

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

Н.А. Дубровский

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
для студентов экономических специальностей

Новополоцк 2006

УДК 658.5 (075.8)
ББК 65.290-80 я 73
Д 79

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.В. Рабец, директор ПРУП «Новополоцкжелезобетон»;
Н.Л. Белорусова, первый проректор, зав. кафедрой экономики и управления,
канд. экон. наук, доцент;
Н.И. Суханов, зав. кафедрой экономической теории, канд. экон. наук, доцент

Рекомендован к изданию методической комиссией
финансово-экономического факультета

Д 79 Дубровский Н.А. Организация производства: Учеб.-метод. комплекс для студ.
экон. спец. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – 368 с.
ISBN 985-418-402-1

Изложены теоретические и практические материалы по организации производства. Приведены задания для практических занятий, тесты, рекомендации по выполнению курсовой работы, положения рейтингового контроля.

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

УДК 658.5 (075.8)
ББК 65.290-80 я 73

ISBN 985-418-402-1

© Дубровский Н.А., 2006
© УО «ПГУ», 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ПРЕДПРИЯТИЕ КАК ОБЪЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	10
1.1. Сущность, признаки и задачи деятельности предприятия	10
1.2. Организационно-правовые формы предприятий	13
Методические материалы для самостоятельной работы.....	18
2. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	21
2.1. Сущность новшеств и инноваций, этапы инновационной деятельности. 21	
2.2. Организация научно-исследовательских работ	25
2.3. Организация изобретательской и патентно-лицензионной работы.	27
2.4. Конструкторская подготовка производства	29
2.4.1. Основные задачи и содержание конструкторской подготовки производства.....	29
2.4.2. Основные направления развития конструкторской подготовки производства.....	32
2.4.3. Сравнительный технико-экономический анализ при конструировании изделий	34
2.5. Технологическая подготовка производства	37
2.5.1. Сущность, задачи и этапы технологической подготовки производства.....	37
2.5.2. Основы технико-экономического анализа технологических процессов	41
2.6. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства	49
2.7. Организация перехода на выпуск новой продукции	50
2.8. Планирование инновационной деятельности.....	53
2.8.1. Плановые расчеты инновационной деятельности	53
2.8.2. Сетевое планирование и управление разработками	56
2.9. Эффективность инновационной деятельности	68
Методические материалы для самостоятельной работ	70
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	85
3.1. Сущность производственного процесса в машиностроении	85
3.2. Основные принципы организации производственного процесса	89
3.3. Типы производства и их характеристики	93
3.4. Производственный цикл и его структура	98
3.5. Длительность производственного цикла простого производства	102
3.6. Длительность производственного цикла простого производства с учетом перерывов	109
3.7. Формы организации производства	111
3.8. Особенности организации основного производства в машиностроении ...	114

3.9. Организация производственных процессов в пространстве.....	119
3.9.1. Производственная структура предприятия.....	119
3.9.2. Генеральный план предприятия.....	122
3.9.3. Принципы образования цехов и их производственная структура....	123
3.9.4. Пути совершенствования производственных структур предприятия.....	128
Методические материалы для самостоятельной работы.....	130
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	140
4.1. Общая характеристика поточного производства и основные разновидности поточных линий.....	140
4.2. Основы организации поточных линий.....	144
4.2.1. Общие положения.....	144
4.2.2. Расчет такта поточной линии.....	146
4.2.3. Синхронизация операции и организационная регламентация потока.....	149
4.2.4. Расчет количества рабочих мест поточных линий.....	153
4.2.5. Расчет заделов поточной линии.....	155
4.2.6. Транспортные средства поточных линий.....	162
4.2.7. Планировка поточных линий.....	166
4.2.8. Особенности организации работы некоторых типов поточных линий.....	169
4.3. Особенности организации многопредметных поточных линий.....	175
4.4. Организация автоматизированного производства.....	177
Методические материалы для самостоятельной работы.....	181
5. ОРГАНИЗАЦИЯ НЕПОТОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ (СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО).....	191
Методические материалы для самостоятельной работы.....	200
6. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	214
6.1. Понятие производственной мощности предприятия и факторы ее определяющие.....	214
6.2. Основы расчета производственной мощности.....	216
6.3. Показатели использования производственной мощности и пути ее повышения.....	223
Методические материалы для самостоятельной работы.....	227
7. ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	233
7.1. Организация инструментального хозяйства.....	233
7.1.1. Задачи и структура инструментального хозяйства.....	233
7.1.2. Классификация и индексация инструмента.....	234
7.1.3. Определение потребности в инструменте.....	234
7.2. Организация ремонтного хозяйства.....	245

