($T_n + T_p$) – 10 мин. Коэффициент технической готовности парка погрузчиков – 0,9. Замена аккумуляторных кассет проводится в нерабочее время. Режим работы двухсменный. Время оборота поддона – 15 дн., нахождение в ремонте (в нерабочем состоянии) в течение года – 10 дн. Коэффициент неравномерности грузооборота – 1,2.

Решение

1. Среднесуточный грузооборот $Q_c = 100000 \cdot 1,2 / 256 = 468$ т.

2. Время пробега $T_{np} = 2 \cdot 100 \cdot 60 / 3,6 = 3,6$ мин, транспортный цикл

$$T_{ц.т} = 3,6 + 10 = 13,6 \text{ мин.}$$

3. Суточная производительность электропогрузчика

$$q_{mp.c} = 1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 60 / 13,6 = 70,5 \text{ т.}$$

4. Количество электропогрузчиков $\omega_{mp} = \frac{468}{70,5 \cdot 0,9} = 8$ шт.

5. Коэффициент, учитывающий потребность в поддонах на покрытие неравномерности грузооборота, $k_{к.н} = \frac{100 \cdot 1,2 - 100}{100} = 0,2$.

6. Коэффициент, учитывающий потребность в поддонах в связи с их ремонтом, $k_{к.р} = 10 / 365 = 0,027$.

7. Выработка на один поддон (расчет производится для $П_1$)

$$q_k = 1(365 - 10) / 15 = 23,7 \text{ т.}$$

8. Количество поддонов типа $П_1$

$$\omega_n = 40000(1 + 0,2 + 0,027) / 23,7 = 2071 \text{ шт.}$$

Количество поддонов типа $П_2$ и $П_3$ определяется аналогично.

Задачи

Задача 5.28

Определить значения грузопотоков и грузооборота предприятия по данным табл. 5.61.

Таблица 5.61

Шахматная таблица грузооборота предприятия, т/год.

Отправители	Получатели										
	Склад материалов	Склад полуфабрикатов	Склад готовых деталей	Склад отходов	Заготовительный цех	Механический цех 1	Механический цех 2	Гальванический цех	Сборочный цех 1	Сборочный цех 2	Склад готовой продукции
Склад материалов	-	-	-	-	1000	-	-	20	-	-	-
Склад полуфабрикатов	-	-	-	-	-	200	60	-	10	5	-
Склад готовых деталей	-	-	-	-	-	-	-	-	800	420	-
Склад отходов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заготовительный цех	-	-	-	10	-	600	390	-	-	-	-
Механический цех 1	-	-	580	20	-	-	-	200	-	-	-
Механический цех 2	-	-	290	10	-	-	-	-	-	-	-
Гальванический цех	-	-	350	5	-	-	-	-	-	-	-
Сборочный цех 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	810
Сборочный цех 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	425
Склад готовой продукции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Задача 5.29

Определить, какое количество электрокаров необходимо закрепить за заготовительным цехом, чтобы своевременно обеспечить два механических цеха заготовками. Маршрут движения маятниковый, односторонний. Грузоподъемность электрокара – 0,5 т, средняя техническая скорость – 3 км/ч. Грузопотоки из заготовительного цеха представлены в табл. 5.62.

Таблица 5.62

Грузопотоки из заготовительного цеха

Направление грузопотоков	Расстояние в один конец, м	Годовой грузопоток, т/год
В механический цех 1	200	12000
В механический цех 2	350	8000

Коэффициент неравномерности грузооборота – 1,25. Время на погрузку и разгрузку заготовок – 20 мин. Коэффициент использования грузоподъемности электрокара – 0,8. Заготовки берутся в специальной таре. Транспортный цех работает в две смены. Коэффициент использования электрокара по времени – 0,9. Число рабочих дней в году – 265.

Задача 5.30

Готовые изделия переводятся из сборочного цеха на склад по маятниковому одностороннему маршруту. Упакованные готовые изделия перевозятся в специальных поддонах на расстояние 500 м. Масса одного изделия – 25 кг, на поддон помещается 8 изделий. Грузоподъемность электрокара – 0,5 т, средняя техническая скорость 4 км/ч. Среднее время погрузочно-разгрузочных работ – 12 мин. Коэффициент использования электрокара по времени – 0,9. Среднесуточный грузооборот – 30 т в смену. Режим работы – двухсменный. Определить количество электрокаров, необходимое для перевозки готовой продукции.

Задача 5.31

Для внутрицеховой транспортировки деталей между предметными и сборочным участками предполагается использовать транспортеры непрерывного действия. Суточный внутрицеховой оборот составляет 15 т в смену. Масса детали – 5 кг, расстояние между смежными деталями на транспортере – 0,5 м. Скорость движения транспортера – 2 м/мин. Режим работы – двухсменный. Определить необходимое количество транспортеров.

Коэффициент неравномерности грузооборота – 1,25. Время на погрузку и разгрузку заготовок – 20 мин. Коэффициент использования грузоподъемности электрокара – 0,8. Заготовки возятся в специальной таре. Транспортный цех работает в две смены.

Задача 5.32

Определить парк контейнеров склада готовых деталей при годовом грузообороте склада 1200 т/год. Статическая нагрузка контейнера – 0,8 т. Среднее время его оборота – 10 дн., нахождение в ремонте – 12 дн. Коэффициент, учитывающий потребности в контейнерах в связи с неравномерностью перевозок и нахождением их в ремонте, равен 0,1.

Задача 5.33

Заготовительный цех поставляет заготовки в 2 механических цеха. Для этого используются электрокары грузоподъемностью 0,6 т, средняя техническая скорость которых – 4 км/ч. Маршрут движения маятниковый, односторонний. Расстояние от заготовительного до механического цеха № 1 – 300 м, до механического цеха № 2 – 400 м. Годовой грузопоток по цехам приведен в табл. 5.63.

Таблица 5.63

Годовой грузопоток по цехам

Наименование цеха	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Механический цех № 1	14 000	10 000	18 000	16 000	15 000	17 000	16 000	19 000	13 000	20 000
Механический цех № 2	10 000	12 000	11 000	10 000	14 000	12 000	11 000	13 000	19 000	16 000

Коэффициент неравномерности грузов – 1,2. Время на погрузку и разгрузку заготовок – 30 мин. Коэффициент использования грузоподъемности электрокара – 0,92, по времени – 0,9. Транспортный цех работает в две смены по 8 ч. Число рабочих дней в году – 254.

Определить необходимое количество электрокаров для бесперебойного обеспечения механических цехов заготовками.

Задача 5.34

На склад готовой продукции в течение месяца (24 рабочих дня) должны быть доставлены изделия из сборочного цеха (табл. 5.64).

Таблица 5.64

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество изделий, т	1500	2000	2500	1700	3000	1900	2100	2400	2900	3200

Транспортировка осуществляется электрокарами грузоподъемностью 2 т. Цех работает в две смены. Продолжительность смены – 8 ч. Коэффициент использования транспортных средств по грузоподъемности – 0,7, по времени – 0,92. Скорость движения электрокаров с грузом – 4 км/ч, без груза – 6 км/ч. Время погрузки – 12 мин, время на выгрузку – 15 мин. Расстояние между складом и сборочным цехом – 400 м.

Определить среднесуточный грузооборот и необходимое количество электрокаров для доставки годовой продукции на склад.

Задача 5.35

На машиностроительном заводе ежемесячные перевозки осуществляются из складов в цехи, из цехов в цехи и из цехов на склады.

1. Из складов в цехи. В литейный цех из складов сырья, материалов и топлива поступает 10150 т металлошихты, 24000 т формовочных материалов, 3270 т стержневой земли и 2450 т кокса. В сборочный цех – 1200 т комплектующих изделий. В кузнечно-прессовый цех – 10700 т стали для

поковок, 390 т листовой стали. В механический цех – 925 т стального литья, 610 т сортовой стали, 115 т проката цветных металлов.

2. *Из цеха в цех.* В механический цех поступает 7950 т годного литья, 8700 годных поковок, 290 т годных штамповок. В сборочный – 16 000 т комплектов деталей после механической обработки.

3. *Из цехов на склады и в отвалы.* На склад готовой продукции – 17000 т. В отвалы – 3100 т горелой формовочной земли, 750 т отходов стержневой массы. На шихтовой двор – отходы производств: литейного – 1950 т, кузнечного – 1720 т, штамповочного – 80 т и механического – 290 т.

Грузы из складов литейных материалов и металлов в цехи, а готовой продукции – из сборочного цеха на склад транспортируются на автомашинах грузоподъемностью 5 т при коэффициенте использования грузоподъемности 0,9. Время одного рейса в среднем 23 мин (в том числе погрузка – 7 мин, выгрузка – 7 мин, проезд с грузом – 6 мин и холостой проезд – 3 мин). Транспортировка всех остальных грузов производится на электрокарах грузоподъемностью 2 т и при коэффициенте использования 0,8. Продолжительность рейса электрокара в среднем 28 мин (в том числе погрузка – 7 мин, выгрузка – 7 мин, проезд с грузом – 9 мин и холостой проезд – 5 мин).

Завод работает в две смены. Продолжительность смены – 8 ч. В месяце 23 рабочих дня.

Определить размер межцеховых перевозок (в тоннах) и количество необходимых транспортных средств. Составить «шахматную» ведомость грузооборота.

Задача 5.36

Для внутрицеховой транспортировки деталей между предметными и сборочными участками предполагается использовать транспортеры непрерывного действия. Суточный внутрицеховой оборот составляет 20 т в смену. Масса детали – 6 кг, расстояние между смежными деталями на транспортере – 0,5 м. Скорость движения транспортера – 2 м/мин. Режим работы двухсменный. Продолжительность смены – 8 ч.

Определить необходимое количество транспортеров.

Задача 5.37

На склад готовой продукции из сборочного цеха должно быть доставлено 90 т изделий. Расстояние между складом и цехом – 600 м. Транспортировка осуществляется электрокарами грузоподъемностью 1,5 т. Цех работает в две смены, продолжительность смены – 8 ч. Коэффициент использования транспортных средств по грузоподъемности – 0,75, по времени – 0,9. Средняя

техническая скорость электрокара – 4 км/ч. Время на погрузку – 11 мин, на выгрузку – 15 мин.

Определить необходимое количество электрокаров для доставки готовой продукции на склад.

Задача 5.38

Определить парк электропогрузчиков грузоподъемностью 1,5 т для организации межцеховых грузопотоков. Грузооборот предприятия составляет 70 тыс. т. Среднетехническая скорость движения электропогрузчика – 3,2 км/ч. Среднее расстояние перемещения – 200 м. Загрузка односторонняя, маршруты маятниковые, коэффициент использования грузоподъемности – 1,0. Среднее время простоя под погрузкой и разгрузкой на один цикл – 12 мин. Коэффициент технической готовности парка электропогрузчиков – 0,9. Режим работы двухсменный. Коэффициент неравномерности грузопотоков – 1,2.

Задача 5.39

Определить парк электропогрузчиков для организации межцеховых перевозок грузов, если годовой объем перевозок составляет 150 000 т. Коэффициент неравномерности грузопотоков – 1,2. Грузоподъемность электропогрузчика – 1 т. Грузы перевозятся в контейнерах. Коэффициент использования грузоподъемности – 0,9. Средняя техническая скорость – 4 км/ч. Среднее расстояние перевозки груза – 200 м. Используется простой маятниковый маршрут. Среднее время простоя под погрузкой – 6 мин, под разгрузкой – 3 мин. Коэффициент выпуска транспортных средств на линию – 0,9. Режим работы двухсменный. Длительность смены 8 ч. Регламентированные перерывы – 12 мин в смену. В году 254 рабочих дня.

5.5. Организация складского хозяйства

5.5.1. Задачи и структура складского хозяйства предприятия

Складское хозяйство является важнейшей частью любого производственного предприятия. Его рациональная организация оказывает большое влияние на организацию производственных процессов и ускорение оборачиваемости оборотных средств предприятий. Основными задачами складского хозяйства являются:

- создание оптимальных запасов материалов, средств и предметов труда;
- организация подачи их в процесс производства;
- максимальное сокращение затрат, связанных с осуществлением складских операций;
- учет поступления материальных ресурсов и их расходования;

– хранение и отгрузка готовой продукции.

Все многообразие складов машиностроительного предприятия можно классифицировать по ряду признаков.

По назначению и подчиненности:

– *материальные* – подчиняются отделу материально-технического снабжения – принимают и хранят используемые в производстве материалы и выдают их в производство;

– *сбытовые* – подчиняются отделу сбыта – принимают, хранят и отпускают готовую продукцию завода для ее реализации;

– *производственные* – подчиняются производственно-диспетчерскому отделу – это разного рода цеховые кладовые и общезаводские склады, обеспечивающие производственный процесс предметами и средствами труда;

– *склады запасных частей* подчиняются отделу главного механика – принимают, хранят и отпускают детали и другие материальные ценности для проведения всех видов ремонтов оборудования и других видов производственных фондов;

– *инструментальные склады* – подчиняются инструментальному отделу – принимают, хранят и отпускают цехам все виды инструментов и приспособлений;

– склады отдела главного энергетика, отдела автоматизации и механизации, отдела главного метролога, отходов и утиля.

По масштабу работы: центральные, общезаводские, прицеховые и цеховые.

– *центральные и общезаводские* склады обслуживают весь завод и занимают, как правило, отдельную площадь на территории завода (непроизводственную).

– *прицеховые* склады находятся при каких-либо цехах, являются главными хранителями материальных ценностей группы цехов (спецодежды, мыла, хозяйственных товаров и прочих ценностей).

– *цеховые склады* – являются цеховыми подразделениями, обслуживающими определенный цех и занимают его производственную площадь. Они подразделяются на склады материалов, заготовок, полуфабрикатов, инструмента и т.д.

По роду и назначению хранимых материалов различают склады:

– *универсальные* (для хранения разнообразных материальных ценностей);

– *специальные* (для хранения однородных материалов, например, черных металлов, цветных металлов, горючих материалов и др.).

По техническому устройству и в зависимости от *свойств* материалов

различают склады *открытые* (оборудованные площадки), *полузакрытые* (площадки с навесами) и *закрытые* (отапливаемые и не отапливаемые).

Устройство и техническое оснащение складов определяется многими факторами: габаритами и количеством грузов, периодичностью их поступления и отпуска, назначением и видом самого склада, условиями хранения материальных ресурсов и т.д. Но при этом существуют определенные **правила**, которые должны соблюдаться при организации хранения материальных ресурсов:

- емкость склада должна обеспечивать хранение необходимого запаса материалов;
- условия хранения на складах должны соответствовать физико-химическим свойствам материалов;
- площадь склада должна быть разбита на участки, отделяемые друг от друга проходами или проездами;
- каждый участок должен быть специализирован по роду грузов или характеру выполняемых операций;
- должна быть обеспечена механизация погрузочно-разгрузочных работ и перемещения грузов;
- для увеличения емкости склада стеллажи, конвейеры и подвесные пути необходимо располагать в несколько рядов;
- расположение складов на территории предприятия должно отвечать принципу прямоочности;
- соблюдение техники безопасности и пожарной безопасности.

В настоящее время на многих машиностроительных предприятиях используются механизированные и автоматизированные склады, на которых детали в унифицированной таре помещаются автоматическими штабелерами в свободные ячейки высотных стеллажей или выдаются со склада по команде компьютера. Информация об уровнях запаса деталей также получается с помощью компьютеров.

5.5.2. Расчет складских помещений и их размещение

Общая площадь складских помещений $S_{общ}$ рассчитывается с учетом максимальной нормы запаса материалов $Z_{max.м}$. Она включает полезную площадь S_n , занятую под материалами или устройствами для их хранения; оперативную площадь S_o , занятую приемно-отпускными и сортировочными площадками, проходами и проездами; конструктивную площадь S_k под перегородками, колоннами, лестницами, подъемниками и т.д.; площадь служебно-бытовых помещений S_c

$$S_{общ} = S_n + S_o + S_k + S_c. \quad (5.69)$$

Отношение полезной площади к общей называется коэффициентом использования площади склада

$$k_u = \frac{S_n}{S_{общ}}. \quad (5.70)$$

Расчет полезной площади производится по удельным нагрузкам (при хранении материала в штабелях) или по объемным измерителям (при хранении в стеллажах). Полезная площадь по удельным нагрузкам определяется делением максимальной нормы складского запаса ($Z_{\max.m}$) на допустимую нагрузку на 1 м^2 площади пола склада ($q_{дон}$) т.е.

$$S_n = \frac{Z_{\max.m}}{q_{дон}}, \quad (5.71)$$

где $q_{дон i}$ – допустимая полезная нагрузка площади склада для хранения i -го материала, т/м².

Максимальная норма запаса i -го материала определяется

$$Z_{\max.mi} = \frac{Q_{mi} Z'_{\max.mi}}{365}, \quad (5.72)$$

где Q_{mi} – годовое поступление i -х материалов в натуральном выражении; $Z'_{\max.mi}$ – размер максимального запаса i -го материала, сут.

Общая площадь в данном случае

$$S_{общ} = \frac{S_n}{k_u}. \quad (5.73)$$

При расчете полезной площади по объемным измерителям сначала определяется число ячеек $N_{яч}$ путем деления максимального запаса $Z_{\max.m}$ на объем одной ячейки $v_{яч}$ с учетом объемной массы материала γ (в кг/см³) и коэффициента заполнения ячейки k_3

$$N_{яч} = \frac{Z_{\max.m}}{v_{яч} \gamma k_3}, \quad (5.74)$$

Необходимое количество стеллажей $N_{ст}$ определяется делением общего числа ячеек $N_{яч}$ на число ячеек в одном стеллаже $n_{ст}$, т.е.

$N_{cm} = N_{яч} / n_{cm}$. Зная площадь стеллажа (по каталогу) S_{cm} , определяют полезную площадь: $S_n = N_{cm} S_{cm}$.

Остальные виды площади складов определяются по нормам строительного и технологического проектирования. Оперативная площадь составляет 40 ÷ 70 % полезной площади склада.

Размещение складов на территории предприятия должно обеспечивать наиболее короткие перевозки грузов и их скорейшую доставку в цехи. При этом должно учитываться следующее:

- прямолинейность грузопотоков;
- удобство транспортировки грузов и хорошая связь с подъездными путями;
- приближение хранимых материалов к главнейшим цехам – потребителям этих материалов.

5.5.3. Организация складских операций

Рациональная организация складских операций позволяет руководству предприятия иметь необходимые сведения о наличии товарно-материальных ценностей и своевременно принимать решения по их пополнению и бесперебойному снабжению производства.

Организация складских операций включает следующие основные элементы:

- приемку;
- хранение;
- учет;
- отпуск материальных ценностей.

Приемка материалов. Все поступившие на склад материалы подлежат количественной и качественной приемке. Количественная приемка заключается в проверке соответствия количества, объема и номенклатуры материалов, указанных в сопроводительных документах. Качественная проверка имеет цель установить, в какой мере поступившие грузы соответствуют техническим условиям, стандартам, образцам и требованиям, предусмотренным в договорах на поставку.

Результаты количественной и качественной приемки оформляются *актами*, а в случае несоответствия указанным требованиям – *актами рекламаций* для предъявления претензий поставщикам или транспортным организациям.

Хранение материальных ценностей

Принятые на хранения материалы размещаются на соответствующих

складах таким образом, чтобы соблюдались следующие правила:

- должна быть обеспечена качественная и количественная сохранность материала (температура, влажность, чистота воздуха);
- удобство выполнения приемных и отпускных операций;
- максимальная механизация и автоматизация загрузки, погрузки и перемещений;
- противопожарная безопасность;
- легкость проверки наличия материалов;
- наиболее полное использование площади и объема складских помещений.

Учет товарно-материальных ценностей на складах должен отражать их движение (приход и расход), а также их наличие. Ведется учет материалов на карточках, которые открывают для каждого вида материала. В карточках отражается величина минимального, максимального и страхового запаса (установленного), его наличие, поступление и расход. Об уровне запаса сообщается соответственно ОМТС, инструментальному отделу или другому подразделению завода.

Бухгалтерия завода должна контролировать и анализировать работу всех заводских и цеховых складов, строго проводя принцип материальной ответственности складских работников за правильное использование вверенных им ценностей.

Контроль работы складов бухгалтерией завода проводится по приходно-расходным карточкам складов и учетным карточкам, при этом производится учет установленных норм потерь, производится систематическая инвентаризация складов и сопоставляются фактические и документальные остатки товарно-материальных ценностей.