7.2.1. Задачи ремонтного хозяйства	245
7.2.2. Сущность и содержание системы планово-предупредительного ремонта оборудования	246
7.2.3. Нормативная база системы ППР	248
7.2.4. Организация выполнения ремонтных работ	253
7.2.5. Анализ организации ремонтного хозяйства и пути его совершенствования	254
7.3. Организация энергетического хозяйства	255
7.3.1. Значение, функции и структура энергетического хозяйства.....	255
7.3.2. Определение потребности в энергоресурсах	257
7.3.3. Техничко-экономические показатели энергетического хозяйства и основные пути его развития	261
7.4. Организация транспортного хозяйства	261
7.4.1. Задачи транспортного хозяйства, виды транспортных средств.....	261
7.4.2. Организация перевозок грузов и расчет грузопотоков	263
7.4.3. Выбор и расчет транспортных средств, управление транспортным хозяйством	264
7.4.4. Планирование, технико-экономические показатели и пути совершенствования транспортного хозяйства	266
7.5. Организация складского хозяйства	268
7.5.1. Задачи складского хозяйства, классификация складов.....	268
7.5.2. Определение площади складских помещений. Тарное хозяйство ...	270
7.5.3. Складские операции и пути совершенствования складского хозяйства	273
7.6. Организация технического контроля качества продукции	275
7.6.1. Технический контроль, его сущность, задачи, функции и принципы	275
7.6.2. Задачи, функции и структура ОТК	276
7.6.3. Виды и методы технического контроля	278
7.6.4. Учет и анализ брака	282
Методические материалы для самостоятельной работы.....	285
8. ОРГАНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	311
8.1. Сущность, цели и функции материально-технического снабжения.....	311
8.2. Управление материально-техническим снабжением на предприятии ...	312
8.3. Применение логистического подхода к управлению материальными потоками.....	315
Методические материалы для самостоятельной работы	317
9. НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА	320
9.1. Задачи научной организации труда и ее методы	320
9.2. Организация многостаночной работы	323

9.3. Совмещение профессий.....	331
Методические материалы для самостоятельной работы.....	334
10. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА	337
10.1. Значение и содержание технического нормирования труда.....	337
10.2. Классификация затрат рабочего времени	338
10.3. Методы установления норм времени	340
10.4. Методы изучения затрат рабочего времени наблюдением	341
10.4.1. Хронометраж.....	341
10.4.2. Фотография рабочего дня	343
10.4.3. Метод моментных наблюдений	345
10.5. Нормативы для нормирования труда	347
10.6. Нормирование труда ИТР и служащих.....	348
Методические материалы для самостоятельной работы	350
11. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ	353
11.1. Организация производства на предприятиях компании TOYOTA	353
11.2. Система «Канбан» в организации производства по принципу «точно вовремя»	355
11.3. Опыт функционирования систем обслуживания производства	357
КУРСОВАЯ РАБОТА (общие требования)	361
РЕЙТИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ	363
ЛИТЕРАТУРА.....	365

ВВЕДЕНИЕ

Менеджер-экономист – это специалист в области руководства народным хозяйством и его звеньями, который ищет и обосновывает наиболее эффективные пути его развития, разрабатывает планы, определяет способы их выполнения, выявляет направления наиболее рационального использования производственных ресурсов, дает оценку эффективности технических и организационных решений, активно участвует в изыскании резервов производства, организует выполнение принятых обязательств, разрабатывает методы стимулирования повышения эффективности производства. Он переводит на язык цифр и показателей действие экономических законов, определяет необходимые направления, темпы и пропорции в развитии народного хозяйства, его отраслей и предприятий. Менеджер-экономист организует использование экономических методов и рычагов хозяйственного руководства – планирования, материального стимулирования, ценообразования и др.

Современный этап в развитии страны характеризуется как период становления рыночной экономики. Он происходит в условиях постоянных перемен методов и форм хозяйствования, высокой степени неопределенности и риска и требует от руководителей, управленцев глубоких и разносторонних знаний в различных областях управления. По мере утверждения рыночных форм в экономике страны овладение современными методами менеджмента, маркетинга, планирования и организации будет приобретать все большую актуальность.

Руководители и специалисты предприятий и организаций начинают все более остро ощущать необходимость решения таких задач, как повышение конкурентоспособности продукции и в целом промышленного предприятия, обновление основных фондов и техническое перевооружение, снижение издержек производства, ценообразования и сбыта продукции.

Особенно актуально стоят задачи по систематическому планированию и организации проведения мероприятий, нацеленных на сбор и анализ информации о целевом рынке, рыночном сбыте и инструментах, обеспечивающих действенность формирования необходимого ассортимента, оформления продукта, определение сегментов рынка и путей сбыта продукции, ценовую политику и политику продвижения товаров.

Перед руководителями стоят проблемы так скоординировать действия своих специалистов во всех сферах предпринимательской активности, чтобы обеспечить выживание и развитие предприятия в современных условиях. Это можно сделать только при систематическом повышении знаний в вопросах планирования, маркетинга, организации и менеджмента в целом.

Ход экономических реформ показал, что для выхода народного хозяйства из кризиса одних рыночных преобразований на макроэкономическом уровне совершенно недостаточно. Анализ работы успешных предприятий, функционирующих в реальном секторе, указывает на ключ к их достижениям – это грамотный менеджмент и совершенная организация не только в верхних этажах управления, но и в производственных подразделениях.

В дисциплине «Организация производства» изучается совокупность правил, процессов и действий, обеспечивающих форму и порядок соединения труда и вещественных элементов производства в целях повышения эффективности функционирования предприятия и увеличения прибыли.

Организация производства, означающая целенаправленную координацию всех элементов и ресурсов производства, позволяет в кратчайшие сроки и с наименьшими затратами полностью реализовать объективные экономические законы.

Наука об организации производства изучает предприятие как объект деятельности коллектива работающих, а также действие экономических законов в условиях предприятия и раскрывает частные закономерности его развития, вытекающие из этих законов и организационно-технических особенностей производства.

Эта наука предназначена:

- для изучения, обобщения и разработки методов рациональной организации процесса производства продукции и способов наиболее полного использования производственных ресурсов предприятия;
- для разработки путей систематического повышения эффективности производства, улучшения всех экономических показателей работы предприятия;
- для изучения методов организации внедрения новой техники и разработки методов определения ее экономической эффективности;
- для разработки методов организации производства и труда на предприятии;
- для изучения и обобщения опыта и разработки вопросов организации заработной платы всех категорий работников предприятия и методов стимулирования их работы.

Целью организации производства является создание условий, обеспечивающих выполнение заданий плана каждым производственным звеном и коллективом в целом. Это требует совершенствования всех сторон деятельности предприятия, в первую очередь, приведения в действие всех резервов производства для роста объема выпускаемой продукции, повышения ее качества, полного использования производственных фондов, экономии материальных и трудовых ресурсов, улучшения условий труда и быта.

Разработка теоретических основ и положений в области организации производства основывается на изучении, анализе, систематизации и обобщении опыта передовых предприятий, цехов и участков.

Вопросы организации производства рассматриваются не статически, а в движении, в развитии.

Объектами организации производства являются производственные системы различных уровней, состоящие из людей и средств труда, выпускающие различные виды продукции и оказывающие производственные услуги.

Предметом науки организации производства является изучение параметров, показателей и количественных зависимостей, определяющих эффективное сочетание основных элементов производственного процесса и путей его бесперебойного, ритмичного протекания в условиях конкретного предприятия.

Исследование столь многофакторной и многогранной системы, какой является предприятие, становится возможным лишь при комплексном использовании методологических основ многих наук. Организация производства как наука тесно связана с другими дисциплинами: с экономикой предприятия, технологией машиностроения, статистикой, информатикой, программированием, высшей математикой и др. при широком применении экономико-математических методов и ЭВМ.

Курс «Организация производства» должен обеспечить:

- широкую общеметодологическую подготовку, дающую специалисту возможность ориентироваться в сложных явлениях функционирования и развития промышленности в целом и отдельных предприятий, включая экономические, социальные и др. системы;

- хорошее владение методами конкретно-экономических исследований, экономических обоснований, умение применять их в жизни;

- владение статистическими и экономико-математическими методами, дающими специалисту возможность сформулировать и провести количественный анализ экономических явлений и выявить их дельнейшие тенденции;

- понимание основ и современных тенденций научно-технического прогресса;

- знание методов учета и умение использовать его данные для экономической работы;

- умение работать с людьми, понимать их запросы, организовывать и направлять их работу.