Задача анализа складских операций сводится к следующему:

- выявление и перечисление всех случаев сверхлимитной выдачи материальных ценностей цехам;
- обеспечение правильного учета движения материальных ценностей по складам;
- обеспечение современной выдачи материалов из заводских складов в цеховые, а из цеховых – на производственные участки;
- проверка правильности установленных размеров страховых запасов, точек заказа и максимальных запасов;
- определение размеров и причин потерь материальных ценностей на складах.

Для отпуска материалов в производство целесообразно организо-

вать на складах (при складах) их подготовку. Она сводится к централизованному раскрою, резке, правке и расфасовке материалов. Этим сокращаются затраты на транспортировку, сохраняются и используются отходы, товарно-материальные ценности.

Отпуск материалов цехам осуществляются по лимитным картам, в пределах установленного месячного лимита. Когда лимит использован полностью, дальнейший отпуск материалов прекращается. Получить необходимый материал цех может лишь с разрешения директора предприятия.

Все операции по приходу и расходу заносятся в карточки складского учета, где отдельно указывают приход и расход, и после каждой записи выводят остаток. Остатки, числящиеся по учетным карточкам, сверяются с нормами запаса.

Организация отпуска материальных ценностей может быть пассивной или активной.

При *пассивной системе* потребители получают на складах товарно-материальные ценности по материальным требованиям или лимитным картам и своими средствами транспорта доставляют их в цех. Применяется такая система в единичном и мелкосерийном производствах.

При *активной системе* на складе заранее подготавливают материалы и доставляют их в цех к рабочим местам точно по графику своими средствами транспорта. Применяется такая система в крупносерийном и массовом производствах.

Надлежащая организация выполнения складских операций – необходимое условие экономного использования материалов, обеспечения их сохранности и качества, низких затрат на хранение.

Практическое занятие № 5

ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по расчету емкости и размера площади склада.

Краткие теоретические сведения

Размер общей площади склада определяется по формуле

$$S_{\text{общ}} = \frac{S_n}{k_u}, \quad (5.75)$$

где S_n – полезная площадь склада, непосредственно занятая хранимыми

материалами, m^2 ; k_u – коэффициент использования общей площади склада, учитывающий вспомогательную площадь для проездов, проходов, приема и выдачи материалов, весов, шкафов, стола кладовщика и т.д.

Полезная площадь хранения определяется по номенклатуре материалов, разбитой по группам. По каждой из групп устанавливается вид хранения (стеллажный, штабельный, в поддонах), в зависимости от которого может быть произведен расчет следующими способами:

– при хранении в стеллажах

$$S_n = S_{cm} \cdot N_{cm.p}, \quad (5.76)$$

где S_{cm} – площадь, занимаемая одним стеллажом, m^2 ; $N_{cm.p}$ – расчетное количество стеллажей, определяемое следующим образом

$$N_{cm.p} = \frac{Z_{\max.m}}{V_o k_{zn} q_y}, \quad (5.77)$$

где k_{zn} – коэффициент заполнения объема стеллажа; q_y – удельный вес хранимого материала, g/m^3 (g/cm^3); V_o – объем стеллажа определяемый по формуле

$$V_o = a \cdot b \cdot h, \quad (5.78)$$

где a – длина стеллажа, м; b – ширина стеллажа, м; h – высота стеллажа, м.

Принятое количество стеллажей устанавливается после проверки соответствия допустимой нагрузке. Проверка осуществляется по формуле

$$N_{cm.np} = \frac{Z_{\max.m}}{S_{cm} \cdot q_d}; \quad (5.79)$$

– полезная площадь (S_n) при напольном хранении материалов в штабелях

$$S_n = \frac{Z_{\max.m}}{q_d}, \quad (5.80)$$

где q_d – допустимая нагрузка (груз на $1m^2$ пола согласно справочным данным), кг.

Пользуясь данными о нагрузках на $1 m^2$ пола, определяют общую площадь под штабелями, а затем в зависимости от планировки принимают размеры отдельных штабелей;

– при хранении материалов на поддонах расчет площади можно производить по одному из вышеприведенных методов в зависимости от того, устанавливаются ли поддоны в стеллажи или складываются штабелями.

Площадь под проходами и проездами внутри склада определяется по планировке в зависимости от их запроектированной ширины.

Площадь приемочной площадки S_{np} может быть определена по формуле

$$S_{np} = \frac{Q_M k_H F_{H.M.}}{365 q_{дон}} + S_g, \quad (5.81)$$

где Q_M – годовое поступление материалов, т; k_H – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад ($k_H = 1,2 \div 1,5$); $F_{H.M.}$ – количество дней нахождения материалов на приемочной площадке (обычно принимается до двух дней); $q_{дон}$ – нагрузка на 1 м² площади приемочной площадки (при нормальной высоте кладки материала 0,5 м); S_g – площадь, необходимая для взвешивания материала (принимается от 5 – 6 м² для взвешивания малогабаритных грузов до 40 – 50 м² на складе пруткового материала).

Аналогичным методом определяется площадь отпускной площадки.

Площади под конторскими, служебными и бытовыми помещениями определяются по нормам промышленного проектирования, а площади под заготовительное отделение – по нормам технологического проектирования.

Длина погрузочно-разгрузочного фронта $L_{n.p.ф}$ определяется по формуле

$$L_{n.p.ф} = \frac{Q_M k_H}{n_{nod} 365 q_z} l_{mc} + \left(\frac{Q_M k_H}{n_{nod} 365 q_z} - 1 \right) l_n, \quad (5.82)$$

где Q_M – годовое поступление материала; n_{nod} – число подач транспортных средств в сутки; q_z – средняя грузоподъемность транспортных средств, т; l_{mc} – длина транспортного средства; l_n – длина промежутков между транспортными средствами.

Пример 1

Определить размер площади склада для хранения металла. Исходные данные представлены в табл. 5.65.

Таблица 5.65

Данные для расчета площади склада

Наименование материала	Годовое поступление металла на склад, т (Q_m)	Размер максимального запаса, сут ($Z_{\max m}$)	Средняя расчетная полезная нагрузка, т/м ² . ($q_{дон}$)	Значение коэффициента использования общей площади склада (k_u)
Чугун литейный	15 300	20	5,0	0,40
Отливки со стороны	5 200	25	2,0	0,40
Поковки со стороны	4 200	25	2,5	0,50
Прокат сортовой	25 600	30	3,0	0,30
Сталь листовая	15 600	20	4,0	0,50
Цветные металлы	4 300	30	3,5	0,40

Коэффициент неравномерности поступления грузов по всем позициям k_n равен 1,4.

Решение

Расчет площади склада произведем с помощью метода допустимых полезных нагрузок. Размер общей площади склада при этом методе определяется по формуле

$$S_{\text{общ}} = \sum \frac{Z_{\max mi}}{q_{\text{дон}i} k_{ui}}; \quad (5.83)$$

подставляя значение $Z_{\max mi}$ из формулы (5.70), получим: $S_{\text{общ}} = 5757 \text{ м}^2$.

Для расчета более точным методом необходимы подробные характеристики хранимых материалов. Так, для определения размера площади, необходимой для хранения проката сортового, его следует расшифровать по данным предприятия по типосорторазмерам (табл. 5.66).

Максимальная норма запаса i -го материала определяется

$$Z_{\max m} = \frac{25600 \cdot 30}{365} = 2104 \text{ т.}$$

Таблица 5.66

Расшифровка сортового проката

Вид металла	Основные размеры				Максимальный запас, т
	Диаметр, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Длина, мм	
Сталь круглая	20 – 30			4	280
Сталь круглая	31 – 40			4	220
Сталь круглая	41 – 50			4	210

Сталь круглая	51 – 59			4	200
Сталь круглая	60			4	200
Сталь калиброванная	20 – 40			4	260
Сталь шестигранная	15 – 25			4	220
Сталь квадратная	20 – 30			4	230
Сталь полосовая		12 – 30	До 2	4	100
Сталь полосовая		31 – 50	2 – 3	4	110
Сталь полосовая		50	3	4	100

Хранение металла производится по сортам и размерам. Выбор типа стеллажа зависит от основных размеров подлежащего хранению металла, величины максимального запаса и прочих условий. Выбор типовых стеллажей производится по энциклопедическому справочнику «Машиностроение». По данным справочника, для хранения металлопроката, включенного в табл. 5.66, могут быть использованы следующие стеллажи:

- сталь круглая хранится в вертикальных стойках с пятью ячейками. Расстояние между крайними стойками 2,4 м. Вместимость одной стойки 34 т.;
- сталь калиброванная, шестигранная, полосовая, квадратная хранится в клеточных стеллажах. Эти стеллажи имеют размеры в плане 2,5 × 4,0 м и высоту 2 м. Вместимость такого стеллажа – 45 т.

Количество стоек вертикальных ($N_{c.в}$) размером в плане 2,4 × 4,0 м для хранения стали круглой можно определить по формуле

$$N_{c.в} = \frac{Z_{\max.м} k_H}{g_{c.в}} = \frac{(280 + 220 + 210 + 200 + 200)1,4}{34} = 46 \text{ стоек,}$$

где $Z_{\max.м}$ – максимальный запас стали круглой на складе; $g_{c.в}$ – вместимость стойки вертикальной, т.

Количество клеточных стеллажей ($N_{к.с}$) для хранения стали калиброванной, шестигранной, полосовой и квадратной

$$N_{к.с} = \frac{Z_{\max.м} k_H}{g_{к.с}} = \frac{(260 + 220 + 230 + 100 + 110 + 100)1,4}{45} = 32 \text{ стеллажа,}$$

где $Z_{\max.м}$ – максимальный запас стали калиброванной на складе; $g_{к.с}$ – вместимость клеточного стеллажа, т.

Полезная площадь для размещения рассчитанного количества стоек и клеток определяется с учетом их ширины и длины по формуле

$$S_n = 2,4 \cdot 4 \cdot 46 + 2,5 \cdot 4 \cdot 32 = 762 \text{ м}^2.$$

Общая площадь склада для хранения проката сортового рассчитывается с учетом коэффициента использования общей площади склада по формуле

$$S_{\text{общ}} = \frac{S_n}{k_u} = \frac{762}{0,3} = 2540 \text{ м}^2.$$

Размер приемочной площадки определяется по формуле

$$S_{np} = \frac{Q_M k_n F_{н.м}}{365 q_{дон}} + S_g, \quad (5.84)$$

где Q_M – годовое поступление материалов, т; k_n – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад ($k_n = 1,2 \div 1,5$); $F_{н.м}$ – количество дней нахождения материалов на приемочной площадке (обычно принимается до двух дней); $q_{дон}$ – нагрузка на 1 м² площади приемочной площадки (при нормальной высоте кладки материала 0,5 м); S_g – площадь, необходимая для взвешивания материала (принимается от 5 – 6 м² для взвешивания малогабаритных грузов до 40 – 50 м² на складе пруткового материала).

Размер отпускной площадки определяется по той же формуле, но вместо календарного числа дней в году берется номинальное число рабочих дней.

Длина погрузочно-разгрузочного фронта $L_{н.р.ф}$ определяется по формуле

$$L_{н.р.ф} = \frac{Q_M k_n}{n_{нод} 365 q_z} l_{мс} + \left(\frac{Q_M k_n}{n_{нод} 365 q_z} - 1 \right) l_n, \quad (5.85)$$

где Q_M – годовое поступление материала; $n_{нод}$ – число подач транспортных средств в сутки; q_z – средняя грузоподъемность транспортных средств, т; $l_{мс}$ – длина транспортного средства; l_n – длина промежутков между транспортными средствами. Принимается 1,5 м.

Пример 2

Годовая программа выпуска изделия A составляет 50000 шт. На изготовление единицы изделия требуется 800 г меди, которая поступает на завод ежеквартально. Страховой (минимальный) запас меди установлен на 20 дней. Склад работает в течение года 255 дней. Хранение меди на складе напольное (в штабелях). Допускается нагрузка на 1 м² пола 2 т.

Определить общую площадь склада, если коэффициент ее использования составляет 0,65.

Решение

1. Расчет годовой потребности в меди ведется по формуле

$$Q_M = Q_{\text{ит}} \cdot N_A = 0,8 \cdot 50000 = 40000 \text{ кг.}$$

2. Расчет среднесуточной потребности предприятия в меди ведется по формуле

$$Q_c = \frac{Q_M}{F_p} = \frac{40000}{255} = 159,9 \text{ кг,}$$

где F_p – количество рабочих дней в году.

3. Расчет объема квартальных поставок меди ведется по формуле

$$Q_{\text{кв}} = \frac{Q_M}{4} = \frac{40000}{4} = 10000 \text{ кг.}$$

4. Расчет максимального запаса меди на складе ведется по формуле (5.29) и составляет

$$Z_{\text{max.м}} = 10000 + 159,9 \cdot 20 = 13138 \text{ кг.}$$

5. Расчет полезной площади склада ведется по формуле (5.78) и составляет

$$S_n = \frac{13138}{2000} = 6,57 \text{ м}^2.$$

6. Расчет общей площади склада ведется по формуле (5.73) и составляет

$$S_{\text{общ}} = \frac{6,57}{0,65} = 10,1 \text{ м}^2.$$

Задачи

Задача 5.40

Завод потребляет в год 60 т листового свинца (плотность 11,4 кг/дм³), который поступает на завод через каждые два месяца. Гарантийный запас свинца – 20 дней. Склад работает 255 дней в году. Листы свинца хранятся на полочных стеллажах размером 1,8 × 1,5 м, высотой 2 м. Коэффициент заполнения стеллажей по объему – 0,5. Допустимая нагрузка на 1 м² пола – 2 т.

Определить необходимую общую площадь склада, если коэффициент ее использования равен 0,7.

Задача 5.41

Годовой расход черных металлов на заводе составляет 500 т. Металл поступает периодически, шесть раз в год. Страховой запас – 15 дней. Склад работает 260 дней в году. Хранение металла на складе – напольное. Допустимая нагрузка на 1 м пола – 2 т.

Определить необходимую общую площадь склада, если коэффициент ее использования равен 0,7.

Задача 5.42

На центральном инструментальном складе строгальные резцы хранятся на двусторонних клеточных стеллажах размерами $1,2 \times 4,0$ м, высотой 11,8 м. Средние размеры резца 35×35 мм, длина 300 мм. Плотность материала резца – $7,8 \text{ г/см}^3$. Годовой расход резцов принят 50 тыс. шт. Инструментальный склад снабжается резцами ежеквартально. Гарантийный запас инструмента – 15 дней. Коэффициент заполнения стеллажей по объему – 0,4. Склад работает 260 дней в году. Допустимая нагрузка на 1 м^2 пола – 1,8 т.

Определить общую площадь, необходимую для хранения строгальных резцов, если вспомогательные площади составляют 40 % от общей площади.

Задача 5.43

Годовой расход листовой стали на заводе составляет 380 т. Сталь поступает на завод ежеквартально партиями и хранится на центральном складе. Страховой запас предусмотрен в размере 15-дневной потребности. Стальные листы (плотность $7,8 \text{ кг/дм}^3$) хранятся на полочных стеллажах размерами $1,8 \times 1,5$ м, высотой 2,0 м. Объем стеллажей используется на 65 %.

Определить расчетное и принятое количество стеллажей, если склад работает 260 дней в году, а допустимая нагрузка на 1 м пола составляет 2,0 т.

Задача 5.44

Выбрать вид склада. Определить способ хранения материалов по каждой номенклатурной позиции. Рассчитать размер потребной площади двумя способами и сравнить полученные результаты. Определить количество складского оборудования. Составить планировку склада. Исходные данные приведены в табл. 5.67. Годовой грузооборот склада $Q_m = 35000$ т.

Таблица 5.67

Исходные данные для решения задачи

Вид материала	Размеры		Количество номенклатурных позиций	Максимальный запас, т
	поперечные, мм	длина, м		
Сталь круглая	Диаметр 10–20	6,0	10	80
Сталь круглая	– « – 21–35	6,0	12	160
Сталь круглая	– « – 36–50	6,0	15	270
Сталь круглая	– « – 51–80	6,0	14	700
Сталь квадратная	Сторона 12–20	4,0	8	50
Сталь квадратная	Сторона 21–36	4,0	12	75
Сталь квадратная	Сторона 37–50	4,0	10	140
Сталь полосовая		6,0	4	50
Сталь полосовая		6,0	3	80
Сталь листовая		5,0	2	135
Сталь листовая		5,0	10	450
Трубы стальные		6,0	20	350

Контрольные вопросы

1. Основная цель инструментального хозяйства.
2. Основные задачи инструментального хозяйства.
3. Классификация и индексация инструмента.
4. Характеристика основных методов расчета норм расхода инструмента.
5. Основная цель ремонтного хозяйства.
6. Понятие и характеристика системы ППР.
7. Формы организации ремонта и их характеристика.
8. Основные технико-экономические показатели ремонтной службы.
9. Основные функции системы энергетического хозяйства.
10. Характеристика организационной структуры системы энергетического хозяйства.
11. Характеристика основных направлений совершенствования энергетического хозяйства.
12. Основная цель системы транспортного хозяйства.
13. Понятие грузооборота.
14. Основные технико-экономические показатели транспортного хозяйства и их характеристика.
15. Основные задачи складского хозяйства.
16. Классификация складов.
17. Основные задачи анализа складских операций.

Тематика исследований и рефератов

1. Состав инструментального хозяйства и его характеристика.
2. Совершенствование организационной структуры инструментального хозяйства.
3. Классификация и индексация инструмента.
4. Структура ремонтного хозяйства предприятия.
5. Сущность и содержание системы ППР.
6. Энергетическое хозяйство и его структура.
7. Характеристика транспортного хозяйства.
8. Структура складского хозяйства предприятия и его характеристика.

Тестовые задания

Тест 5.1

1. Какая функция не относится к инструментальному цеху?

- а) обеспечение производства инструментом;

- b) обеспечение ремонта инструмента;
- c) сдача инструмента на ЦИС;
- d) руководство работой ЦИС;
- e) обеспечение восстановления инструмента.

2. Что не относится к функции инструментального отдела?

- a) определение потребности производства в инструменте;
- b) нормирование расхода и запаса инструмента;
- c) обеспечение рабочих мест инструментом;
- d) составление сметы расходов инструментального хозяйства;
- e) руководство работой ЦИСа.

3. Что не является функцией ЦИСа?

- a) оформление прихода инструмента;
- b) оформление расхода инструмента;
- c) выдача инструмента в ИРК;
- d) хранение инструмента;
- e) выдача инструмента на рабочие места.

4. Какое подразделение не входит в состав инструментального хозяйства?

- a) инструментальный отдел;
- b) инструментальный цех;
- c) ЦИС (центральный инструментальный склад);
- d) ИРК;
- e) ОТК;
- f) мастерские по централизованной заточке и текущему ремонту инструмента.

5. Какой инструмент считается вспомогательным?

- a) который служит для определения свойств и размеров продукции;
- b) который служит для закрепления продукции на рабочем месте;
- c) который связан с обслуживанием рабочих мест;
- d) при помощи которого осуществляется производственный процесс;
- e) который используется на конкретной операции только для определенных изделий.

6. К нормализованному относится инструмент, который:

- a) предназначен для выполнения определенной операции при изготовлении конкретных деталей;
- b) применяется на определенных работах независимо от вида изделий;
- c) подразделяется на классы, подклассы, группы, подгруппы, типы и разновидности;
- d) связан с обслуживанием рабочих мест, служит для определения свойств и размеров продукции.

7. Какой инструмент является специальным?

- a) который служит для определения свойств и размеров продукции;
- b) который предназначен для выполнения определенной операции при изготовлении конкретных деталей;
- c) который применяется на определенных работах независимо от вида изделий;
- d) с помощью которого осуществляется обслуживание рабочих мест.

8. Что не входит в состав оборотного фонда инструмента?

- a) инструмент на рабочих местах, в заточке и ремонте;
- b) страховой запас на ЦИСе;
- c) эксплуатационный фонд инструмента;
- d) инструмент в ИРК.

9. Что не включает оборотный фонд цеха?

- a) инструмент в ИРК;
- b) инструмент в ЦИСе;
- c) инструмент на рабочих местах;
- d) инструмент в заточке;
- e) инструмент в ремонте.

10. Как определяется общая потребность в инструменте?