Менеджер-экономист любого производственного звена должен четко представлять его взаимосвязь с другими подразделениями, тенденции и направления его развития, связь с предприятиями-поставщиками и потребителями. При этом, чем сложнее становится производство, тем шире круг задач, решаемых этими специалистами.

1. ПРЕДПРИЯТИЕ КАК ОБЪЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Сущность, признаки и задачи деятельности предприятия

Предприятие представляет собой производственную систему. С управленческой точки зрения его можно рассматривать как организацию, под которой понимается группа лиц, взаимодействующих друг с другом ради достижения общей цели с помощью различных вещественных, правовых, экономических и иных условий. Предприятие характеризуется производственно-техническим, экономическим и организационным единством.

Каждое предприятие является единым производственно-техническим организмом. Это единство определяется общностью назначения изготавливаемой продукции или процессов ее производства. Оно обеспечивается также взаимосвязью всех элементов основных фондов, находящихся в его распоряжении: производственных зданий и сооружений; системы рабочих машин, включающих технологическое, подъемно-транспортное, энергетическое и др. оборудование; технологическую, контрольную, регулируемую и пр. оснастку. Предприятие может состоять из технологически однородных или разнородных цехов или участков, в результате совместных усилий которых выпускается определенная продукция. Производственно-техническое единство предопределяет единую систему технической документации, общую техническую политику отдельных звеньев.

Важным признаком, объединяющим предприятие в единый организм, является наличие общих вспомогательных и обслуживающих подразделений.

Организационное единство предприятия предполагает наличие коллектива, администрации и управления производством, общего обслуживания. Предприятие как единая организация вступает во взаимодействие с поставщиками сырья и потребителями продукции, с НИИ, КБ, организациями материально-технического обеспечения.

Важной чертой, характеризующей предприятие, является его экономическое единство, т.е. единство плана, учета, общность материальных, технических и финансовых ресурсов, экономических результатов работ, системы стимулирования.

Предприятие как хозяйственная организация вносит платежи и налоги в бюджет, финансово отвечает за результаты своей деятельности и за свои обязательства перед предприятиями-смежниками и партнерами.

Особое значение для укрепления экономического единства предприятия имеет регулирование его экономических отношений с коллективом занятых в нем людей.

Предприятие характеризуется рядом основополагающих признаков, основными среди которых являются следующие:

- наличие целей. Цель придает смысл существованию предприятия, определенности и направленности его действий;

- наличие некоторого числа участников, которые, дополняя друг друга, объединяя свои усилия, обеспечивают реализацию поставленной цели;

- наличие внутреннего координированного центра. Центр придает предприятию стабильность, устойчивость внутренним и внешним связям, что представляется важным условием его нормального функционирования и развития;

- саморегулирование. Суть саморегулирования состоит в том, что организационный центр на основе имеющейся информации самостоятельно принимает решения, касающиеся внутренней жизни предприятия, и координирует действие его членов;

- обособленность. Наличие границ, отделяющих его от внешнего окружения, в том числе и от других организаций;

- организационная культура, представляющая собой совокупность норм поведения, традиций, символов, словом, всего того, что отличает данную организацию от других.

Лицо любой организации определяется несколькими группами переменных факторов. Важнейшими из первичных факторов является внешняя среда, во многом определяющая границы организации, ее структуру, особенности внутренних процессов, взаимоотношение между людьми. Предприятие постоянно приспосабливается к среде, оценивает по ее реакции успешность своих действий.

Другим первичным фактором является внутренняя среда. Ее образует совокупность средств производства, персонал с его культурными традициями, ценностями, производственные и информационные процессы, взаимоотношение в коллективе.

Основной целью деятельности предприятия является хозяйственная деятельность, направленная на получение прибыли для удовлетворения социальных и экономических интересов членов трудового коллектива и интересов собственника имущества предприятия. Удовлетворение общественных потребностей в его продукции, работах и услугах регулируется государством экономическими методами.

К первичным звеньям промышленности относятся и объединения.

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

Главная цель создания объединения – 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.

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 промышленные предприятия, проектно-технологические, конструкторские, научно-исследовательские и другие организации. Они осуществляют свою деятельность на основе хозрасчета, под общим руководством специально созданного аппарата управления объединением. Входящие в состав промышленного объединения предприятия, организации сохраняют статус юридического лица.

Производственное объединение (ПО) – это форма организации и управления производством, основанная на производственно-технических связях предприятий, характеризующихся подетальной или технологической специализацией и кооперирующихся по выпуску общей конечной продукции. Головным в ПО является наиболее мощное предприятие, производящее важнейшие виды продукции, которое и управляет ПО. Входящие в состав ПО предприятия и организации, как правило, не имеют статуса юридического лица.

Главными задачами ПО являются:

- организация выпуска продукции, обеспечивающая ее конкурентоспособность на рынке, а по номенклатуре и качеству удовлетворяющая потребности народного хозяйства и населения страны;
- обеспечение высокого качества опытно-конструкторских и технологических работ и ускорение внедрения их результатов в производство;
- совершенствование организации производства и труда, повышение эффективности их функционирования.

В объединении развивается концентрация и специализация заготовительного производства: создаются мощные заготовительные, энергетические, ремонтно-механические и другие производственные единицы. Централизованные в объединении мощные подразделения способны решать сложные задачи, ускорять внедрение в производство научных разработок и изобретений, рационально 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. Главным подразделением в НПО может быть НИИ или опытно-конструкторское бюро, которое управляет этим объединением.

Главными задачами НПО являются:

- ускорение научно-технического прогресса в отрасли на основе использования новейших достижений науки, техники и организации производства;

- создание и внедрение в народное хозяйство новых машин, приборов, оборудования, материалов, технологических процессов, систем машин для механизации и автоматизации производственных и управленческих процессов;

- разработка научно-технических прогнозов, планов и программ, решение основных научно-технических проблем;

- информация организации, предприятия и объединения отрасли о достижениях в области создания новой техники или разработки и внедрения новых технологических процессов и средств механизации.

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 настоящее время в Республике Беларусь образовались и продолжают создаваться различные типы предприятий, составляющие основу рыночного хозяйства.

Функционирующие предприятия различаются между собой формой собственности, численности работников и годовым оборотом капитала.

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

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;
- на хозяйственные общества;
- на производственные кооперативы;
- на унитарные предприятия.

Хозяйственное товарищество создается в форме полного и командитного.

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

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

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

Общество с ограниченной ответственностью представляет собой объединение граждан или граждан и юридических лиц для совместной производственно-хозяйственной деятельности. Это предприятие закрытого типа, т.е. оно не имеет акций. Участники общества несут ответственность по его обязательствам только в пределах своих вкладов. Это – союз собственников, а не работников. Поэтому и отношения внутри общества определяются, прежде всего, исполнением его участниками собственных полномочий.

Общество с ограниченной ответственностью работает на основе устава, принятого на общем собрании всех собственников, и учредительного договора между ними, который призван регламентировать их взаимные отношения (способы определения доли участия каждого собственника в доходах, формы практического содействия развитию фирмы и т.п.). Высшим органом управления является собрание участников. Собрание избирает председателя общества и устанавливает срок его полномочий. Создается также рабочий исполнительный орган (дирекция), которая осуществляет текущее руководство деятельностью общества.

Общество с дополнительной ответственностью также не выпускает акций, а доля каждого инвестора фиксируется выдачей свидетельства. Уставом этого общества определяется размер дополнительной имуществ-

венной ответственности при недостаточности имущества общества для обеспечения его ответственности.

Акционерное общество (АО) – это объединение граждан и юридических лиц для совместной хозяйственной деятельности, имущество которого формируется главным образом за счет продажи акций, т.е. ценных бумаг, удостоверяющих право их владельца на финансируемую часть капитала акционерного общества. Акционеры несут ответственность по обязательствам акционерного общества лишь в пределах своего вклада (пакета принадлежащих им акций). Имущество общества полностью обособлено от имущества отдельных акционеров. Акция как ценная бумага, удостоверяющая вложение капитала, дает право держателям акций участвовать в управлении предприятием, получении прибыли, приходящейся на данное количество акций. Сумма акций в денежном выражении обычно соответствует стоимости имущества (основных фондов предприятия). Цена акции, обозначенная на ней, – это ее накопительная стоимость. Цена, по которой акции покупаются на бирже (рынке), являются курсовой стоимостью (рыночной стоимостью), или курсом акций.