- a) $I_o = P + O_n - O_\phi$; b) $I_o = P - O_n + O_\phi$; c) $I_o = P + O_n + O_\phi$;
- d) $I_o = P - O_n - O_\phi$; e) $I_o = P + O_n + O_\phi - O_3$,

где P – расход инструмента на программу, шт.; O_n – норматив оборотного фонда инструмента, шт.; O_ϕ – фактическое наличие оборотного фонда, шт.; O_3 – фактическая величина запаса на начало планового периода, шт.

11. Расход инструмента на предприятии с единичным и мелкосерийным производством (укрупненный метод) определяется по формуле

$$\begin{aligned} \text{a) } P &= \frac{T_u(1 - k_{y\phi})}{t_u k_m k_n}; & \text{b) } P &= \frac{t_u(1 - k_{y\phi})}{T_u k_m k_n}; & \text{c) } P &= \frac{t_u k_m k_n}{T_u(1 - k_{y\phi})}; \\ \text{d) } P &= \frac{t_u T_u k_m}{k_n(1 - k_{y\phi})}; & \text{e) } P &= \frac{T_u k_m k_n}{k_m(1 - k_{y\phi})}, \end{aligned}$$

где t_u – количество станко-часов работы в плановом периоде; T_u – стоимость инструмента; k_m – коэффициент машинного времени; k_n – коэффициент применяемости данного инструмента; $k_{y\phi}$ – коэффициент случайной убыли инструмента.

12. Норма расхода инструмента на 1000 штук деталей определяется по формуле

$$\begin{aligned} \text{a) } H_p &= \frac{T_u I (1 - k_{y\delta})}{t_m 1000}; & \text{b) } H_p &= \frac{1000 T_u I}{t_m k_{y\delta}}; & \text{c) } H_p &= \frac{1000 t_m I}{T_u (1 - k_{y\delta})}; \\ \text{d) } H_p &= \frac{t_m 1000}{T_u I k_{y\delta}}; & \text{e) } H_p &= \frac{T_u (1 - k_{y\delta})}{1000 t_m I}, \end{aligned}$$

где t_m – машинное время, необходимое для обработки детали, мин; T_u – стойкость инструмента; I – число одновременно работающих инструмента; $k_{y\delta}$ – коэффициент случайной убыли инструмента.

13. Расход инструмента данного типоразмера в массовом и крупносерийном производстве определяется по формуле

$$\begin{aligned} \text{a) } P &= \frac{N_{ni} t_m k_{y\delta}}{T_u I}; & \text{b) } P &= \frac{N_{ni} T_u I}{t_m (1 - k_{y\delta})}; & \text{c) } P &= \frac{N_{ni} I k_{y\delta}}{T_u t_m}; \\ \text{d) } P &= \frac{N_{ni} t_m I}{T_u (1 - k_{y\delta})}; & \text{e) } P &= \frac{N_{ni} T_u}{t_m I k_{y\delta}}, \end{aligned}$$

где N_{ni} – количество изделий i -наименования, подлежащих обработке в плановом периоде, шт.; t_m – норма машинного времени, необходимая для обработки детали, мин; T_u – стойкость инструмента, мин; I – число одновременно работающих инструмента; $k_{y\delta}$ – коэффициент случайной убыли.

14. Минимальный запас инструмента на ЦИСе определяется по формуле

$$\begin{aligned} \text{a) } Z_{\min u} &= \Pi B_{cp}; & \text{b) } Z_{\min u} &= H_{\delta} B_{cp}; & \text{c) } Z_{\min u} &= \Pi B_n; \\ \text{d) } Z_{\min u} &= H_{\delta} B_n; & \text{e) } Z_{\min u} &= H_{\delta} B_n + \Pi, \end{aligned}$$

где $z_{\min u}$ – минимальный запас; Π – величина партии изготовления инструмента, шт.; H_{δ} – среднесуточный расход инструмента, шт.; B_{cp} – число дней срочного изготовления партии инструмента; B_n – число дней нормального изготовления партии инструмента.

15. «Точка заказа» инструмента на ЦИСе определяется по формуле

$$\text{a) } Z_{m.z.} = H_{\delta} B_{cp}; \quad \text{b) } Z_{m.z.} = H_{\delta} B_{cp} + Z_{\min u}; \quad \text{c) } Z_{m.z.} = H_{\delta} B_n + \Pi;$$

d) $Z_{m.з.} = H_{\partial}B_{cp} + \Pi$; e) $Z_{m.з.} = H_{\partial}B_{н} + Z_{\min u}$.

16. Максимальный запас инструмента на ЦИСе определяется

- a) $Z_{\max u} = H_{\partial}B_{cp}$; b) $Z_{\max u} = H_{\partial}B_{cp} + \Pi$; c) $Z_{\max u} = H_{\partial}B_{н}$;
d) $Z_{\max u} = H_{\partial}B_{cp} + Z_{\min u}$; e) $Z_{\max u} = Z_{\min u} + H_{\partial}B_{н}$,

где $z_{\max u}$ – максимальный запас.

17. Одномарочная система выдачи инструмента не предусматривает

- a) выдачу рабочему нескольких инструментальных марок с табельным номером;
b) сдачу рабочим инструментальной марки в ИРК и получение взамен инструмента;
c) установку марки рабочего в ту ячейку, из которой был взят инструмент;
d) изъятие марки с индексом инструмента из ячейки и установку ее на контрольную доску.

Тест 5.2

1. При узловом методе ремонта узлы

- a) ремонтируются одновременно;
b) ремонтируются последовательно во время перерывов в работе станка;
c) заменяются заранее отремонтированными;
d) ремонтируются одновременно и последовательно.

2. Чтобы определить вид очередного ремонта станка, надо знать

- a) последний вид ремонта станка и межремонтный период;
b) последний вид ремонта станка, межремонтный период и структуру ремонтного цикла;
c) последний вид ремонта станка и структуру ремонтного цикла;
d) последний вид ремонта станка, ремонтный цикл и структуру ремонтного цикла.

3. За единицу ремонтной сложности механической части оборудования принимается ремонтная сложность условного оборудования, трудоемкость капитального ремонта которого в условиях среднего ремонтно-механического цеха составляет

- a) 50 ч; b) 12,5 ч; c) 125 ч; d) 150 ч.

4. Годовой объем ремонтных работ равен

a) $Q_{p.г.} = \frac{(q_k + q_m n_m + q_o n_o) P_e}{T_o}$;

$$b) Q_{p.z.} = \frac{(q_k + q_c n_c + q_m n_m + q_o n_o)}{T_m P_e};$$

$$c) Q_{p.z.} = \frac{(q_k + q_c n_c + q_m n_m + q_o n_o) P_e}{T_{p.ц.}},$$

где q_k, q_c, q_m, q_o – нормы времени на одну ремонтную единицу соответственно капитального, среднего, малого ремонта и осмотров, нормо-ч; P_e – общее количество условных ремонтных единиц по оборудованию у.е.; T_m – межремонтный период, мес.; $T_{p.ц.}$ – длительность ремонтного цикла, лет; T_o – межосмотровой период, мес.

5. При централизованной форме организации ремонта

- капитальный ремонт производится в ремонтно-механическом цехе предприятия, а остальные виды ремонта и техническое обслуживание – силами цеховых ремонтных баз;
- все виды ремонта и технического обслуживания выполняются силами цеховых ремонтных баз;
- все виды ремонта и технического обслуживания производит ремонтно-механический цех предприятия;
- все виды ремонта производит ремонтно-механический цех предприятия, а техническое обслуживание выполняется силами цеховых ремонтных баз.

6. Межремонтный период (T_m) определяется по формуле

$$a) T_m = \frac{T_{p.ц.}}{n_c + n_m + n_o + 1}; \quad b) T_m = \frac{T_{p.ц.}}{n_k + n_c + n_m + n_o + 1}; \quad c) T_m = \frac{T_{p.ц.}}{n_c + n_m + 1};$$

$$d) T_m = \frac{T_{p.ц.}}{n_k + n_c + n_m + n_o}; \quad e) T_m = \frac{T_{p.ц.}}{n_c + n_m + n_o},$$

где n_k, n_c, n_m, n_o – количество капитальных, средних, малых ремонтов и осмотров в течение ремонтного цикла, $T_{p.ц.}$ – длительность ремонтного цикла, мес.

7. Что надо знать, чтобы определить очередную дату ремонта?

- дата последнего ремонта станка и ремонтный цикл;
- дата последнего ремонта станка и структура ремонтного цикла;
- дата последнего ремонта, межремонтный период и структура ремонтного цикла;
- дата последнего ремонта станка и межремонтный период.

8. Что понимается под ремонтным циклом?

- a) период работы между осмотром и капитальным ремонтом;
- b) период работы между капитальными ремонтами;
- c) период работы между очередными ремонтами;
- d) период работы между осмотром и текущим ремонтом.

9. За единицу ремонтной сложности электрической части оборудования принимается ремонтная сложность условного оборудования, трудоемкость капитального ремонта которого в условиях среднего электроремонтного цеха составляет

- a) 50 ч;
- b) 125 ч;
- c) 12,5 ч;
- d) 150 ч.

10. При последовательно-узловом методе ремонта:

- a) отдельные узлы заменяются запасными – заранее отремонтированными, или новыми;
- b) узлы ремонтируются одновременно;
- c) узлы ремонтируются последовательно во время перерывов в работе станка;
- d) узлы ремонтируются и одновременно, и последовательно.

11. Что собой представляет структура ремонтного цикла?

- a) совокупность следующих в определенном порядке ремонтных и профилактических операций в период между двумя капитальными ремонтами;
- b) совокупность следующих в определенном порядке ремонтных и профилактических операций в период между двумя текущими ремонтами;
- c) совокупность следующих в определенном порядке только ремонтных работ в период между двумя капитальными ремонтами;
- d) совокупность следующих в определенном порядке только ремонтных работ в период между осмотром и капитальным ремонтом.

12. Межосмотровый период (T_o) определяется по формуле

a) $T_o = \frac{T_{p.ц}}{n_m + n_o + 1}$; b) $T_o = \frac{T_{p.ц}}{n_k + n_m + n_o}$;

c) $T_o = \frac{T_{p.ц}}{n_c + n_m + n_o + 1}$; d) $T_o = \frac{T_{p.ц}}{n_k + n_m + n_o + 1}$,

где n_k, n_c, n_m, n_o – количество капитальных, средних, малых ремонтов и осмотров в течение ремонтного цикла; $T_{p.ц}$ – длительность ремонтного цикла, мес.

13. Трудоемкость ремонта станка определяется как

a) $t = qF_\delta$; b) $t = qR$; c) $t = \frac{qR}{F_\delta}$; d) $t = F_\delta qR$,

где r – категория сложности ремонта станка, р. ед.; q – нормы времени на 1 ремонтную единицу, нормо-ч; R – ремонтная единица; F_0 – действительный фонд времени работы станка.

14. Что включает в себя система планово-предупредительного ремонта?

- a) осмотры, промывка, смазка, проверка на точность, текущие и капитальные ремонты;
- b) осмотры и текущие ремонты;
- c) осмотры, промывка, смазка и капитальные ремонты;
- d) текущие и капитальные ремонты.

15. Какие факторы не определяют ремонтный цикл?

- a) вид обрабатываемого материала;
- b) класс точности оборудования;
- c) вид применяемого инструмента;
- d) вид ремонта.

Тест 5.3

1. Что входит в структуру энергохозяйства предприятия?

- a) теплосиловое, электросиловое, электроремонтное, газовое хозяйство, слаботочная связь;
- b) отопительное, электросиловое, газовое, осветительное хозяйство, слаботочная связь;
- c) теплосиловое, отопительное, электроремонтное хозяйство, санитарно-вентиляционное хозяйство;
- d) тепловое, электросиловое, санитарно-вентиляционное хозяйство, слаботочная связь.

2. По характеру использования энергия разделяется

- a) на технологическую, отопительную, осветительную, слаботочную, санитарно-вентиляционную;
- b) технологическую, двигательную, отопительную, осветительную, санитарно-вентиляционную;
- c) технологическую, силовую, слаботочную, осветительную, отопительную, санитарно-вентиляционную;
- d) технологическую, силовую, осветительную, отопительную, санитарно-вентиляционную.

3. Что не является особенностью производства и потребления электроэнергии?

- a) производство энергии, как правило, должно происходить в момент потребления;
- b) энергия должна доставляться на рабочее место бесперебойно и необходимого качества;

- с) неравномерность потребления и производства энергии в течение суток и года;
- д) мощность установок по производству энергии должна обеспечивать минимум потребления;
- е) мощность установок по производству энергии должна обеспечивать максимум потребления.

4. Какой показатель не характеризует энергохозяйство?

- а) косинус «фи»;
- б) коэффициент спроса;
- с) коэффициент запаса;
- д) расход энергии на единицу продукции;
- е) величина потерь энергии по видам в заводских сетях.

5. Общая потребность в энергии определяется по формуле

- а) $G = G_o + G_в + G_m + G_{сл}$;
- б) $G = G_{осв} + G_o + G_m + G_{дв} + G_в$;
- с) $G = G_{осв} + G_o + G_m + G_{дв} + G_в + G_{сл}$;
- д) $G = G_{осв} + G_o + G_{дв} + G_в + G_m + G_{сл} + G_{пр}$,

где $G_{осв}$ – потребность в энергии для освещения; G_o – потребность в энергии на отопление; G_m – потребность в энергии на технологические цели; $G_{дв}$ – потребность в энергии на двигательные цели; $G_в$ – потребность в энергии на вентиляцию; $G_{пр}$ – потребность в энергии на прочие нужды; $G_{сл}$ – потребность в энергии на слаботочную связь.

6. Формула энергетического баланса

- а) $W_{пр.э} = W_{номпр.э} + W_{н.с.}$;
- б) $W_{пр.э} = W_{номпр.э}$;
- с) $W_{пр.э} = W_{с.у.} + W_{номпр.э}$;
- д) $W_{номпр.э} = W_{пр.э} + W_{н.с.}$,

где $W_{пр.э}$ – объем производимой энергии; $W_{номпр.э}$ – объем потребляемой энергии; $W_{с.у.}$ – обеспечение энергией от собственных установок; $W_{н.с.}$ – потери в сетях и преобразовательных установках.

7. Расход электроэнергии на двигательную силу определяется по формуле

- а) $G_{дв} = \frac{P_{уст} k_в k_m}{F_{д} k_{д} k_c}$;
- б) $G_{дв} = \frac{P_{уст} k_{д} k_c}{F_{д} k_в k_m}$;

$$\text{c) } G_{\partial\epsilon} = \frac{P_{\text{ycm}} F_{\partial} k_{\epsilon} k_m}{k_{\partial} k_c}; \quad \text{d) } G_{\partial\epsilon} = \frac{F_{\partial} k_{\epsilon} k_m}{P_{\text{ycm}} k_{\partial} k_c},$$

где P_{ycm} – установленная мощность основного оборудования цеха, кВт; F_{∂} – действительный фонд времени работы оборудования; k_{ϵ} – коэффициент, учитывающий неравномерность использования оборудования по времени; k_m – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности; k_{∂} – коэффициент, учитывающий КПД двигателей; k_c – коэффициент, учитывающий потери в сети.

8. Затраты на электроэнергию по двухставочному тарифу определяются по формуле

$$\begin{aligned} \text{a) } Z_{\text{э}} &= C_y M + C_m W_n; & \text{b) } Z_{\text{э}} &= C_y W_n + C_m M; \\ \text{c) } Z_{\text{э}} &= C_y (M + W_n); & \text{d) } Z_{\text{э}} &= C_m (W_n + M), \end{aligned}$$

где C_y – плата за установленную мощность, руб./кВт; C_m – тариф за 1 кВт·ч энергии; M – заявленная потребителем мощность, кВт; W_n – потребленная энергия, кВт·ч.

Тест 5.4

1. Как подразделяется транспорт по территориальному признаку?

- a) внешний и внутренний;
- b) железнодорожный и безрельсовый;
- c) специальный и конвейерный;
- d) внутризаводской и специальный.

2. Что понимается под грузопотоком?

- a) общее количество грузов, перемещаемое в единицу времени;
- b) объем грузов, перемещаемых в единицу времени между двумя пунктами;
- c) количество грузов, прибывающих и перемещаемых за год;
- d) количество перевезенного груза в тоннах.

3. Что понимается под грузооборотом?

- a) количество грузов, прибывающих и перемещаемых за год;
- b) объем грузов, перемещаемых в единицу времени между двумя пунктами;
- c) количество перевезенного груза в тоннах;
- d) общее количество грузов, перемещаемое в единицу времени.

4. Количество транспортных средств прерывного действия определяется по формуле

$$\text{a) } \omega_{\text{mp}} = \frac{F_p}{Q_c k_{\text{н.э}}}; \quad \text{b) } \omega_{\text{mp}} = \frac{Q_c k_{\text{н.э}}}{F_p}; \quad \text{c) } \omega_{\text{mp}} = \frac{F_p Q_c}{k_{\text{н.э}}}; \quad \text{d) } \omega_{\text{mp}} = \frac{Q_c}{q_{\text{mp.c}}},$$

где Q_c – суточный грузооборот; $q_{mp.c}$ – суточная производительность транспортного средства; $k_{н.г}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность грузооборота; ω_{mp} – количество транспортных средств; F_p – число рабочих дней в плановом периоде;

5. Как определяется суточный грузооборот (Q_c)?

$$\text{a) } Q_c = \frac{Q_n k_{н.г}}{q_{mp.c}}; \quad \text{b) } Q_c = \frac{Q_n k_{н.г}}{F_n}; \quad \text{c) } Q_c = \frac{F_p}{Q_n k_{н.г}}; \quad \text{d) } Q_c = \frac{Q_n}{q_{mp.c}},$$

где Q_n – грузооборот в плановом периоде; F_n – число рабочих дней в плановом периоде; $k_{н.г}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность грузооборота; $q_{mp.c}$ – суточная производительность единицы транспортного средства.

6. Суточная производительность транспортного средства ($q_{mp.c}$) определяется по формуле

$$\begin{aligned} \text{a) } q_{mp.c} &= \frac{T_{ц.м.}}{q k_{у.гн} F_{д.с} k_{у.в}}; & \text{b) } q_{mp.c} &= \frac{q k_{у.гн} F_{д.с} k_{у.в}}{T_{ц.м}}; \\ \text{c) } q_{mp.c} &= \frac{Q_c}{q k_{у.гн} F_{д.с} k_{у.в}}; & \text{d) } q_{mp.c} &= \frac{q k_{у.гн} F_{д.с} k_{у.в}}{Q_c}, \end{aligned}$$

где $T_{ц.м.}$ – транспортный цикл, мин; q – грузоподъемность транспортного средства, т; $F_{д.с}$ – суточный фонд времени работы транспорта, мин; $k_{у.гн}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства; $k_{у.в}$ – коэффициент использования транспорта во времени.

7. Количество транспортных средств непрерывного действия ($\omega_{mp.н}$) определяется по формуле

$$\text{a) } \omega_{mp.н} = \frac{q_{mp.ч}}{Q_ч}; \quad \text{b) } \omega_{mp.н} = \frac{Q_ч}{F_{д.с}}; \quad \text{c) } \omega_{mp.н} = \frac{Q_ч}{q_{mp.ч}}; \quad \text{d) } \omega_{mp.н} = \frac{q_{mp.ч}}{F_{д.с}},$$

где $q_{mp.ч}$ – часовая производительность транспорта, т/ч; $Q_ч$ – часовой грузооборот, т; $F_{д.с}$ – суточный фонд времени работы транспорта, мин.

8. Часовая производительность непрерывного транспорта ($q_{mp.ч}$)

определяется по формуле

$$\text{a) } q_{mp.ч} = \frac{a}{60Mv}; \quad \text{b) } q_{mp.ч} = \frac{60Mv}{a}; \quad \text{c) } q_{mp.ч} = \frac{60Mv}{F_{д.с}}; \quad \text{d) } q_{mp.ч} = \frac{F_{д.с}}{60Mv},$$

где M – масса одной грузовой единицы, т; v – скорость транспорта, м/мин;
 a – расстояние между двумя смежными на транспорте, м.

9. Как называются маршруты перевозок?

- a) кольцевой, маятниковый, межцеховой;
- b) кольцевой, веерный и маятниковый;
- c) простой маятниковый, кольцевой, межцеховой;
- d) веерный, маятниковый и межцеховой.