Существует два типа акционерных обществ: закрытые и открытые.

Закрытое акционерное общество – это фирма, капитал которой разделен на части и рассредоточен среди некоторого числа собственников (например, среди членов трудового коллектива), причем акции, удостоверяющие право собственности, являются именными, их продажа на рынке ценных бумаг запрещена.

Акционерное общество открытого типа – это фирма, капитал которой распространяется путем открытой продажи акций. Купить акции и стать акционером может любой человек.

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

Унитарное предприятие – единый, составляющий одно целое, хозяйственный организм. 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 собственности, частной 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.

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

Для создания конкурентной среды создаются малые предприятия. В рыночной экономике малые предприятия – это активный и гибкий сектор экономики. Они могут быстро и эффективно перестраивать свое производство для удовлетворения меняющихся потребностей.

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 путем успешного ведения производственно-хозяйственной деятельности.

К предприятиям коллективной формы собственности в Республике Беларусь относятся: акционерные общества закрытого типа, арендные, совместные предприятия и основанные на смешанной собственности хозяйственные объединения.

Образование **предприятий коллективной формы собственности** проходит в результате выкупа коллективом государственного предприятия всего его имущества: перехода предприятия на аренду с правом последующего выкупа; добровольного объединения имущества граждан и юридических лиц на основе их вкладов и иных взносов.

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 основе договора аренды и устава и приобретает право юридического лица со дня его государственной регистрации в исполкоме по месту нахождения арендного предприятия.

Совместные предприятия (СП) представляют собой хозяйственные организации, созданные предприятиями Республики Беларусь с партнерами из зарубежных стран. Совместные предприятия создаются в форме акционерных обществ, обществ с ограниченной ответственностью или в

других формах. Совместные предприятия могут быть образованы путем их учреждения или в результате приобретения иностранным инвестором доли участия (пая или акции) в ранее учрежденном предприятии без иностранного капитала. Участниками СП могут быть как юридические, так и физические лица с обеих сторон.

Одной из организационных форм предпринимательской деятельности является объединение предприятий и фирм различных форм собственности.

Ассоциация – добровольное объединение предприятий и организаций с целью осуществления совместной деятельности на основе хозяйственного расчета, самофинансирования и самоуправления. Ассоциация предприятий обладает правом собственности на имущество, добровольно переданное ей предприятиями, а также полученное в результате ее хозяйственной деятельности и приобретенное ею по иным основаниям, допустимым законом. Ассоциация не имеет права собственности на имущество входящих в нее предприятий и организаций.

Ассоциация не является вышестоящим органом по отношению к входящим в нее самостоятельным предприятиям. Оно выполняет лишь те функции и обладает теми полномочиями, которые добровольно делегируют ей предприятия-участники. Ассоциации создаются по инициативе предприятий и организаций.

Для образования ассоциации предприятиями создаются учредительные комиссии. Затем проводится собрание учредителей, на котором решаются вопросы о членских взносах, принимается устав. Устав содержит название ассоциации, сведения о местонахождении руководящих органов, перечень ее задач, функций, прав и обязанностей, принципы членства, сведения об органах управления. Руководящими органами ассоциации являются общее собрание членов ассоциации, совет или правление и исполнительная дирекция. Участники ассоциации обязаны соблюдать устав, принимать участие в управлении и выполнять решения ассоциации.

Консорциум – это временное добровольное объединение предприятий для решения конкретных задач, реализации крупных целевых программ и проектов, в том числе научно-технических, строительных, природоохранных и др. Консорциум может быть создан путем объединения предприятий любой формы собственности. По выполнению поставленной задачи консорциум может прекратить свою деятельность или по договоренности участников быть преобразован для иного вида деятельности.

Участники консорциума сохраняют свою хозяйственную самостоятельность и могут принять участие в деятельности других консорциумов, ассоциаций, совместных предприятий.

Концерн – это объединение, осуществляющее совместную деятельность на основе добровольной централизации функций научно-технического и производственного развития, инвестиционной, финансовой, природоохранной, внешнеэкономической и иной деятельности, а также хозрасчетного обслуживания предприятий. Концерны могут быть отраслевыми и многоотраслевыми (включать предприятия промышленности, транспорта, торговли и банковской сферы).