10. Время на один рейс ($T_{ц.м}$) определяется по формуле

$$\begin{aligned} \text{a) } T_{ц.м} &= \frac{l}{v} + \frac{l}{v_1} + T_n + T_p; & \text{b) } T_{ц.м} &= T_n + T_p - T_{np}; \\ \text{c) } T_{ц.м} &= T_{np} - T_n - T_p; & \text{d) } T_{ц.м} &= \frac{T_{np}}{T_n} + T_p, \end{aligned}$$

где T_{np} – время пробега; T_n – время погрузки; T_p – время разгрузки; l – расстояние между двумя пунктами маршрута, м; v , v_1 – скорость движения транспортных средств с грузом и без груза, м/мин.

11. Что означает коэффициент неравномерности?

- a) отношение максимально возможного суточного грузооборота к среднему в пределах одного и того же планируемого периода;
- b) отношение среднего грузооборота к максимально возможному в пределах одного и того же планируемого периода;
- c) отношение грузооборота в плановом периоде к числу рабочих дней;
- d) отношение максимально возможного суточного грузооборота к суточной производительности транспортного средства.

12. Что включает в себя внутривозводской грузооборот?

- a) объем межцеховых перевозок;
- b) объем всех грузов, прибывающих на предприятие;
- c) объем грузов, прибывающих и отправляемых за год;
- d) сумма отдельных грузопотоков.

Тест 5.5

1. Как подразделяются складские помещения по масштабу работы?

- a) материальные, сбытовые и производственные;
- b) центральные, общезаводские, прицеховые и цеховые;
- c) универсальные и специальные;
- d) открытые, полузакрытые и закрытые.

2. К функциям складского хозяйства НЕ относятся

- a) создание оптимальных запасов материалов, средств и предметов труда;
- b) максимальное сокращение затрат, связанных с осуществлением складских операций;
- c) своевременное обеспечение инструментом рабочих мест;
- d) учет поступления материальных ресурсов и их расходования.

3. Общая площадь складских помещений рассчитывается по формуле

- a) $S_{общ} = S_n + S_o$;
- b) $S_{общ} = S_n + S_o + S_k$;
- c) $S_{общ} = S_n + S_o + S_k + S_c$;
- d) $S_{общ} = S_n + S_o + S_k + S_c + S_{з.о}$,

где S_n – полезная площадь, S_o – оперативная площадь, S_k – конструктивная площадь, S_c – площадь служебно-бытовых помещений, $S_{з.о}$ – площадь, занятая технологическим оборудованием.

4. Оперативная площадь склада – это

- a) площадь, занятая приемно-отпускными и сортировочными площадками, проходами и проездами;
- b) площадь под перегородками, колоннами, лестницами, подъемниками;
- c) площадь служебно-бытовых помещений;
- d) площадь, занятая материалами или устройствами для их хранения.

5. Коэффициент использования площади склада рассчитывается как отношение

- a) общей площади склада к оперативной площади склада;
- b) оперативной площади склада к общей площади склада;
- c) полезной площади склада к общей площади склада;
- d) оперативной площади склада к полезной площади склада.

6. Расчет полезной площади склада при хранении материала в штабелях производится

- a) по нормам строительного проектирования;
- b) по удельным нагрузкам;
- c) по нормам складского запаса;
- d) по объемным измерителям.

7. Расчетное количество стеллажей рассчитывается по формуле

$$\begin{aligned} \text{a) } N_{\text{ст.п}} &= \frac{Z_{\text{max.м}} q_y}{V_o k_{\text{зн}}}; & \text{b) } N_{\text{ст.п}} &= \frac{Z_{\text{max.м}}}{V_o k_{\text{зн}} q_y}; \\ \text{c) } N_{\text{ст.п}} &= \frac{V_o Z_{\text{max.м}}}{k_{\text{зн}} q_y}; & \text{d) } N_{\text{ст.п}} &= \frac{q_y}{V_o k_{\text{зн}} Z_{\text{max.м}}}, \end{aligned}$$

где $Z_{\text{max.м}}$ – максимальная норма запаса материалов; $k_{\text{зн}}$ – коэффициент заполнения объема стеллажа; q_y – удельный вес хранимого материала, $г/м^3$ ($г/см^3$); V_o – объем стеллажа.

8. Отпуск материалов в производство осуществляется

- a) по учетным карточкам складов
- b) по лимитным картам
- c) приходно-расходным карточкам складов

9. Целью количественной приемки материалов на склад является

- a) обеспечение разгрузки поступивших материалов;
- b) Проверка соответствия количества, объема и номенклатуры материалов, указанных в сопроводительных документах;
- c) обеспечение сохранности материалов;
- d) Проверка соответствия поступивших материалов соответствующим техническим условиям, стандартам, образцам и требованиям.

6. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА

6.1. Содержание, задачи и значение технического нормирования труда

Основной целью технического нормирования труда является установление для конкретных организационно-технических условий норм времени на выполнение единицы заданной работы (минут, часов), норм выработки, т.е. числа единиц продукции (штук, метров, тонн и т.п.), которую надлежит изготовить в единицу времени (час, смену и т.д.) или норм численности рабочих, ИТР, служащих, требующихся для выполнения определенного объема работы или обслуживания установленного числа производственных объектов.

Технически обоснованные нормы многообразны по назначению. Они помогают выявить требуемые пропорции в затратах труда различных категории работающих при решении задач разделения и кооперации труда, способствуют рациональной расстановке рабочих и правильному использованию рабочего времени, внедрению научной организации труда, повышению технико-организационного уровня производства.

Технически обоснованные нормы используют в различных сферах производственной деятельности:

1) при проектировании технологических процессов они позволяют выбрать такой вариант технологического процесса, который обеспечивает изготовление изделий с наиболее высокими технико-экономическими показателями;

2) в процессе внутризаводского планирования технически обоснованные нормы служат исходной базой данных для определения производственных мощностей станков, агрегатов, линий, участков, цехов и предприятий, они необходимы для обоснования и составления производственных программ, расчета потребной численности работников, загрузки оборудования, разработки мер обеспечения ритмичности работы каждого рабочего места, линии участка и цеха.

При организации производства техническое нормирование не ограничивается расчетом норм времени, выработки или численности работников. В его задачи также входит систематическое изучение организации производственных процессов и передового опыта, структуры нормируемых операций и затрат рабочего времени на их выполнение, разработка нормативов для установления технически обоснованных норм и организация освоения норм путем систематического инструктажа рабочих, контроль и анализ выполнения норм с разработкой мероприятий по дальней-

шему росту производительности труда. В соответствии с поступательным развитием техники, технологии, организации производства и повышением культурно-технического уровня кадров нормы должны систематически пересматриваться и заменяться более прогрессивными.

Таким образом, техническое нормирование является одним из основных рычагов, используемых объединениями и предприятиями в борьбе за выполнение и перевыполнение производственных заданий. Вместе с тем оно является одним из основных факторов стимулирования роста производительности труда, улучшения использования производственных мощностей, повышения уровня экономики и дальнейшего улучшения материального благосостояния.

6.2. Классификация затрат рабочего времени

Время в течение рабочей смены затрачивается рабочим на выполнение производственного задания, отдых и другие перерывы по различным причинам. Совокупность этих затрат времени называется *рабочим временем*. Для изучения и анализа всего многообразия затрат рабочего времени, правильного нормирования и организации труда в машино- и приборостроении принята единая схема классификации затрат рабочего времени. Она позволяет раскрыть состав функционально обособленных групп рабочего времени, систематизировать и получить унифицированную структуру затрат рабочего времени. На этой основе можно объективно анализировать целесообразность использования рабочего времени по отношению к исполнителю, оборудованию и производственному процессу.

По отношению к труду исполнителя рабочее время разделяется на время работы и время перерывов. Время работы складывается из необходимого времени, затрачиваемого на выполнение производственного задания, а также времени потерь, не обусловленных технологическим процессом и заданием, например, работы при заниженных режимах резания, обработке с большим числом переходов и др. Перерывы в работе могут быть двух видов – не зависящие от рабочего (необходимые) и зависящие от рабочего (потери).

В *подготовительно-заключительное время* $T_{п-з}$ включаются затраты времени, необходимые для ознакомления рабочего с полученным конкретным заданием, а также осуществлением действий, связанных с его завершением. В него включаются такие затраты времени, как ознакомление с чертежами и технологическими инструкциями, инструктаж мастера, получение и наладка инструмента, приспособлений, оборудования, сдача готовой продукции мастеру или контролеру.

Основное технологическое время T_o затрачивается непосредственно на изменение размеров, поверхности формы обрабатываемой детали, механических свойств и внутренней структуры материала, обеспечение требуемого расположения и сборки отдельных элементов, изменение внешнего вида изделия и т.д. Основное время в операции может быть машинным (машинно-автоматическим) T_m , машинно-ручным T_{m-p} и ручным T_p (рис. 6.30).

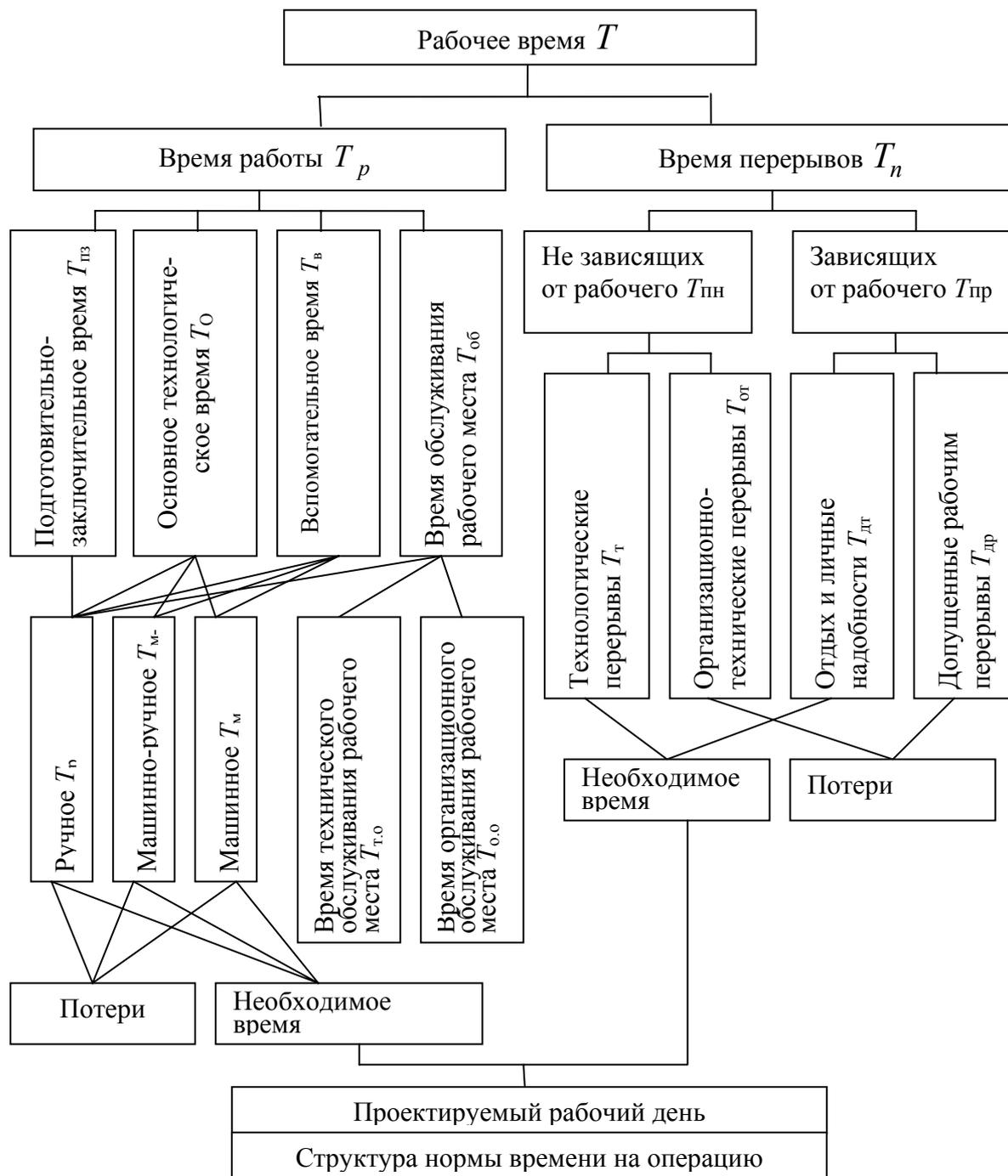


Рис. 6.30. Классификация рабочего времени

Вспомогательное время T_e затрачивается на действия, обеспечивающие выполнение элементов основной (технологической) операции. Оно может быть двух видов: *периодическим*, повторяющимся с каждой операцией (например, время установки и съема детали, подвода и отвода инструмента, пуска и остановки механизма) и *непериодическим* (например, выборочные промеры изделия, проверки технологических режимов). По условиям выполнения работ вспомогательное время может быть ручным, машинным и машинно-ручным. Время ручной вспомогательной работы часто может перекрываться машинным временем работы механизма, поэтому в норму включается лишь вспомогательное время, не перекрываемое другими приемами и действиями.

Время обслуживания рабочего места $T_{об}$ затрачивается рабочим на уход за рабочим местом (механизмом, инструментом, приспособлением) на протяжении данной работы и рабочей смены. Оно подразделяется на время технического и организационного обслуживания рабочего места.

Время технического обслуживания рабочего места $T_{т.о}$ затрачивается на смену инструмента, регулировку и подналадку механизма в процессе работы, правку инструмента и другие подсобные действия рабочего, связанные с уходом за рабочим местом при выполнении заданной работы.

Время организационного обслуживания рабочего места $T_{о.о}$ включает затраты времени рабочего по уходу за рабочим местом на протяжении смены (раскладка и уборка инструмента в начале смены, смазка и чистка механизма, уборка рабочего места).

Время перерывов, *не зависящих от рабочего $T_{н.н}$* , состоит из *технологических* перерывов в ходе процесса, например, незанятости токаря при машинно-автоматическом действии станка (считается необходимым временем), и *организационно-технических* перерывов, вызванных недостатками в обслуживании рабочего места, например, ожидание рабочего инструктажа, материала, инструмента (относятся к потерям рабочего времени).

Время перерывов, *зависящих от рабочего $T_{н.р}$* , подразделяется:

– на *сверхнормативные перерывы $T_{о.м}$* (отдых, производственная гимнастика и личные надобности);

– перерывы, допущенные рабочим вследствие *нарушения трудовой дисциплины $T_{д.р}$* (опоздания на работу, посторонние разговоры, самовольные уходы с рабочего места и т.д.).

К *ненормированному рабочему времени* относится также время непроизводительной работы $T_{н.р}$, обусловленное браком, выполнением непредусмотренных производственным заданием работ, мелкого текущего ремонта самим рабочим и др.

Помимо рассмотренного целевого назначения классификация затрат рабочего времени является также основой для установления структуры технически обоснованной нормы времени на операцию.

Производственная операция как объект нормирования

Любой производственный процесс содержит определенную совокупность взаимосвязанных работ. Конкретное функционально-целевое содержание работ, связанных с изменением форм, размеров и свойств предмета труда, называют *технологическим процессом*.

Технологический процесс состоит из отдельных трудовых и естественно протекающих операций. *Операция* – это часть технологического процесса, выполняемая над отдельным предметом труда одним рабочим или бригадой на одном рабочем месте. В зависимости от технологических требований и условий организации процесса разделение его на операции может быть различным. Например, черновая и чистовая обработка валика и нарезка резьбы, если они по технологическим и организационным условиям выполняются на одном станке, считаются одной операцией; если же эти работы выполняются на различных рабочих местах, они образуют три операции.

Для технологического анализа и разработки процессов операции разделяют на установки, позиции, переходы и проходы. Для технических целей по трудосодержанию операции разделяют на составляющие их трудовые элементы: движения, действия, приемы и комплексы приемов.

Движение является первоначальным элементом трудового процесса в форме однократного действия рабочего, например, протянуть руку, взять заготовку, поднести заготовку к патрону и т.д.

Действие объединяет группу последовательных движений функционального назначения, например, три указанных выше движения могут быть выражены (укрупнены) в одном действии – поднести заготовку к патрону и т.д.

Прием состоит из группы действий, связанных одним целевым назначением. Приемы могут быть основными (технологическими) и вспомогательными. *Основные* приемы реализуют технологическую цель данной операции (например, проточить, зенковать, сверлить и пр.). *Вспомогательные* приемы обеспечивают выполнение основных приемов (например, установить заготовку в патроне, подвести инструмент, включить подачу и т.д.).

Комплекс приемов состоит из группы приемов, последовательно взаимосвязанных в ходе выполнения технологического процесса (например, снять обработанную деталь и установить заготовку и т.п.).

Степень разделения трудосодержания операции на ее элементы зависит от типа производства и цели исследования. В массовом производстве операции разделяют на движения и приемы, в серийном – на комплексы приемов, в единичном – на операцию в целом по укрупненным нормативам.

Различная степень дифференциации операций обуславливает соответственно и различную точность устанавливаемых норм.

6.3. Структура технически обоснованной нормы времени

Технически обоснованной нормой времени называется время, необходимое для выполнения единицы работы (операции) и установленное на основании анализа и расчета, исходя из рационального технологического процесса и научной организации труда при наиболее эффективном использовании средств производства и труда.

Технически обоснованные нормы времени устанавливают исходя из оптимальных для данных условий производства технологического процесса и организации труда. Такие условия достигаются при рациональной структуре технологического процесса, применении прогрессивной технологии, использовании экономически эффективного, высокопроизводительного технологического оснащения (оборудование, инструменты, приспособления), оптимальных научно обоснованных режимов обработки, а также при надлежащей организации труда и обслуживания рабочего места.

Структура технически обоснованной нормы времени (рис. 6.31) включает в себя лишь те затраты рабочего времени, которые необходимы для выполнения заданной работы в нормальных производственных условиях.

Таким образом, структура нормы штучно-калькуляционного времени на операцию выражается формулой

$$t_{ш-к} = t_{н-з} + t_o + t_e + t_{m.o} + t_{o.o} + t_{o.m}. \quad (6.1)$$

Структура нормы времени изменяется в зависимости от типа производства и характера выполняемой операции. В серийном производстве $t_{н-з}$ нормируется самостоятельно на партию, состоящую из n деталей. В этом случае норму времени на партию определяют по формуле

$$t_{нар} = t_{н-з} + t_{ш}n. \quad (6.2)$$



Рис. 6.31. Структура технически обоснованной нормы времени

Штучное время состоит из оперативного времени, определяемого суммой основного (технологического) и неперекрываемого вспомогательного времени; времени обслуживания рабочего места, устанавливаемого, как правило, по нормативным коэффициентам (процентам) к оперативному времени α ; регламентируемого также коэффициентом (процентом) к оперативному времени β .

В общем виде штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шт} = t_{оп} (1 + \alpha + \beta). \quad (6.3)$$

В условиях серийного производства штучное время и доля подготовительно-заключительного времени на одну деталяеоперацию образуют норму штучно-калькуляционного времени или полную норму времени

$$t_{шт-к} = t_{шт} + t_{п-з} / n. \quad (6.4)$$

В единичном производстве $t_{п-з}$ расходуется, как правило, на одну деталь и полностью включается в норму времени. Штучное время определяют по формуле

$$t_{шт} = t_{оп} (1 + \gamma), \quad (6.5)$$

где γ – коэффициент, учитывающий время организационно-технического обслуживания рабочего места и отдыха рабочего.

В массовом производстве затраты t_{n-3} на операциях отсутствуют, поскольку включается переналадка оборудования на другие работы. Норму штучного (штучно-калькуляционного) времени рассчитывают по формуле

$$t_{ш} = (1 + \alpha' + \beta) + \alpha'' t_m, \quad (6.6)$$

где α' и α'' – коэффициенты, учитывающие время организационного и технического обслуживания соответственно.

Рассчитанная технически обоснованная норма времени служит основанием для установления нормы выработки $H_{выр}$. В расчете на смену норма выработки должна соответствовать сменному заданию

$$H_{выр} = T_{см} / t_{ш-к}, \quad (6.7)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин.

Изменение нормы времени (увеличение, уменьшение) влечет за собой соответствующие изменения и нормы выработки. Эта связь выражается следующими зависимостями

$$a = 100b / (100 - b); b = 100a / (100 + a), \quad (6.8)$$

где a и b – процент изменения норм выработки и времени соответственно.

Например, при уменьшении нормы времени на 25 % норма выработки увеличивается на $a = 100 \times 25 / (100 - 25) = 33,3$ %.

Приведенные зависимости позволяют устанавливать правильные пропорции в изменении показателей норм выработки и норм времени, а соответственно производительности труда и трудоемкости продукции. Поэтому их используют при планировании и расчете экономической эффективности мероприятий НОТ.

6.4. Методы установления норм времени

Технически обоснованные нормы устанавливают на основе исследования, рационализации структуры элементов операции, тщательного анализа и наиболее полного использования всех технических и организационных возможностей цеха, участка и рабочего места. Основными методами установления технически обоснованных норм времени, базирующимися на анализе процесса, являются:

– расчет норм времени на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением (*аналитически-исследовательский метод*);

- расчет норм времени по нормативам (*аналитически-расчетный метод*);
- расчет норм времени по типовым нормам (*опытно-статистический метод*).

1) При *аналитически-исследовательском* методе продолжительности отдельных элементов операции (и операции в целом) устанавливают в результате непосредственного изучения затрат рабочего времени с помощью *хронометражных наблюдений* и *фотографии рабочего времени*. Этот метод применяют в крупносерийном и массовом производстве при нормировании технической операции, для которых отсутствуют нормативные материалы. Особое значение метод приобретает при изучении и обобщении передовых приемов труда, разработке нормативов для расчета технически обоснованных норм. Используют этот метод и для проверки аналитически-расчетных норм, установленных по нормативным справочникам, а также в тех случаях, когда наряду с нормой времени необходимо установить рациональную последовательность выполнения определенных трудовых приемов.

Особой разновидностью аналитически-исследовательского метода, широко применяемой в отечественной промышленности, является *нормирование труда по микроэлементам*, разработанное и предложенное в 1932 г. ученым В.М. Иоффе. Сущность метода состоит в том, что самые сложные и многообразные по содержанию трудовые операции, в конечном счете, представляют собой различные комбинации и сочетания определенного числа простейших телодвижений рабочего (пальцев, рук, корпуса с предметом или без него), названных микроэлементами.

Движения в микроэлементах подразделяются на *решительные* – короткие, не требующие внимания и аккуратности, – и *приноровительные* – замедленные, требующие внимания, аккуратности и точности. На основе выделения, изучения и нормирования микроэлементов в зависимости от наиболее важных факторов, влияющих на продолжительность их выполнения, можно создать систему элементов, с помощью которых моделировать и нормировать ручные приемы для самых разнообразных трудовых операций.

В настоящее время разработано множество систем микроэлементного нормирования. Наиболее распространенными, имеющими международное признание, являются системы микроэлементных нормативов МТМ и МОДА-ПТС. В системе МТМ все трудовые движения расчленены на 19 микроэлементов, в том числе для движения рук – 8, корпуса и ног – 9 и глаз – 2 варианта. Всего система содержит 490 нормативов. Система

МОДА-ПТС проще системы МТМ, так как построена по укрупненным комплексам микроэлементов (модулям) и имеет только 21 разновидность нормативов. Эта система, доработанная учеными, применяется в электронном и полупроводниковом производстве.

Особое значение создание и использование модифицированных микроэлементных нормативов приобретает в связи с разработкой робототехнических модулей и комплексов для условий гибких автоматических производств, необходимостью синхронизации движений действий их рабочих органов в экономически эффективном режиме.

2) При *аналитически-расчетном* методе, для установления продолжительности разделенной на элементы операции, используют имеющиеся справочные нормативы режимов работы оборудования, нормативы для установления подготовительно-заключительного, ручного и вспомогательного времени обслуживания, а также времени на отдых и личные надобности.

Общая схема нормирования станочных работ при использовании этого метода сводится к следующему.

Выбор режимов резания производится на основании карты технологического процесса, содержащей сведения о характере операции, роде материала, виде оборудования, способе установки и крепления детали. По нормативно-справочной таблице принимают рекомендуемые значения глубины резания t мм/проход, и подачи S мм/обслуживания (мм/дв. ход). Эти параметры проверяют на определяемые расчетом (или по табличным данным) допустимые пределы усиления резания P_z и усилия прочности по паспорту станка P_{cm} , а также на предельные взаимосвязанные значения скорости резания V , мощности, необходимой на резание N_p , и мощности, располагаемой станком, N_s .

Определение составляющих элементов оперативного времени начинается с расчета основного (технологического) времени на операцию с учетом принятого технологического режима работы оборудования.

Например, при обработке заготовки на токарном станке основное время определяют по формуле

$$t_o = \frac{l}{ns}i, \quad (6.9)$$

где l – расчетная длина обработки, мм; n – частота вращения шпинделя, об./мин; s – подача резца на один оборот, мм; i – число проходов.

В свою очередь $l = l_1 + l_2 + l_3$, где l_1 – длина обработки по чертежу, мм; l_2 – длина, необходимая на подвод и вывод инструмента; мм; l_3 – длина проходов при взятии пробных стружек, мм.

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$$n = \frac{V1000}{\pi D}, \quad (6.10)$$

где V – скорость резания, м/мин; D – диаметр детали, мм.

Включаемое в техническую норму неперекрываемое вспомогательное время t'_B определяют по установленным для соответствующего вида работ нормативам или по хронометражным данным.

Нормы штучного времени определяют по формулам (6.3), (6.5) и (6.6), в которые вводятся коэффициенты (проценты) надбавок на обслуживание рабочих мест и личные надобности, устанавливаемые по нормативным таблицам в зависимости от типа производства; в серийном производстве – α и β , в единичном – γ и массовом – α' , α'' и β .

Подготовительно-заключительное время может включаться в полную (штучно-калькуляционную) норму процентом от штучного времени. Предельные нормативы $t_{П-З}$ по типам производства составляют: в мелкосерийном – 10 – 12, среднесерийном – 5 – 9 и крупносерийном – 2 – 5 %.

В приборостроении нередко нормируют процессы, протекающие в диффузионных печах, специальных агрегатах и на автоматических установках и стендах. Для каждого вида оборудования сначала рассчитывают его производительность или пропускную способность, а затем устанавливают норму основного времени.

Пропускная способность печи выплавления $\Pi_{n.в}$ определяется по формулам

$$\Pi_{n.в} = (F_{n.с} z_o) / \tau; \quad (6.11)$$

$$F_{n.с} = T_{см} - (t_3 + t_x); \quad (6.12)$$

$$\tau = l_k / V, \quad (6.13)$$

где $F_{n.с}$ – эффективный фонд рабочего времени печи за смену, мин; z_o – число приемных отверстий в кассете, шт.; τ – такт выхода кассет из печи, мин; t_3 и t_x – время загрузки печи кассетами и холостого хода ленты соответственно, мин; l_k – длина кассеты, см; V – скорость движения ленты, см/мин.

Пропускная способность стенда для испытания приборов $\Pi_{u.n}$ может быть рассчитана по формуле

$$\Pi_{u.n} = \frac{T_{см} - t_{n-з} - t_{om}}{t_{u.n} + t_{з.с} + t_{o.p}}, \quad (6.14)$$

где $t_{u.n}$, $t_{з.с}$ и $t_{o.p}$ – время на испытание, загрузку и съем прибора и на оформление результатов испытаний соответственно, мин.

Аналогично получают зависимости для расчета пропускной способности (производительности) других видов оборудования. Тогда в общем виде норма основного времени, устанавливаемая, как правило, на изготовление 100 приборов, составит

$$t_o = (T_{см} \Pi_{c.o}) 1000, \quad (6.15)$$

где $\Pi_{c.o}$ – пропускная способность соответствующего вида оборудования, шт./смену.

Все другие составляющие штучного времени – $t'_{в}$, $t_{o.m}$, t_{OT} – рассчитывают на основе отраслевых нормативов времени.

3) *Опытно-статистические методы нормирования* являются модификацией аналитически-расчетного метода установления технически обоснованных норм времени на операции (работы) на основе использования укрупненных нормативов. При этом значительно упрощается и снижается трудоемкость работ по расчету норм, обеспечиваются достаточная их точность и единообразие. Нормативы времени для укрупненного нормирования имеют различную степень дифференциации. Соответственно среди опытно-статистических выделяют три группы методов нормирования.

1. Нормирование с использованием трех таблиц укрупненных нормативов времени на комплексы приемов:

- а) основного времени на 100 мм длины обработки – $t_{0,100}$, мин;
- б) вспомогательного времени, связанного с переходом – $t_{в.н}$, мин;
- в) вспомогательного времени на установку и снятие детали – $t_{в.у}$, мин.

Надбавки времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности $a_{o.m.om}$ устанавливают дополнительно по соответствующим нормативам (в процентах от оперативного). В этом случае норма штучного времени j -ю операцию складывается из следующих элементов

$$t_{uj} = \left(t_{e,y} + \sum_1^m \frac{1}{100} t_{0,100j} + \sum_1^m t_{e,nj} \right) \left(1 + \frac{a_{o.m,om}}{100} \right), \quad (6.16)$$

где m – число переходов.

2. Нормирование по таблицам неполного штучного времени – $t_{н.ш}$.

Такие таблицы разработаны по типам станков с характеристиками операций, размеров, точности, степени шероховатости поверхностей, свойств материала детали, мощности, пределов частоты вращения и подачи станка, материала и конструкции режущей части инструмента.

Норматив $t_{н.ш}$ на выполнение отдельных переходов $t_{н.ш} = t_o + t_{e,n} + t'_{om} + t'_{om}$. Тогда норма времени на j -ю операцию

$$t_{uj} = t_{e,y} + \sum_1^m t_{н.ш.j}. \quad (6.17)$$

Разновидностью этой группы является нормирование работ с помощью таблиц однострочных нормативов. Методика их построения и широкое промышленное внедрение на предприятиях были выполнены профессором Д.И. Эпштейном в середине 1960-х гг. В таблицах, разработанных по каждому типу оборудования, одна строка заменяет до 20 таблиц норм $t_{н.ш}$. В этой же таблице приводятся и данные по времени $t_{e,y}$. Эффективность данного метода достаточно высока: точность получаемого результата $\pm 10\%$ (средняя степень риска), а трудоемкость установления норм в 10 – 20 раз меньше в сравнении с аналитически–расчетным методом.

3. Нормирование с использованием типовых норм штучного времени. Такие нормы разрабатывают на основе аналитически–расчетного метода для представителей конструктивно–технологических групп деталей. Метод ориентирован на типовые операции по каждому виду работ, типовые технологические процессы и типовую организацию труда и рабочего места. Нормативные материалы оформляют в виде таблиц или номограмм. Нормы времени для любой другой детали, относящейся к той или иной группе, определяют методом интерполяции в сравнении с типовыми представителями данной группы. Этот метод широко применяется в единичном и мелкосерийном производстве. Установленные нормы являются здесь более укрупненными и менее точными, чем нормы, установленные другими методами.

Применяемые на практике опытные нормы, нередко строящиеся на субъективных оценках нормировщиков, не отвечают целям и задачам НОТ. Они тормозят повышение производительности труда и эффективности про-

изводства, поскольку отражают имеющиеся недостатки в технологии, организации производства и не стимулируют их устранение. Задачи повышения уровня технически обоснованных норм на предприятиях должны решаться с помощью укрупненных методов нормирования I и II групп. Они обеспечивают также сокращение сроков подготовки и освоения новой продукции.

6.5. Методы изучения затрат рабочего времени наблюдением

Для решения задачи НОТ и установления технически обоснованных норм необходимо изучать содержание работы и затраты времени на ее выполнение рабочим и оборудованием. В задачи изучения входят:

- выявление и установление потерь рабочего времени для более полного использования резервов оборудования, технологии, организации труда и производства;

- достижение оптимальной взаимосвязи между человеком и машиной в конкретных условиях каждого рабочего места;

- обобщение и конкретизация основных направлений совершенствования организации труда и производства, а также мобилизация инициативы трудящихся на повышение эффективности производства.

При исследовании трудового процесса изучают многие производственные факторы, определяющие его содержание:

- режимы работы;

- структура выполняемой операции;

- характер использования приспособлений;

- организация рабочего места;

- порядок его обслуживания и т.д.

Все они влияют на условия протекания трудового процесса, находят отражение в затратах рабочего времени на оперативную работу, выполнение операции и ее элементов, подготовку к работе и ее окончание, обслуживания рабочего места.

Методы исследования трудового процесса разделяют на две группы:

- *однофакторные* – изучение и фиксирование одного показателя (например, времени);

- *многофакторные* – исследование ряда производственных показателей, непосредственно связанных с изучаемым процессом. Например, при изучении трудового процесса бригады помимо времени протекания процесса и численного состава исполнителей фиксируются качество продукции, степень использования оборудования, занятость каждого члена бри-

гады. Такое комплексное изучение затрат рабочего времени наблюдением является одним из основных средств выявления и использования резервов роста производительности труда за счет дальнейшего уплотнения рабочего дня, лучшего использования техники, совершенствования технологии, организации труда и производства.

В зависимости от целей и техники проведения наблюдения различают следующие основные методы: хронометраж, фотографию рабочего времени, метод моментных наблюдений.

6.5.1. Хронометраж

Под хронометражем понимается метод изучения содержания операции, последовательности ее выполнения и измерения затрат рабочего времени на выполнение отдельных циклически повторяющихся основных и вспомогательных элементов операции.

Целью хронометража является:

- получение исходных данных для разработки нормативов времени на элементы ручной и машинно-ручной работы;
- установление норм времени на отдельные операции (главным образом в условиях крупносерийного и массового производства); проверка и уточнение норм времени, установленных методом технического расчета;
- изучение, обобщение и распространение рациональных методов и приемов работы передовых рабочих;
- проверка возможности совмещения во времени трудовых действий и движений, не учтенных при расчете норм по нормативам;
- синхронизация работ на поточных линиях и конвейерах в целях полной загрузки агрегатов, оборудования и рабочих-операторов.

Хронометражное наблюдение должно производиться при рациональных условиях выполнения операции рабочими, имеющими соответствующую квалификацию, необходимый производственный стаж и навыки в выполнении данной работы.

Процесс хронометража состоит из нескольких этапов:

- подготовка к хронометражному наблюдению, которая заключается в обосновании выбора рабочего места по структуре операции и ее соответствии оборудованию, условиям работы и квалификации рабочего;
- деление операции на составляющие элементы – комплексы приемов, приемы или движения (в зависимости от цели хронометража);
- установление важнейших факторов, влияющих на продолжительности каждого элемента и необходимое число замеров. Этот этап заканчи-

вается внесением в хронометражный наблюдательный лист (лицевая сторона) перечисленной информации и элементов изучаемой операции в их рациональной технологической последовательности с установлением фиксажных точек.

Под фиксажной точкой понимают момент времени, в котором совпадает окончание последнего движения предыдущего приема (комплекса) с началом первого движения последующего приема операции. Установление фиксажных точек необходимо для правильного измерения продолжительности приемов.

Хронометражное наблюдение сводится к измерению и фиксации продолжительности каждого нормируемого элемента операции (движения, приема или комплекса приемов). Для измерения продолжительности используют секундомеры, хронометры, видеоаппаратуру. Специальные регистраторы времени (многоциферблатные, цифровые и стрелочные приборы), устройства нанесения информации на перфоленты или стандартные бланки.

По способу проведения различают *сплошной* и *выборочный хронометраж*. При *сплошном* хронометраже за время многократного выполнения операции непрерывно (без выключения хронометрирующего прибора) измеряют текущее время по всем ее приемам в их технологической последовательности. При *выборочном* хронометраже измеряют лишь продолжительность отдельных нормируемых приемов независимо от их последовательности (регистратор включают в момент начала данного элемента и выключают по его окончании).

Для проведения хронометража и последующей обработки данных используют специальный *хронометражно-наблюдательный лист* (хронокарту).

Все отступления от нормальных условий выполнения работы отмечаются в нижней части хронокарты, где указывают номер элемента операции, номер замера, продолжительность и причину отклонения, фиксируют возникающие перерывы во время наблюдения. В хронокарте отражают также имевшие место перекрытия времени ручной работы временем автоматической работы станка (механизма).

Обработка и анализ результатов наблюдения при хронометраже, проведенном по текущему времени, состоят в следующем: по каждому элементу операции определяют его продолжительность вычитанием из текущего времени данного элемента текущего времени предыдущего элемента; из образованных хронометражных рядов, содержащих многократно зафиксированные длительности выполнения одного и того же элемента, исключаются дефектные замеры, отмеченные во время наблюдения; по

каждому хроноряду определяют коэффициенты устойчивости $K_y = t_{\max} / t_{\min}$, где t_{\max} и t_{\min} – максимальная и минимальная длительность выполнения элемента соответственно.

Для получения достоверного норматива времени минимально необходимо число замеров (наблюдений) и допустимое значение коэффициента его устойчивости рекомендуется выбирать по специальной таблице. Фактические значения коэффициентов устойчивости получаемых хронорядов не должны превышать их нормативных значений.

Хронометражные ряды ручных приемов отличаются меньшей устойчивостью, чем машинно-ручных. Чем ближе значение коэффициента K_y к единице, тем выше устойчивость ряда.

Для устойчивого хроноряда норматив времени на элемент операции определяют как среднее арифметическое значение

$$t_{cp} = \sum_{i=1}^{\omega} t_i q_i / \omega, \quad (6.18)$$

где t_i – частное значение i -й продолжительности (варианты) в данном ряду; q_i – повторяемость значений i -й варианты (частота); ω – число членов (замеров), оставшихся в ряду после его обработки.

6.5.2. Фотография рабочего времени

Под фотографией рабочего времени (ФРВ) понимается метод исследования трудового процесса в целях выявления затрат рабочего времени в течение изучаемого периода (обычно целой смены).

Фотография рабочего времени предусматривает решение следующих задач:

- 1) выявление потерь рабочего времени, выяснение их причин с последующей разработкой оргтехмероприятий по устранению потерь и соответствующему повышению производительности труда;
- 2) изучение затрат и составление фактического баланса рабочего времени по категориям (подготовительно-заключительное, основное, вспомогательное, время перерывов и т.д.) и оценка на этой базе действующих нормативов и норм;
- 3) проектирование нормального баланса рабочего времени, предусматривающего улучшение загрузки рабочих и оборудования в течение рабочего дня;

4) накопление материалов для разработки нормативов подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания рабочего места, времени на отдых и личные надобности;

5) определение численности и норм обслуживания по различным категориям основных и вспомогательных рабочих;

6) установление уровня использования рабочего времени и целесообразного распределения обязанностей между бригадирами, мастерами, технологами цехов и другими линейными руководителями.

Наблюдения проводят за одним рабочим либо за группами рабочих, выполняющих разные работы либо общую работу по единому производственному заданию. Соответственно различают *индивидуальные, групповые и бригадные* фотографии рабочего времени.

Фотография рабочего времени состоит из четырех этапов.

Подготовка к наблюдению заключается в установлении цели наблюдения, а соответственно – в выборе объектов и методов наблюдения, ознакомлении с объектом наблюдения и организации обслуживания рабочих мест, подготовке всего необходимого для проведения наблюдения (бланки наблюдательного листа, часы, пишущий инструмент и т.д.). Заканчивается подготовка к ФРВ заполнением 1-й страницы бланка наблюдательного листа, в которой даются краткие характеристики рабочего, выполняемой работы (изделия, заготовки, операции), оборудования и оснастки, организации рабочего места и системы его обслуживания.

При проведении *индивидуальной ФРВ* наблюдения и записи ведут по текущему времени, когда регистрируются все действия рабочего с отметкой времени начала каждого очередного действия. Записи ведутся в особом бланке наблюдательного листа индивидуальной ФРВ. В случае каких-либо отклонений наблюдатель фиксирует на отдельном листе замечания к дефектным записям со ссылкой на их порядковый номер. В наблюдательный лист должны заноситься также те действия рабочего (или его бездействие), которые позволяют вскрыть недостатки в организации труда.

Обработка материалов наблюдения и систематизация полученных данных сводятся к определению по каждой записи продолжительности, проставлению индекса категории затрат времени и составлению сводки одноименных затрат рабочего времени (табл. 6.68).