Для осуществления совместной деятельности концерн создает собственные органы управления, каждый участник в соответствии с уставом концерна добровольно передает часть своих полномочий. Участники концерна не могут одновременно входить в состав других концернов.

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

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

Финансово-промышленная группа (ФПГ) – это объединение промышленных предприятий, банков, транспортных и других организаций для решения общих производственных и финансовых задач. Их деятельность основана на принципах добровольности и равноправия, свободы выбора организационной формы объединения и самоуправления.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. Понятие производственного предприятия.
2. Производственно-техническое единство предприятия.
3. Организационное и экономическое единство предприятия.
4. основополагающие признаки предприятия.
5. Основная цель деятельности предприятия.
6. Понятие производственного объединения.
7. Основные цели создания объединения.
8. Основные организационные формы объединений.
9. Научно-производственное объединение и его главные задачи.
10. Организационно-правовые формы предприятия и их характеристики.
11. Гибкие организационные формы предприятий.

Тематика исследований и рефератов

1. Производственно-техническое, организационное и экономическое единство предприятия, их сущность и взаимосвязь.

2. Организационно-правовые формы предприятия, их характеристики и особенности.

3. Основные признаки предприятия и их характеристики.

Тестовые задания

1. Что означает производственно-техническое единство предприятия?

а) наличие единых органов управления производственным коллективом предприятия;

б) взаимосвязь всех составных частей предприятия, которая определяется общностью назначения изготавливаемой продукции;

в) взаимосвязь всех частей предприятия, которая определяется административной обособленностью предприятия;

г) организацию деятельности предприятия на основе коммерческого расчета.

2. Что характеризует организационное единство предприятия?

а) взаимосвязь всех частей предприятия, которая определяется общностью назначения изготавливаемой продукции;

б) наличие единых органов управления производственным коллективом предприятия;

в) организацию деятельности на основе коммерческого расчета;

г) взаимосвязь всех составных частей предприятия, которая определяется административной обособленностью предприятия.

3. Что характеризует экономическое единство предприятия?

а) организацию деятельности на основе коммерческого расчета;

б) взаимосвязь всех частей предприятия, которая определяется общностью назначения изготавливаемой продукции;

в) взаимосвязь всех частей предприятия, которая определяется административной обособленностью предприятия;

г) наличие единых органов управления производственным коллективом предприятия.

4. Как классифицируются предприятия по назначению готовой продукции?

- а) государственные, кооперативные, коллективные, частные;
- б) массовые, серийные, единичные;
- в) производящие средства производства и производящие предметы потребления;
- г) добывающие, обрабатывающие.

5. Как классифицируются предприятия по формам собственности?

- а) государственные, кооперативные, коллективные, частные;
- б) добывающие, обрабатывающие;
- в) производящие средства производства, производящие предметы потребления;
- г) массовые, серийные, единичные.

6. Как классифицируются предприятия по типу производства?

- а) добывающие и обрабатывающие;
- б) государственные, кооперативные, коллективные, частные;
- в) производящие средства производства, производящие предметы труда;
- г) массовые, серийные, единичные.

7. Что представляет собой устав предприятия?

- а) юридический документ, регламентирующий права и обязанности учредителей;
- б) юридический документ, отражающий общие сведения о предприятии;
- в) свод правил, устанавливающий порядок и организацию деятельности предприятия;
- г) юридический документ, отражающий сводные данные по основным показателям деятельности предприятия.

2. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.1. Сущность новшеств и инноваций, этапы инновационной деятельности

Благосостояние общества определяется как массой факторов производства, объемом инвестиций, так и эффективностью инновационной деятельности, дающей конечный, положительный результат.

В соответствии с «Руководством Фраскати» инновация определяется как конечный результат деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо в новом подходе к социальным услугам. В словаре «Научно-технический прогресс» инновация трактуется как результат творческой деятельности, направленной на разработку, создание и распространение новых видов изделий, технологий, внедрение новых организационных форм и т.д. *Инновация – использование в той или иной сфере общества результатов интеллектуальной (научно-технической) деятельности, направленной на совершенствование процесса деятельности или его результатов.*

Следует разграничивать понятия «новшество» и «инновация».

Новшество – оформленный результат фундаментальных, прикладных исследований, разработок или экспериментальных работ в какой-либо сфере деятельности по повышению эффективности.