Таблица 6.68

Сводный бланк фотографии рабочего времени за смену

п/п	Категория затрат времени	Индекс		Наблюдаемое время, мин.	Число наблюдений	Баланс рабочего времени			
		по исполнению	по механизму			фактический		нормальный	
						мин.	%	мин.	%
1	Подготовительно-заключительное	ПЗ	–	3; 10;8;2;3;	5	26	5,41	17	3,54
2	Время оперативной работы	ОП	–	43; 28; 36; 24; 45; 59; 23; 48; 30	9	334	69,58	430	89,60
3	Время обслуживания: технического организационного	ТО-1	–	2;1;1	3	4	0,83	4	0,83
		ТО-2	–	3;2	2	5	1,04	4	0,83
		ТО-3	–	2	1	0,42	0,42	–	–
		ОО-1	–	8; 4	2	12	2,50	15	3,12
		ОО-4	–	2	1	2	0,42	–	–
4	Время непроизводительной работы	НР	–	9;6;3	4	18	3,75	–	–
5	Перерывы, зависящие от рабочего	ПР	–	2; 2; 7; 3; 4; 2	6	20	4,18	–	–
6	Перерывы по организационно-техническим причинам	ПО		8; 5; 12; 7	4	32	6,66		
7	Время на отдых и личные надобности	ОТ	–	4; 8; 3; 7; 3	5	25	5,21	10	2,08
	Итого:				42	480	100	480	100

Выводы и разработка организационно-технических мероприятий по устранению лишних затрат времени строятся на основании сводки одноименных затрат, в которой после каждой их категории проставляется суммарное время и определяется отклонение к общему времени.

Выводы по материалам индивидуальной ФРВ сводятся к определению следующих характеристик:

– процента оперативного времени

$$K_{o.g} = (t_{on} / T_n) 100, \quad (6.19)$$

где T_n – время наблюдения, мин;

– процент потерь рабочего времени, зависящих от рабочих

$$K_{n.p} = \frac{t_{om.f} - t_{om.p} + t_{n.p}}{T_n} 100, \quad (6.20)$$

где $t_{om.ф}$ – время фактического отдыха; $t_{om.p}$ – регламентированное время на отдых и личные надобности; $t_{n.p}$ – потери рабочего времени, допущенные рабочим;

– процент потерь рабочего времени не зависящих от рабочего

$$K_{n.n} = \frac{t_{n.p} + t_{n.o}}{T_n} 100, \quad (6.21)$$

где $t_{n.p}$ и $t_{n.o}$ – потери времени на непроизводительную работу и по организационно-техническим причинам соответственно.

Потери рабочего времени являются явным резервом повышения производительности труда. Для того, чтобы выявить скрытые резервы роста производительности труда, необходимо установить лишние затраты рабочего времени по нормируемым категориям. Для этого составляют нормальный и фактический балансы рабочего времени. Нормальный баланс составляют по нормативам на выполненную (за время наблюдения) работу, а фактический – по материалам фотографии (см. табл. 6.68).

На основании анализа причин, обусловивших потери рабочего времени, разрабатывают план организационно-технических мероприятий по устранению выявленных потерь и созданию нормальных условий для работы. Показатели $K_{n.p}$ и $K_{n.n}$ определяют возможное уплотнение рабочего времени.

Используя зависимости (6.8) между изменением норм выработки и затрат времени, устанавливают проценты возможного повышения производительности труда за счет устранения потерь рабочего времени, зависящих от рабочего

$$a_1 = (100K_{n.p}) / (100 - K_{n.p}), \quad (6.22)$$

а также потерь рабочего времени по организационно-техническим причинам и на непроизводительную работу

$$a_2 = (100K_{n.n}) / (100 - K_{n.n}). \quad (6.23)$$

Возможное общее повышение производительности труда

$$a = a_1 + a_2. \quad (6.24)$$

При проведении *групповой* и *бригадной* фотографии рабочего времени применяют метод периодической записи через определенные, заранее установленные промежутки времени t_q . Периодичности обхода и снятия наблю-

дений в зависимости от числа объектов q принимают следующие: при $q = 2 \div 3 t_q = 0,5$ мин; при $q = 4 \div 7 t_q = 1 \div 2$ мин и при $q = 8 \div 10 t_q \leq 5$ мин.

Содержание подготовки к наблюдению сходно с индивидуальной ФРВ, но дополняется частными характеристиками групп рабочих, оборудования и производственных заданий. На лицевом бланке должны быть приведены обозначения категории затрат рабочего времени, для того чтобы наблюдающий вел запись при помощи индексов. В строго соблюдаемые периоды и при очередности обхода объектов наблюдатель по каждому из них фиксирует индексами содержание работы или перерывы в работе.

По окончании наблюдения составляют сводку одноименных затрат суммированием их по каждому наблюдаемому объекту. Дальнейшая обработка данных групповой ФРВ производится на бланке «Сводная карта групповой фотографии рабочего времени» (табл. 6.69).

Таблица 6.69

Сводная карта групповой фотографии рабочего времени

Индекс категории рабочего времени	1-й рабочий			и т.д.	4-й рабочий			Продолжительность рабочего времени всех рабочих	Лишние затраты
	Суммарная продолжительность	Нормированная продолжительность	Лишние затраты		Суммарная продолжительность	Нормированная продолжительность	Лишние затраты		
ПЗ	14	8	6		8	8	-	48	16
ОП	382	350	22		367	337	30	1497	52
ОО	10	8	2		10	8	2	37	5
ОТ	14	12	2		12	12	-	54	6
НР	5	-	5		-	-	-	40	40
ПО	10	-	10		10	00	10	60	60
ПР	8	-	8		10	-	10	44	44

На основании сводок по отдельным исполнителям составляют баланс рабочего времени для всей группы рабочих. Выводы и разработку мероприятий выполняют аналогично индивидуальной ФРВ.

6.5.3. Метод моментных наблюдений

При необходимости одновременного наблюдения за большим числом объектов использование ФРВ оказывается неэкономичным. В таких

случаях, структуру баланса рабочего времени совокупного трудового процесса можно получить методом моментных наблюдений, основанном на применении теории вероятностей и математической статистики. При исследовании затрат рабочего времени по этому методу число наблюдений (моментов) должно быть достаточно большим, чтобы правильно характеризовать изучаемые явления и обеспечить желаемую точность результатов; продолжительность серии наблюдений должна быть достаточной для охвата всех элементов работы.

Общая формула для определения числа моментов (замеров) имеет следующий вид

$$M = \frac{\alpha^2 (1-p) 100^2}{p \Delta^2}, \quad (6.25)$$

где α – коэффициент, определяющий уровень вероятности невыхода ошибки наблюдения за установленные пределы; p – вероятность занятости рабочего или станка выполнением той или иной работы, характеризуемая коэффициентом их загруженности (удельным весом затрат времени, связанных с выполнением изучаемой работы или времени работы оборудования); $1-p$ – вероятность того, что рабочий или станок находится в состоянии бездействия (удельный вес перерывов в работе рабочего или проста станка); Δ – допустимая относительная ошибка результатов наблюдения (обычно 3 – 10 % от значения p).

В массовом и крупносерийном производстве удовлетворяются обычно доверительной вероятностью 0,84, которой соответствует $\alpha^2 \approx 2$. В средне- и мелкосерийном производстве для получения большей уверенности в достоверности результатов наблюдений исходят из доверительной вероятности 0,92 ($\alpha^2 \approx 3$). В зависимости от типа производства для определения числа моментов наблюдения разработаны специальные таблицы.

Продолжительность одного обхода $T_{обх}$ определяют по формуле

$$T_{обх} = \frac{L_{обх}}{0,6} 0,01, \quad (6.26)$$

где $L_{обх}$ – длина маршрута обхода рабочих мест, м; 0,6 – средняя длина одного шага, м; 0,01 – средняя продолжительность одного шага.

Число фиксируемых за одну смену моментов M' составит

$$M = \frac{T_{см} \rho}{T_{обх}} m, \quad (6.27)$$

где ρ – коэффициент, учитывающий несовпадение времени обходов (отклонения), $0,5 < \rho < 0,7$; m – число объектов наблюдения при одном обходе.

Число рабочих смен C_n необходимых для наблюдения, определяют по формуле

$$C_n = M / M' \quad (6.28)$$

При последовательном обходе наблюдателем объектов состояние каждого из них в данный момент фиксируется в карте моментных наблюдений (табл. 6.70).

Итоговый результат наблюдения за одну смену по категориям затрат рабочего времени определяют подсчетом числа соответствующих отметок (фиксированных моментов) по каждому из индексов и станку (рабочему месту) и суммарно по участку с определением структуры затрат далее, как и при ФРВ, анализируют затраты времени, разрабатывают оргтехмероприятия по устранению потерь рабочего времени и определяют показатели возможного повышения производительности труда.

Метод моментных наблюдений применяют только для анализа условий организации труда и производства на участках и в цехах, но не для нормирования труда.

Таблица 6.70

Карта моментных наблюдений

Участок обработки втулок. Число наблюдаемых рабочих мест – 20 (оборотная сторона)

Категория затрат времени	Индекс	Число отметок за смену по объектам							По участку	
		1	2	3	и т.д.	19	20	и т.д.	Сумма отметок	% к итогу
Работа:										
основная	РО	62	73	69		43	57		1314	68,4
вспомогательная	ВО	19	14	16		24	8		276	14,4
Потери:										
оргтехнические	ПО	8	6	7		16	9		147	7,7
Зависящие от рабочего	ПР	7	3	4		13	12		183	9,5

6.6. Нормативы для нормирования труда

Нормативы для нормирования труда – это справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, предназначенные для расчета технически обоснованных норм. Эти материалы оформляют в виде эмпирических формул, графиков, номограмм и таблиц.

По содержанию различают нормативы технологических режимов работы оборудования, времени, обслуживания рабочих мест и численности по категориям рабочих.

Нормативы технологических режимов работы оборудования предназначены для расчета продолжительности основного (машинного и машинно-ручного) времени. Они позволяют выбирать оптимальные режимы с учетом типа, вида и паспортных данных оборудования, конструктивных особенностей деталей, вида материала, характера обработки, применяемого инструмента и т.д. К ним, например, относятся: глубина резания (t), подача (s), усилие резания (P_z), допустимая скорость резания (V) и т.д. разрабатывают технологические нормативы на основе лабораторных исследований, изучения технологических процессов в конкретных производственных условиях и обобщения опыта новаторов.

Нормативы времени содержат исходные величины для расчета составных частей нормы времени, связанных с выполнением отдельных типовых элементов работы и построенных с учетом влияния определенных факторов. Например, устанавливают нормативы основного времени на обработку 100 мм длины поверхности, времени на выполнение отдельных ручных элементов вспомогательной работы, а также времени на подготовительно-заключительную работу. В некоторых случаях (нетрудоемкие и трудноразделяемые машинно-ручные работы или сборочные операции) непосредственно устанавливают нормативы оперативного времени.

Нормативы обслуживания рабочих мест предназначены для установления норм обслуживания оборудования и определения на их основе численности рабочих, выполняющих функции обслуживания производственных процессов.

Нормативы численности работающих представляют собой исходные данные для определения требуемой численности ИТР и служащих в разных звеньях аппарата управления. Указанные группы нормативов разрабатывают на основе многократных данных ФРВ или с использованием математического аппарата теории массового обслуживания.

По степени деления различают элементные (дифференцированные) и укрупненные нормативы.

Элементные (дифференцированные) нормативы предназначены для определения расчетной продолжительности отдельных элементов операции (движений, трудовых действий, приемов). Их используют при установлении технически обоснованных норм преимущественно в массовом и крупносерийном производстве.

Укрупненные нормативы предназначены для установления технически обоснованных норм методом технического расчета. Они имеют различную степень укрупнения соответственно средне-, мелкосерийному и единичному типам производства и конкретным условиям выполнения работы. Для нормирования станочных работ укрупненные нормативы сведены в таблицы для определения затрат подготовительно-заключительного времени, вспомогательного времени на установку и снятие детали, основного времени на проход или переход. В зависимости от метода расчета нормы времени на операцию, укрупненные нормативы разрабатывают либо на единицу длины (площади) обрабатываемой поверхности, либо на обработку полной поверхности (норматив неполного штучного времени).

В зависимости от сферы применения нормативы подразделяют на общемашиностроительные, отраслевые и заводские.

Общемашиностроительные нормативы режимов обработки и нормативы времени предназначены для нормирования однотипных процессов и работ, выполняемых на большинстве предприятий машино- и приборостроения. Разработка и периодическая корректировка этих нормативов организуются в централизованном порядке по единым планам.

Отраслевые нормативы устанавливаются для работ, специфичных для предприятий данной отрасли. Такие разработки централизованно выполняют отраслевые институты по группам однородных по типу производства предприятий с учетом присущих им особенностей в технике, технологии, объемах выпуска, организации производства и труда.

Заводские нормативы разрабатывают на специфичные для данного предприятия виды работ, которые не охвачены общемашиностроительным и отраслевыми нормативами. Эти нормативы устанавливают органы нормирования труда предприятий. При этом методика и годовые планы работ согласуются с ведущей организацией, разрабатывающей отраслевые нормативы.

6.7. Особенности нормирования труда в различных типах производства

В массовом производстве создаются наиболее благоприятные условия для детального разделения, рационализации структуры и последовательности переходов операций, специализации рабочих на выполнении небольшого числа многократно повторяемых однородных операций, содержащих одни и те же ручные приемы. Поэтому здесь для нормирования по трудосодержанию операции разбивают на отдельные ручные приемы, а при весьма коротких операциях и больших объемах выпуска продукции – на действия и движения.

Повышенные требования к точности норм определяют необходимость дифференцировать коэффициенты α' , α'' и β учитываемые при расчете штучного времени по формуле (6.25). Коэффициенты находят по нормативным таблицам и соответственно выражают доли затрат времени на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности рабочего

$$\alpha' = \alpha_{o.o} / 100; \quad \alpha'' = \alpha_{m.o} / 100; \quad \beta = \alpha_{o.m} / 100. \quad (6.29)$$

В *массовом* производстве дополнительные затраты времени и средств на детальную разработку технологического процесса и более тщательное нормирование полностью компенсируются экономией от повышения точности разработанных норм, более полного раскрытия производственных возможностей каждого рабочего места, дальнейшим повышением производительности труда и увеличением выпуска продукции.

В *серийном* производстве вследствие его характерной особенности – обработки деталей партиями – имеют место более частая смена и значительно меньшая повторяемость операций – на рабочих местах большее разнообразие исполняемых приемов и менее детальная разработка технологических процессов. Это вызывает необходимость периодической переналадки оборудования, снижает приобретенные рабочим навыки и ритм в выполнении отдельных приемов и переходов операции, а переключение его на исполнение другой работы требует определенного времени на ее освоение и приобретение необходимых навыков и ритма. В этих условиях нормирование работ осуществляется на основе расчета, исходя из типового состава операции, разделенной на приемы или комплексы приемов, нормативной продолжительности этих приемов и нормативов режимов работы оборудования. В серийном производстве при расчете штучного времени по формуле (6.3) нормативный коэффициент α выражает оба вида обслужи-

вания: $\alpha = (\alpha_{o.o} + \alpha_{m.o})/100$, а $\beta = \alpha_{o.m}/100$. При этом основное (машинное) время рассчитывают, исходя из оптимальных режимов работы оборудования, а при укрупненных методах – применительно к средним типовым параметрам, характерным для определенных групп и типоразмеров станков, технологических групп деталей, вида инструмента и условий работы. Вспомогательное время определяют по отраслевым или заводским нормативам.

Для *единичного* производства характерны систематическая переналадка оборудования и необходимость определенной приспособляемости рабочего к выполнению каждой новой работы. Особенности единичного производства вызывают необходимость применения укрупненных методов нормирования, позволяющих своевременно, с определенной экономической целесообразностью в затратах труда и с требуемой степенью точности установить нормы времени. Соответственно в формуле (6.5) расчета штучного времени нормативный коэффициент учитывает суммарную надбавку на обслуживание рабочего места и отдых рабочего

$$\gamma = (\alpha_{o.o} + \alpha_{m.o} + \alpha_{o.m})/100. \quad (6.30)$$

В единичном и мелкосерийном производстве технически обоснованные нормы должны устанавливаться на трудоемкие работы, выполняемые на уникальном оборудовании методом технического расчета по укрупненным нормативам с учетом технологических режимов работы конкретного оборудования, на котором выполняется нормируемая операция; на все другие работы – по типовым нормам методом сравнения трудоемкости аналогичных деталяеопераций.

6.8. Нормирование труда в условиях бригадной формы организации труда

В период подготовки, организации бригад, должны быть проверены все действующие нормы времени и выработки в целях выявления возможностей повышения производительности труда. При анализе действующих и расчете новых норм необходимо учитывать взаимодействие рабочих в процессе труда, находить наиболее эффективные варианты распределения работ между членами бригады, с тем чтобы обеспечить рациональное использование рабочего времени каждым членом бригады и на этой основе снизить общие затраты труда на производство продукции.

Особенности нормирования труда в условиях бригадной формы организации выражаются в следующем:

а) сначала рассчитывают технологически обоснованные нормы времени по каждой детали операции точным и укрупненным методом с использованием общемашиностроительных, отраслевых или нормативов предприятия;

б) соответственно принятой для бригады планово-учетной единице устанавливают комплексную норму на деталь, комплект деталей, бригадный машино- (приборо-) комплект; комплексная норма может быть равна сумме технически обоснованных норм либо меньше ее в случае применения бригадой совмещения операций и многостаночного оборудования;

в) на основании комплексной нормы рассчитывают комплексную расценку, которая является основой для определения суммы заработной платы и планирования объема работ бригады.

При бригадной организации труда рабочих-повременщиков устанавливают нормированные задания, рассчитываемые на основе общемашиностроительных и отраслевых норм и нормативов времени на обслуживание.

6.9. Методы нормирования труда инженерно-технических работников и служащих

Одну из важных задач НОТ составляет нормирование труда ИТР и служащих. Без этого невозможны объективно обоснованное разделение и кооперация труда данной категории работающих, а, следовательно, и улучшение организации работы аппарата управления и построения эффективной системы материального стимулирования.

В процессе нормирования труда этой категории работников рассматривают две взаимосвязанные задачи: определение трудоемкости отдельных работ и установление нормативной численности исполнителей. При нормировании труда ИТР и служащих могут устанавливаться следующие виды норм: времени, выработки, обслуживания и численности, а также нормативы соотношения между численностью по группам работающих.

Различают два метода нормирования труда ИТР и служащих: *расчетный и исследовательский*.

Расчетный метод подразделяется на дифференцированный и укрупненный. При *дифференцированном* методе нормы времени или выработки устанавливают по нормативам, разработанным применительно к конструкторским, технологическим и другим работам. Нормативы определяют расчетом или с помощью изучения затрат рабочего времени непосредственно на рабочих местах. При **укрупненном** методе используют нормы управляемости и обслуживания или нормативы численности. Под *нормой управ-*

ляемости понимается оптимальное число работников, закрепляемых за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения. Под нормой обслуживания понимается число рабочих и служащих, закрепленных для обслуживания за одним функциональным исполнителем. При наличии таких норм несложно определить укрупненный норматив численности данной категории ИТР и служащих.

Исследовательский метод в зависимости от средств и методов изучения также может быть представлен в виде дифференцированного, когда изучение затрат времени проводится с применением видеосъемки и хронометражных наблюдений и укрупненного, когда изучение затрат времени ведется менее точными средствами и методами – моментных наблюдений, фотографии и самофотографии рабочего дня. Каждый из этих методов имеет свои особенности и условия применения. Так, при относительно простых, систематически повторяющихся работах (например, работа машинисток, операторов) можно использовать дифференцированный расчетный метод при наличии заранее разработанных нормативов времени. Для ИТР и служащих, выполняющих разнообразные неповторяющиеся работы, имеющие творческий характер, НИИ труда разработана методика нормирования труда по функциям управления, базирующаяся на методике корреляционного анализа фактических данных по лучшим предприятиям. Так, по этой методике ВНИТИ приборостроения предложены формулы для расчета численности ИТР и служащих по функциям:

– оперативного управления основным производством

$$H_n = 0,119R_{nn}^{0,687} \Pi_o^{0,732}, \quad (6.31)$$

где Π_o – число самостоятельных подразделений в основном производстве;
 R_{nn} – численность промышленно-производственного персонала, чел.;

– разработки и совершенствования конструкции изделий

$$H_k = 0,155K_{cl}d_{op}, \quad (6.32)$$

где K_{cl} – коэффициент сложности деталей; d_{op} – число наименований оригинальных деталей;

– технологической подготовки производства

$$H_m = 0,155S_{p.m.}^{0,908} D_o^{0,060}, \quad (6.33)$$

где $S_{p.m.}$ – число рабочих мест в основном производстве; D_o – число технологических операций (или норм) в основном производстве.

Аналогично выполняется расчет и по другим функциям. На базе таких формул рассчитывают нормативные таблицы, которые используют в практическом нормировании труда ИТР и служащих. При нормировании труда ИТР и служащих возникает еще немало затруднений как методического, так и практического характера.

Практическое занятие № 1

РАСЧЕТ НОРМ ЗАТРАТ ТРУДА

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по расчету обоснованных норм затрат труда.

Краткие теоретические сведения

Основными видами норм труда являются: *норма времени, норма выработки, норма обслуживания и норма численности.*

Норма времени t – это величина обоснованных затрат рабочего времени, установленная для выполнения единицы работы работником или группой работников соответствующей квалификации в определенных организационно-технических условиях.

Норма выработки $q_{н.в}$ – это установленный объем работы (количество единиц продукции), который работник или группа работников соответствующей квалификации обязаны выполнить в единицу рабочего времени в определенных организационно-технических условиях.

Норма обслуживания $q_{об}$ – это количество производственных объектов, которые работник или группа работников соответствующей квалификации обязаны обслужить в течение единицы рабочего времени в определенных организационно-технических условиях.

Норма численности $q_ч$ – это установленная численность работников определенного профессионально-квалификационного состава, необходимая для выполнения конкретных производственных, управленческих функций или объемов работ.

В структуру нормы времени входят следующие элементы: подготовительно-заключительное время $t_{н-з}$, основное время t_o , вспомогательное неперекрываемое время $t_г$, время на организационное обслуживание рабочего места $t_{о.о}$, время на техническое обслуживание рабочего места $t_{т.о}$, время перерывов на отдых и личные надобности $t_{от}$, время регламентированных перерывов по организационно-техническим причинам $t_{рег}$.

В единичном производстве t_{n-3} расходуется, как правило, на одну деталь и полностью включается в норму времени. Штучное время определяют по формуле

$$t_{ш} = t_{он} (1 + \gamma), \quad (6.34)$$

где γ – коэффициент, учитывающий время организационно-технического обслуживания рабочего места и отдыха рабочего.

В серийном производстве t_{n-3} устанавливается на партию изделий n ; полная норма времени $t_{ш-к}$ рассчитывается по формуле

$$t_{ш-к} = t_{ш} + t_{n-3} / n. \quad (6.35)$$

В массовом производстве затраты t_{n-3} на операциях отсутствуют, поскольку включается переналадка оборудования на другие работы. Норму штучного (штучно-калькуляционного) времени рассчитывают по формуле

$$t_{ш} = (1 + \alpha' + \beta) + \alpha'' t_{м}, \quad (6.36)$$

где α' и α'' – коэффициенты, учитывающие время организационного и технического обслуживания соответственно.

Расчет нормы времени на операцию для различных видов работ производится по следующим формулам.

1. Кузнечно-штамповочные работы. Горячая штамповка

$$t_{шм} = (t_o + t_в) \left(1 + \frac{\alpha_{об} + \gamma_{омд}}{100} \right); \quad (6.37)$$

$$t_o = n_d / t_{yd}; \quad (6.38)$$

холодная штамповка

$$t_{шм} = (t_o + t_в) \left(1 + \frac{\alpha_{об} + \gamma_{омд}}{100} \right); \quad (6.39)$$

$$t_o = 1 / n_x k_{yв}, \quad (6.40)$$

где $\alpha_{об}$, $\gamma_{омд}$ – время на обслуживание рабочего места, время на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени; n_d – число ударов (двойных ходов), необходимых для штамповки; t_{yd} – время одного удара, мин; n_x – число двойных ходов ползуна прессы в минуту; $k_{yв}$ – коэффициент увеличения основного времени на работу механизма включения.

2. Дуговая сварка

$$t_k = t_{н.к}L_{ш} + t_{в.ш}; \quad (6.41)$$

$$t_{н.к} = (t_o + t_{в.ш})(1 + \frac{k}{100})k_{м.н}; \quad (6.42)$$

для ручной дуговой сварки

$$t = 60F_1\gamma_{нл}/(I_1a_n) + 60F_n\gamma_{нл}/(I_n a_n), \quad (6.43)$$

где $t_{н.к}$ – неполное штучно-калькуляционное время, мин; $L_{ш}$ – длина шва, м; $t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования; $t_{е.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, мин; k – суммарный коэффициент времени обслуживания рабочего места, времени на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительного времени, % от оперативного времени; $k_{м.н}$ – коэффициент, учитывающий тип производства; F_1 и F_n – соответственно площадь поперечного сечения наплавленного металла шва для первого и последующего проходов, мм²; $\gamma_{нл}$ – плотность наплавленного металла; I_1 и I_n – сила сварочного тока первого и последующего проходов, А; α_n – коэффициент наплавки, г/А-ч.

3. Механическая обработка на неавтоматическом оборудовании

$$t_{ум} = t_{н.ш} + t_y; \quad (6.44)$$

$$t_{н.ш} = (t_o + t_{в.н})(1 + \frac{a_{об} + \gamma_{омд}}{100}), \quad (6.45)$$

где $t_{н.ш}$ – неполное штучное время, мин; t_y – время на установку и снятие изделия, мин; $t_{в.н}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин.

4. Механическая обработка на станках с ЧПУ

$$t_{ум} = (t_a + t_{в.н}k_{сер})(1 + \frac{a_{об} + \gamma_{омд}}{100}), \quad (6.46)$$

где t_a – время автоматической работы станка по программе, мин; $t_{в.н}$ – вспомогательное неперекрываемое время, мин; $k_{сер}$ – коэффициент на вспомогательное время в зависимости от характеристик серийности работы.

5. Многостаночная работа

$$t_{мс} = q_чq_д/q_{об}; \quad (6.47)$$

$$q_{\partial} = t_{ол.м} \left(1 + \frac{a_{об} + \gamma_{ом\partial}}{100}\right) + t_{n-3} / n, \quad (6.48)$$

где $t_{м.с}$ – норма времени при многостаночной работе, мин; q_{∂} – норма длительности при многостаночной работе, мин; $q_{об}$ – норма обслуживания; $t_{ол.м}$ – длительность оперативного времени в условиях многостаночной работы, мин.

6. Слесарно-сборочные работы

$$t_{ш-к} = \sum_{i=1}^m t_{oni} k k_n k_{y\partial}, \quad (6.49)$$

где t_{oni} – оперативное время на один элемент (переход) слесарно-сборочной операции, мин; k_n – коэффициент, учитывающий размер партии; $k_{y\partial}$ – коэффициент, учитывающий степень удобства выполнения элемента операции.

Норма выработки

$$q_{нв} = T_p / t, \quad (6.50)$$

где T_p – продолжительность периода времени, на который задана норма выработки, мин.

Норма обслуживания за смену

$$q_{об} = [T_{см} - (t_{n-3} + t_{ом\partial})] / t_{об}, \quad (6.51)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин; $t_{об}$ – норма времени обслуживания, мин.

Пример 1

Определить норму времени на чистовое точение детали на токарном станке с ЧПУ модели 16Б16Ф3 – 06. Наибольший диаметр обрабатываемой детали $D_n = 40$ мм, масса детали $g_{\partial} = 2,8$ кг. Число режущих инструментов $n_{ин} = 1$, число устанавливаемых исходных режимов работы станка $P_{реж} = 1$, число размеров, набираемых переключателем на пульте управления станка, $P_{н.н} = 2$. Диаметр исходного прутка $D_n = 41$ мм, минутная подача $S_m = 250$ мм/мин, длина пути, проходимого инструментом, $L_u = 85$ мм. Вспомогательное время работы станка по программе $t_e = 0,08$ мин, вспомогательное время на управление станком $t_{е.уп} = 1,1$ мин, время на измерение детали $t_{в.из} = 0,3$ мин. Время на обслуживание рабочего места, отдых

и личные надобности составляет 10 % от оперативного времени. Величина обрабатываемой партии деталей $n = 60$ шт.

Решение

1. Норма времени $t_{u-k} = t_{um} + t_{n-3} / n$.

2. Норма штучного времени

$$t_{um} = (t_a + t_{\epsilon} k_{cep})(1 + \frac{a_{об} + \gamma_{омд}}{100}),$$

где t_a – время автоматической работы станка по программе, мин;
 $t_a = t_{o.a} + t_{\epsilon.a}$; $t_{o.a}$ – основное время автоматической работы станка;
 $t_{o.a} = L_u / S_m = 85 / 250 = 0,34$ мин; $t_a = 0,34 + 0,08 = 0,42$ мин.

3. Время вспомогательной ручной работы $t_{\epsilon} = t_{\epsilon.y} + t_{\epsilon.yn} + t_{\epsilon.из}$, где $t_{\epsilon.y}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин; $t_{\epsilon.y} = a g_{\delta}^x$, где a, x – коэффициенты ($a = 0,12, x = 0,2$); $t_{\epsilon.y} = 0,12 \cdot 2,8^{0,2} = 0,147$ мин; $t_{\epsilon} = 0,147 + 1,1 + 0,3 = 1,547$ мин.

4. Оперативное время $t_{on} = t_a + t_{\epsilon} = 0,42 + 1,547 = 1,967$ мин. Оперативное время обработки партии деталей $T_{on} = t_{on} n = 1,967 \cdot 60 = 118,02$ мин.

5. Подготовительно-заключительное время

$t_{n-3} = a_1 + b n_{ин} + c P_{пер} + d P_{ин}$, b, c, d — коэффициенты: $a_1 = 11,3, b = 0,8, c = 0,5, d = 0,4$; $t_{n-3} = 11,3 + 0,8 \cdot 1 + 0,5 \cdot 1 + 0,4 \cdot 2 = 13,4$ мин.

6. Поправочный коэффициент на вспомогательное время, зависящий от серийности производства, $k_{cep} = e T_n^{-y}$; $T_n = T_{on} + t_{n-3}$, где e, y – коэффициенты; $e = 3,19, y = 0,219$; $k_{cep} = 3,19(118,02 + 13,4)^{-0,219} = 1,1$.

Норма штучного времени $t_{um} = (0,42 + 1,547 \cdot 1,1) \cdot 1,1 = 2,33$ мин.

7. Норма времени $t_{\kappa} = 2,33 + (13,4 : 60) = 2,55$ мин.

Пример 2

Определить норму времени на сборку и разборку узла в условиях мелкосерийного производства. Число изделий в партии $n = 2$ шт., масса узла в сборе – 6,5 кг. Работа выполняется в труднодоступном месте. Поправочные коэффициенты: коэффициент на подготовительно-заключительную работу, обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности $k = 1,1$; коэффициент, учитывающий размер партии собираемых узлов, $k_n = 1,12$; коэффициент, учитывающий влияние степени удобства работы, $k_{y\delta} = 1,2$. Оперативное время сборки узла по переходам: $k_{on1} = 13,5$ мин; $k_{on2} = 2,3$ мин,

$k_{онз} = 6,1$ мин. Время на разборку узла после проведения испытания составляет 0,85 от времени сборки.

Решение

1. Время сборки узла = $(13,5 + 2,3 + 6,1) \cdot 1,1 \cdot 1,12 \cdot 1,2 = 32,4$ мин.

Время разборки узла $t_{к.р} = 0,85 t_k = 0,85 \cdot 32,4 = 27,5$ мин.

Общее время работы $t_{к.об} = 32,4 + 27,5 = 59,9$ мин.

Задачи

Задача 6.1

Определить норму времени на пробивку отверстия в детали в условиях мелкосерийного производства. Материал детали – Ст. 30, масса – 1,1 кг. Работа выполняется на кривошипном прессе усилием 50 Н, число двойных ходов ползуна в минуту – 40. Штмп открытый с упором, подача в штмп ручная. Коэффициент увеличения основного времени на работу механизма включения $k_{yb} = 1,25$. Число деталей в партии – 40 шт. Нормы времени на комплексы приемов (на 100 шт.): взять заготовку, поднести и установить в штмп по упору – 7,7 мин; включить пресс на рабочий ход – 1,5 мин; снять деталь со штампа и уложить в тару – 3,86 мин. Норматив времени на организационно-техническое обслуживание составляет 5 % и время на отдых и личные надобности – 5 % от оперативного времени. Подготовительно-заключительное время – 4 мин.

Задача 6.2

Рассчитать норму времени на ручную дуговую сварку фланца с трубой. Толщина металла – 8 мм, сталь углеродистая. Длина шва – 0,73 м. Масса изделия – 18 кг, длина изделия – 1,2 м. Число проходов – 2. Площадь поперечного сечения первого прохода – 25 мм², последующего – 30 мм². Сила сварочного тока первого прохода 170 А, последующего – 200 А. Марка электрода УОНИ-13, коэффициент наплавки – 9,5 г/А-ч. Плотность наплавленного металла – 7,8 г/см³. Время на установку изделия, поворот и снятие изделия – 1,32 мин. Суммарный коэффициент времени обслуживания рабочего места, времени на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительного времени составляет 20 % от оперативного времени. Тип производства – среднесерийный, поправочный коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{m.n} = 0,85$.

Задача 6.3

Рассчитать норму обслуживания и численности наладчиков в смену при следующих условиях: норма времени обслуживания станка за смену

$t_{об} = 17,2$ мин, подготовительно-заключительное время составляет 20 мин и время на отдых и личные надобности – 24 мин за смену. Количество станков для обслуживания – 73. Продолжительность смены – 8 ч.

Контрольные вопросы

1. Основная цель технического нормирования труда.
2. Классификация затрат рабочего времени.
3. Понятие технически обоснованной нормы времени.
4. Основные методы установления норм времени и их характеристика.
5. Характеристика основных методов изучения затрат рабочего времени наблюдением.
6. Классификация нормативов.
7. Особенности нормирования труда в зависимости от типов производства.
8. Особенности нормирования труда при бригадной форме организации труда.
9. Основные методы нормирования труда инженерно-технических работников и их характеристика.

Тематика исследований и рефератов

1. Характеристика методов установления норм времени.
2. Порядок проведения хронометража.
3. Порядок проведения фотографии рабочего времени.
4. Особенности применения метода моментальных наблюдений.
5. Характеристика нормативов для нормирования труда.
6. Особенности нормирования труда в зависимости от типов производства.

Тестовые задания

Тест 6

1. Технически обоснованной нормой времени называется время:

- а) необходимое для выполнения единицы работы (операции) и установленное на основании анализа и расчета исходя из рационального технологического процесса и научной организации труда при наиболее эффективном использовании средств производства и труда;
- б) необходимое для выполнения единицы работы (операции) и установленное на основании анализа и расчета исходя из рационального технологического процесса;

- с) необходимое для выполнения единицы работы (операции) и установленное на основании научной организации труда;
- д) необходимое для выполнения комплекса работ и установленное на основании анализа технологического процесса.

2. Определить структуру нормы штучно-калькуляционного времени на операцию

- а) $t_{ш-к} = t_{n-3} + t_o + t_г + t_{m.o} + t_{o.o} + t_{o.m}$; б) $t_{ш-к} = t_{n-3} + t_г + t_{m.o} + t_{o.o} + t_{o.m}$;
- с) $t_{ш-к} = t_{n-3} + t_г + t_{m.o} + t_{o.m}$; д) $t_{ш-к} = t_o + t_г + t_{m.o} + t_{o.o} + t_{o.m}$,

где t_{n-3} – норма подготовительно-заключительного времени; t_o – основное время; $t_г$ – вспомогательное неперекрываемое время; $t_{m.o}$ – техническое время; $t_{o.o}$ – организационное неперекрываемое время; $t_{o.m}$ – время перерывов на отдых и личные надобности.

3. Штучное время рассчитывается по формуле

- а) $t_{ш} = t_{он} (1 + \alpha + \beta)$; б) $t_{ш} = t_г (1 + \alpha + \beta)$;
- с) $t_{ш} = t_o (1 + \alpha + \beta)$; д) $t_{ш} = t_{он} (1 + \alpha)$,

где $t_{он}$ – оперативное время; α – коэффициент времени обслуживания рабочего места; β – коэффициент времени на отдых и личные надобности.

4. В условиях серийного производства норму штучно-калькуляционного времени определяют по формуле

- а) $t_{ш-к} = t_{ш} + t_{n-3} / n$; б) $t_{ш-к} = t_{ш} + t_o / n$;
- с) $t_{ш-к} = t_г + t_{n-3} / n$; д) $t_{ш-к} = t_o + t_г / n$.

5. В условиях массового производства норму штучно-калькуляционного времени определяют по формуле

- а) $t_{ш} = t_{он} (1 + \alpha' + \beta) + \alpha'' t_m$; б) $t_{ш} = t_г (1 + \alpha + \beta) + \alpha'' t_m$;
- с) $t_{ш} = (1 + \alpha' + \beta) + \alpha'' t_m$; д) $t_{ш} = t_{он} (1 + \alpha'' + \beta)$,

где t_m – машинное время; α' и α'' – коэффициенты времени организационного и технического обслуживания; β – коэффициент времени на отдых и личные надобности;

6. В единичном производстве штучное время определяют по формуле

- а) $t_{ш} = t_{он} (1 + \gamma + \alpha'')$; б) $t_{ш} = t_{n-3} (1 + \gamma)$;
- с) $t_{ш} = t_o (1 + \gamma + \beta)$; д) $t_{ш} = t_{он} (1 + \gamma)$,

где γ – коэффициент, учитывающий время организационно-технического обслуживания рабочего места и отдыха рабочего.

7. Нормой выработки называют:

- a) количество операций (или единиц продукции), выполняемых бригадой;
- b) количество операций, выполняемых за время работы оборудования;
- c) количество операций (или единиц продукции), выполняемых одним рабочим;
- d) количество операций (или единиц продукции), выполняемых за единицу времени, т.е. это величина обратная норме времени.

8. В расчете на смену норма выработки определяется по формуле

$$\text{a) } H_{\text{выр}} = \frac{T_{\text{см}}}{t_o}; \quad \text{b) } H_{\text{выр}} = \frac{T_{\text{см}}}{t_{\text{ш-к}}}; \quad \text{c) } H_{\text{выр}} = \frac{T_{\text{см}}}{t_e}; \quad \text{d) } H_{\text{выр}} = \frac{T_{\text{см}}}{t_{\text{оп}}},$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, мин.

9. Аналитически-исследовательский метод предполагает:

- a) расчет норм времени на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением;
- b) расчет норм времени по нормативам;
- c) расчет норм времени по типовым нормам.

10. Аналитически-расчетный метод предполагает:

- a) расчет норм времени по типовым нормам;
- b) расчет норм времени на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением;
- c) расчет норм времени по нормативам.

11. Опытно-статистический метод предполагает:

- a) расчет норм времени по нормативам;
- b) расчет норм времени на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением;
- c) расчет норм времени по типовым нормам.

12. Нормативы для нормирования труда это:

- a) справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, предназначенные для расчета технически обоснованных норм;
- b) справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, предназначенные для расчета длительности смены;
- c) справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, предназначенные для расчета подготовительно-заключительного времени;
- d) справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, предназначенные для расчета нормы выработки.

13. Нормативы технологических режимов работы оборудования предназначены:

- a) для расчета продолжительности основного (машинного и машинно-ручного) времени;
- b) для установления норм обслуживания оборудования и определения на их основе численности рабочих, выполняющих функции обслуживания производственных процессов;
- c) для расчета продолжительности подготовительно-заключительного времени;
- d) для расчета продолжительности технического времени.

14. Нормативы обслуживания рабочих мест предназначены:

- a) для расчета продолжительности технического времени;
- b) для установления норм обслуживания оборудования и определения на их основе численности рабочих, выполняющих функции обслуживания производственных процессов;
- c) для расчета продолжительности подготовительно-заключительного времени;
- d) для расчета продолжительности основного (машинного и машинно-ручного) времени.

15. Под нормой управляемости понимается:

- a) оптимальное число работников, закрепляемых за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения;
- b) число рабочих и служащих, закрепленных для обслуживания за одним функциональным исполнителем;
- c) оптимальное число оборудования, закрепляемое за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения.

16. Под нормой обслуживания понимается:

- a) число рабочих и служащих, закрепленных для обслуживания за одним функциональным исполнителем;
- b) оптимальное число работников, закрепляемых за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения;
- c) оптимальное число оборудования, закрепляемое за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В.Б. Организация и управление промышленным предприятием: Учеб. пособие – М.: Изд-во РУДН, 2001. – 92 с.
2. Афилов Э.А., Новицкий Н.И., Цыганков В.Д. Организация вспомогательных цехов и обслуживающих хозяйств предприятия: Учеб. пособие по курсу «Организация и планирование производства. Управление предприятием» для студ. всех спец. – Мн.: МРТИ, 1992. – 60 с.
3. Базров Б.М. Организация проектирования модульных технологических процессов изготовления деталей / Б.М. Базров // Вестник машиностроения. – 1995. – № 5. – С. 23 – 28.
4. Великанов К.М., Власов В.Ф., Карандашова К.С. Экономика и организация производства в дипломных проектах: Учеб. пособие для вузов – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1973. – 256 с.
5. Глаголева Л.А. Практикум по курсу «Организация, планирование и управление предприятием машиностроительной промышленности»: Учеб. пособие – М.: Высш. школа, 1981. – 159 с.
6. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для машиностроительных спец. вузов – Изд. 4-е., перераб. и доп. – Мн.: Высш. школа, 1983. – 256 с.
7. ГОСТ 14.206 – 73. Технологический контроль конструкторской документации. Переиздание, ноябрь 1989 г. с измен. №1, 2 утвержд. в октябре 1986 г., июле 1988 г. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 4 с.
8. Гражданский кодекс Республики Беларусь. – Мн.: Амалфея, 2001. – 608 с.
9. Единая система технологической подготовки производства.– М.: Госстандарт, 1984. – 360 с.
10. ЕСТД. ГОСТ 3.1109-82. Термины и определения основных понятий. Взамен ГОСТ 3.1109 – 73. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 24 с.
11. ЕСТПП ГОСТ 14.004 – 83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. – Взамен ГОСТ 14.004 – 74; Переиздание, июль 1989. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 16 с.
12. ЕСТПП ГОСТ 14.201–83. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия. – Взамен ГОСТ 14.201-74. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 20 с.
13. ЕСТПП ГОСТ 14.205 – 83. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 18831-73, – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 12 с.
14. ЕСТПП ГОСТ 14.322 – 83. Нормирование расхода материалов. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 12 с.
15. Золотогоров В.Г. Организация и планирование производства: Практическое пособие – Мн.: ФУ Аинформ, 2001. – 528 с.
16. Карпилович Ю.В., Шинкевич Н.В. Техническая подготовка производства: Метод. пособие по дисциплине «Организация производства» для студентов экономических спец. – Мн.: МИУ, 2001. – 40 с.

17. Кожекин Г.Я., Сеница Л.М. Организация производства: учеб. пособие – Мн.: ИП «Экоперспектива», 1998. – 334 с.
18. Королько А.А. Основы организации и нормирования труда. – Мн.: Веды, 2000. – 131 с.
19. Королько А.А. Основы организации машиностроительного производства: Учеб. пособие, 2-е изд. – Мн.: Веды, 2001. – 116 с.
20. Кудашов В.И. Научно-технические нововведения: организационно-экономический механизм управления в условиях перехода к рынку – М.: Университетское, 1993. – 232 с.
21. Лабораторный практикум по курсу «Организация и планирование производства. Управление предприятием» / Н.П. Беляцкий, В.К. Круговой, Н.И. Новицкий, А.А. Носенко и др. – Мн.: МРТИ. – 1992. – 58 с.
22. Менеджмент организации: Учеб. пособие / З.П. Румянцева, Н.А. Соломатин, Р.З. Акбердин и др. – М.: ИНФРА, 1995. – 432 с.
23. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Организация и планирование производства» для студентов машиностроительных специальностей. В 2-х ч. Ч. 1 / составитель Т.И. Ивановская – Новополоцк: НПИ, 1992. – 26 с.
24. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Организация и планирование производства» для студентов машиностроительных специальностей. В 2-х ч. Ч. 2 / составитель Т.И. Ивановская – Новополоцк: НПИ, 1992. – 28 с.
25. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Организация и планирование производства» для студентов радиотехнических спец. / составители А.С. Адамович, К.Д. Гарбер, В.Г. Гринченко, В.К. Круговой и др. – Мн.: МРТИ, 1987. – 51 с.
26. Новицкий Н.И. Организация и планирование производства: практикум. – Мн.: Новое знание, 2004. – 256 с.
27. Организация и планирование машиностроительного производства: Учебник для машиностроительных спец. вузов / М.И. Ипатов, М.К. Захарова, К.А. Грачева и др.; Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова и М.К. Захаровой. – М.: Высш. школа, 1988. – 367 с.
28. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): учебник / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А. Одинцова и др.; Под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. – М.: Высш. школа, 2003. – 470 с.
29. Организация и планирование производства на ремонтных предприятиях: Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений / Ю.А. Конкин, В.И. Калинин, И.Д. Лисиенков, И.С. Серый; Под ред. Ю.А. Конкина. – Изд. 2-е., перераб. и доп. – М.: Колос, 1981. – 367 с.
30. Организация, планирование и управление деятельностью промышленных предприятий: Учебник для вузов / Под ред. С.Е. Каменицера – М.: Высш. школа, 1976. – 535 с.

31. Организация, планирование и управление деятельностью промышленных предприятий: Учебник для эконом. спец. вузов / С.Е. Каменицер, Ф.М. Русинов., М.В. Мельник и др.; Под ред. С.Е. Каменицера и Ф.М. Русинова. – Изд. 2-е., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1984 – 335 с.
32. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием: Учеб. пособие для вузов / Н.С. Сачко, И.М. Бабук, В.И. Демидов и др.; Под ред. Н.С. Сачко, И.М. Бабука. – Мн.: Высш. школа, 1988. – 272 с.
33. Организация, планирование и управление машиностроительным производством: Учеб. пособие для студентов машиностроительных спец. вузов / Б.Н. Родионов, Н.А. Саломатин, Л.Г. Осадчая и др.; Под общ. ред. Б.Н. Родионова. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
34. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения: учебник для студентов машиностроительных спец. вузов / И.М. Разумов, Л.А. Глаголева, М.И. Ипатов, В.П. Ермилов. – М.: Машиностроение, 1982. – 544 с.
35. Организация, планирование и управление предприятием массового машиностроения: Учеб. пособие для студентов машиностр. спец. вузов / Б.В. Власов, Г.Б. Кац, В.И. Козырев и др.; Под ред. Б.В. Власова, Г.Б. Каца. – М.: Высш. школа., 1985. – 432 с.
36. Организация производства: Учебно-практ. пособие / М.Ю. Пасюк, Т.Н. Долинина, А.А. Шабуня. – Мн.: ООО «ФУАинформ», 2002, – 76 с.
37. Основы технологии автоматизированного производства в машиностроении. Мрочек Ж.А., Жолобов А.А., Акулович Л.М., Мн.: УП «Технопринт» – 2003. – 303 с.
38. Попок Н.Н. Мобильная реорганизация машиностроительного производства. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 396 с.
39. Попок Н.Н. Теоретические и технологические основы мобильного многономенклатурного производства с интенсификацией механической обработки поверхностей деталей типа тел вращения: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.02.08, 05.03.01 / Бел. нац. техн. ун-т. – Мн.: УП «Технопринт», 2002. – 40 с.
40. Практикум по организации и планированию машиностроительного производства: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / К.А. Грачева, Л.А. Некрасов, М.И. Ипатов и др.; Под ред. Ю.В Скворцова и Л.А. Некрасова. – М.: Высш. шк., 1990. – 224 с.
41. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учеб. пособие.–7-е изд., испр. – Мн.: Новое знание, 2002. – 704 с.
42. Сачко Н.С. Организация и оперативное планирование машиностроительного производства. – Мн.: Вышэйш. школа, 1977. – 591 с.
43. Сачко Н.С. Организация поточного и автоматизированного производства: учебно-метод. пособие по дисциплине «Организация и оперативное планирование машиностроительного производства» для студ. заочной формы обучения спец. Э.03.01 – «Экономика и управление предприятием». – Мн.: БГПА, 1997. – 86 с.

44. Сачко Н.С. Теоретические основы организации производства. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 320 с.
45. Сборник задач по курсу «Организация, планирование и управление деятельностью промышленных предприятий»: Учеб. пособие / Под ред. В.Г. Конторовича. – М.: Высш. школа, 1976. – 255 с.
46. Сборник задач по курсу «Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием»: учеб. пособие для вузов / Под ред. В.А. Летенко, Б.Н. Родионова. – М.: Высш. школа, 1980. – 264 с.
47. Сборник задач по курсу «Организация, планирование и управление предприятием / С.Г. Андреева, А.В. Васильев, Т.А. Горская и др.; Под ред. канд. техн. наук доц. А.И. Кноля – Л.: ЛЭТИ, 1984. – 57 с.
48. Сборник задач по организации и планированию машиностроительного производства: Учеб. пособие для машиностроительных спец. вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 285 с.
49. Сеница Л.М., Шебеко Н.Г. Практикум по курсу «Организация производства»: Учеб. пособие / под общ. ред. Л.М. Сеницы. – Мн.: БГЭУ, 2001. – 210 с.
50. СТБ 1.3-98. Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации технических условий. – Мн.: Белгосстандарт, 1998. – 14 с.
51. Экономика машиностроительного производства: Учебник для машиностр. спец. вузов / И.М. Бабук, Э. И. Горнаков, Б.И. Гусаков, А.М. Панин; Под общ. ред. И.М. Бабука. – Мн.: Выш. школа, 1990.– 352 с.
52. Экономика, организация и планирование промышленного производства / Под общ. ред. Т.В. Карпей и Л.С. Лазученковой. – Изд. 2-е испр. и доп. – Мн.: Дизайн ПРО, 2001. – 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Значения нормальной функции распределения вероятностей

X	$\Phi(x) = P_K$	X	$\Phi(x) = P_K$
0,0	0,5000	-3,0	0,0013
0,1	0,5398	-2,9	0,0019
0,2	0,5793	-2,8	0,0026
0,3	0,6179	-2,7	0,0035
0,4	0,6554	-2,6	0,0047
0,5	0,6915	-2,5	0,0062
0,6	0,7257	-2,4	0,0082
0,7	0,7580	-2,3	0,0107
0,8	0,7881	-2,2	0,0139
0,9	0,8159	-2,1	0,0179
1,0	0,8413	-2,0	0,0228
1,1	0,8643	-1,9	0,0287
1,2	0,8849	-1,8	0,0359
1,3	0,9032	-1,7	0,0446
1,4	0,9192	-1,6	0,0548
1,5	0,9332	-1,5	0,0668
1,6	0,9452	-1,4	0,0808
1,7	0,9554	-1,3	0,0968
1,8	0,9641	-1,2	0,1151
1,9	0,9713	-1,1	0,1357
2,0	0,9772	-1,0	0,1587
2,1	0,9821	-0,9	0,1841
2,2	0,9861	-0,8	0,2119
2,3	0,9893	-0,7	0,2420
2,4	0,9918	-0,6	0,2743
2,5	0,9938	-0,5	0,3085
2,6	0,9953	-0,4	0,3446
2,7	0,9965	-0,3	0,3821
2,8	0,9974	-0,2	0,4207
2,9	0,9981	-0,1	0,4602
3,0	0,9987	-0,0	0,5000

Исходные данные к расчету

Варианты	Код работы (i,j)	Оценка времени работ, дн.			Продолжительность, дн.		Затраты, руб.		Стоимость сокращения работы на 1 день, руб.	Директивный срок Т _д , дн.
		t _{max} (i,j)	t _{н.в.} (i,j)	t _{min} (i,j)	нормальная	Предельная	Нормальные	Предельные		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	1-2	10	7	4		4	400	580	60	25
	1-3	7	5	4		4	800	830	30	
	1-4	15	10	8		8	1000	1200	100	
	2-4	0	0	0		0	-	-	-	
	3-4	5	3	2		2	400	470	70	
	3-6	10	8	5		5	900	1260	120	
	2-5	18	14	10		10	2000	2160	80	
	4-7	12	9	5		5	600	800	50	
	5-7	7	5	3		3	700	920	110	
6-7	6	4	1		1	400	520	40		
II	1-2	12	10	8		8	600	760	80	28
	1-3	4	3	2		2	300	390	90	
	1-4	6	4	3		3	500	540	40	
	2-5	6	5	4		4	1000	1100	100	
	2-6	12	10	8		8	800	1040	120	
	3-5	2	2	1		1	200	250	50	
	4-5	0	0	0		0	-	-	-	
	4-7	1	1	1		1	100	100	-	
	5-7	10	8	6		6	1000	1300	150	
	6-7	3	2	1		1	400	470	70	
7-8	9	6	3		3	200	230	10		
III	1-2	3	2	1		1	400	450	50	14
	1-3	4	3	2		2	600	700	100	
	2-4	5	4	3		3	300	360	60	
	3-4	6	4	3		3	200	220	20	
	2-6	5	3	2		2	700	780	80	
	3-5	3	2	2		2	300	300	40	
	3-7	4	3	2		2	800	870	70	
	4-7	5	3	2		2	500	540	40	
	4-6	7	5	3		3	900	1140	120	
	6-7	4	3	1		1	300	440	70	
5-7	6	4	3		3	600	650	50		

Продолжение табл. Б1

IV	1-2	7	5	3		3	700	860	80	20
	1-3	4	2	1		1	300	360	60	
	1-4	7	5	4		4	1200	1320	120	
	1-5	6	3	2		2	600	670	70	
	2-5	12	9	7		7	900	1100	100	
	3-4	7	4	2		2	200	300	50	
	3-6	4	2	1		1	200	240	40	
	4-7	6	4	2		2	600	680	90	
	5-7	10	7	5		5	600	680	140	
	6-7	2	1	1		1	100	100	20	
V	1-2	20	18	15		15	700	1000	100	32
	1-3	10	6	4		4	1000	1300	150	
	2-4	12	8	5		5	1500	1740	80	
	2-5	11	8	6		6	700	780	40	
	3-6	10	8	6		6	600	800	100	
	3-7	6	4	2		2	400	520	60	
	4-7	8	5	3		3	900	1060	80	
	5-7	9	6	4		4	1200	1440	120	
	6-7	3	2	1		1	300	350	50	
	VI	1-2	6	4	3		3	700	780	
1-3		4	2	1		1	300	360	60	
1-4		7	5	4		4	1200	1320	120	
1-5		6	3	2		2	600	670	70	
2-5		12	9	7		7	900	1100	100	
3-4		0	0	0		0	-	-	-	
3-6		4	2	1		1	200	240	40	
4-7		12	7	5		5	1500	1680	90	
5-7		11	8	6		6	600	820	110	
6-7		10	8	6		6	400	560	90	
VII	1-2	4	3	2		2	400	450	50	20
	1-3	5	3	2		2	600	70	100	
	2-4	5	4	3		3	300	360	60	
	3-4	4	2	1		1	700	780	80	
	2-6	6	4	3		3	300	320	20	
	3-5	3	2	2		2	200	220	20	
	3-7	4	3	2		2	800	870	70	
	4-7	0	0	0		0	-	-	-	
	4-6	7	5	3		3	900	1140	120	
	6-7	3	2	1		1	100	140	40	
	6-7	3	2	1		1	100	140	40	
	5-7	6	4	3		3	600	650	50	

Продолжение табл. Б1

VIII	1-2	8	6	4		4	700	860	80	15
	1-3	7	5	3		3	500	600	50	
	1-5	6	4	2		2	1000	1300	150	
	2-4	5	3	2		2	400	500	100	
	2-6	4	3	1		1	300	400	50	
	4-5	0	0	0		0	-	-	-	
	4-7	1	1	1		1	200	200	-	
	3-7	6	5	4		4	700	800	100	
	5-7	7	6	4		4	800	880	40	
	6-7	3	2	1		1	400	460	60	
IX	1-2	15	12	10		10	800	920	60	40
	1-3	12	10	9		9	1000	1040	40	
	2-4	12	8	6		6	500	590	90	
	3-4	9	7	5		5	1200	1400	100	
	2-5	10	8	6		6	800	820	60	
	2-6	13	10	8		8	1500	1740	120	
	3-7	20	15	10		10	900	1100	40	
	4-5	0	0	0		0	-	-	-	
	6-7	20	17	15		15	1200	1360	80	
	5-7	15	12	10		10	1500	1780	140	
X	1-2	12	8	5		5	400	550	50	38
	1-3	10	7	4		4	700	1000	100	
	1-4	20	15	10		10	900	1440	90	
	2-5	9	6	3		3	600	840	80	
	2-6	7	6	4		4	300	380	40	
	3-6	11	8	6		6	500	580	40	
	4-5	18	15	10		10	1000	1600	120	
	5-6	10	7	4		4	600	840	80	
	5-7	5	3	1		1	900	1180	140	
	6-7	0	0	0		0	-	-	-	
XI	1-2	17	15	14		14	300	350	50	36
	2-3	13	9	7		7	800	1000	100	
	2-4	6	4	2		2	400	540	70	
	2-5	1	1	1		1	50	-	-	
	3-5	0	0	0		0	-	-	-	
	4-5	7	5	3		3	1000	1240	120	
	5-6	8	5	2		2	600	840	80	
	5-7	6	4	2		2	700	820	60	
	6-7	9	6	4		4	1200	1500	150	
	7-8	6	3	1		1	100	120	10	

XII	1-2	10	7	4		4	300	450	50	25
	1-3	7	5	4		4	700	800	100	
	1-4	15	10	8		8	1000	1120	60	
	2-4	0	0	0		0	-	-	-	
	2-5	18	14	10		10	500	700	50	
	3-4	9	7	3		3	600	840	80	
	3-6	10	8	5		5	1000	1360	120	
	4-7	12	9	5		5	500	580	20	
	5-7	7	5	3		3	600	760	80	
	6-7	6	4	1		1	1000	1450	150	
XIII	1-2	12	10	8		8	600	750	80	23
	1-3	4	3	2		2	300	390	90	
	1-4	6	4	3		3	500	540	40	
	2-5	6	5	4		4	1000	1100	100	
	2-6	12	10	8		8	800	1040	120	
	3-5	2	2	1		1	200	250	50	
	4-5	0	0	0		0	-	-	-	
	4-7	1	1	1		1	100	100	-	
	5-7	10	8	6		6	1000	1300	150	
	6-7	3	2	1		1	400	470	70	
XIV	1-2	24	12	6		6	900	1140	40	40
	1-3	10	5	3		3	600	720	60	
	1-4	10	7	4		4	300	600	100	
	2-5	25	16	10		10	500	800	50	
	2-5	8	5	3		3	1000	1120	60	
	3-4	9	6	3		3	800	950	50	
	3-5	16	10	6		6	200	280	20	
	4-5	5	3	2		2	700	790	90	
	4-6	30	20	10		10	1000	1100	10	
	5-6	24	12	6		6	1500	1660	40	
XV	1-2	10	8	6		6	1000	1200	100	15
	1-3	8	6	3		3	700	1060	120	
	1-5	5	4	3		3	400	450	50	
	2-4	4	2	1		1	600	680	80	
	2-6	5	3	2		2	300	400	100	
	2-5	0	0	0		0	-	-	-	
	3-7	5	4	2		2	800	960	90	
	4-6	3	1	1		1	200	200	50	
	5-8	1	1	1		1	100	100	-	
	6-8	3	2	1		1	400	550	150	
7-6	2	2	2		2	300	300	-		

Учебное издание

КАСТРЮК Александр Петрович, КОРОЛЬКО Аркадий Антонович

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

для студентов технических специальностей

В двух частях

Часть 1

2-е издание, с изменениями

Дизайн обложки И.С. Васильевой

Редактор Д.Н. Богачёв

Подписано в печать 29.03.06. Формат 60×84 1/16. Гарнитура Таймс. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 21,35. Уч.-изд. л. 19,75. Тираж 100. Заказ 418

Издатель и полиграфическое исполнение –
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

ЛИ № 02330/0133020 от 30.04.04 ЛП № 02330/0133128 от 27.05.04

211440 г. Новополоцк, ул. Блохина, 29