Новшества могут оформляться в виде открытий, изобретений, патентов, товарных знаков; документов на новый или усовершенствованный продукт, технологию, управленческий и производственный процесс; организационной, производственной или другой структуры; ноу-хау, понятий, научных подходов и т.д.

Главное – внедрить новшество, превратить его в форму инновации, т.е. завершить инновационную деятельность и получить положительный результат, затем продолжить диффузию инновации.

Инновация – конечный результат внедрения новшества с целью изменения объекта управления и получения экономического, социального, экологического, научно-технического или другого вида эффекта.

Процесс по стратегическому маркетингу, НИОКР, организационно-технологической подготовке производства, производству и оформлению

новшеств, их внедрению (или превращению в инновации) и распределению в другие сферы (диффузия) называется инновационной деятельностью.

Инновационная деятельность как процесс состоит из отдельных этапов (рис. 2.1).

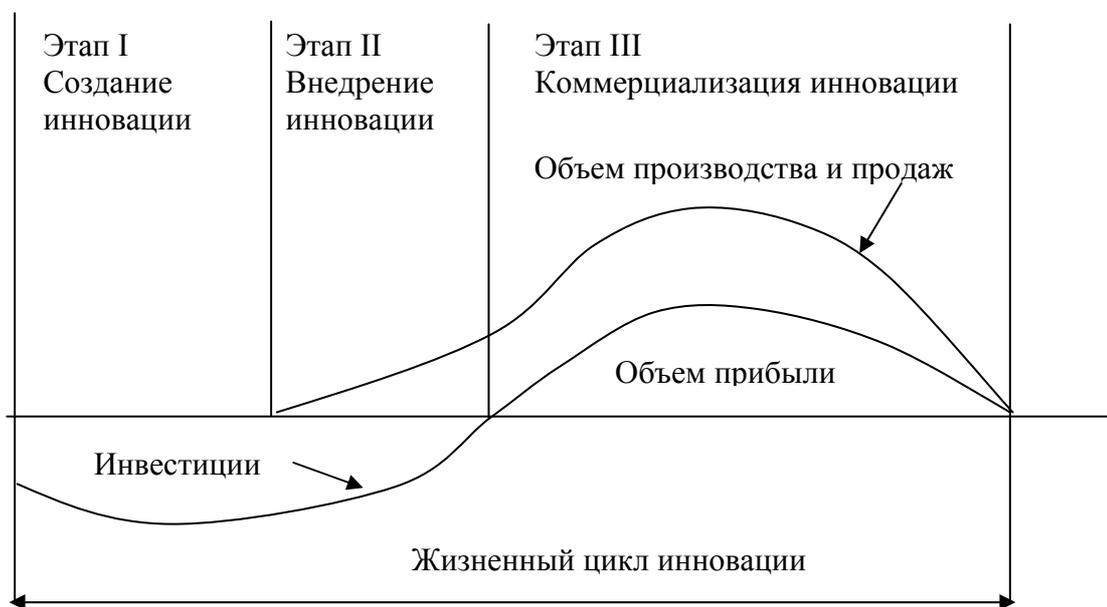


Рис. 2.1. Этапы инновационного процесса

На этапе создания инновации:

- выполняются маркетинговые исследования;
- осуществляются необходимые научные исследования и опытные разработки;
- разрабатывается конструкторская документация;
- выполняется организационно-технологическая подготовка производства;
- осуществляется производство опытных образцов.

На этапе создания инновации предприятие несет значительные капитальные затраты, связанные с проведением исследовательских, конструкторских и технологических работ, инженерно-исследовательскими работами, выполненными сторонними организациями, приобретением патентов, лицензий и др.

Внедрение инновации соответствует началу серийного и массового выпуска продукции. На этом этапе имеет место рост объема производства и объема продаж, однако выручка от реализации продукции еще не позволяет полностью покрывать повышенные затраты на производство.

На этапе коммерциализации наблюдается интенсивный рост объемов производства и продаж, затраты на производство полностью покрываются выручкой от реализации продукции, предприятие получает прибыль.

Длительность третьего этапа определяется такими факторами, как моральное старение инновации, появление более конкурентоспособных изделий, поэтому предприятие вынуждено сокращать объемы производства устаревающей техники, обновлять номенклатуру производимой продукции и снижать устаревшие изделия с производства.

В последние годы в стране наблюдается увеличение удельного веса новой техники. В промышленно развитых странах (Япония, США и др.) наблюдается увеличение удельного веса рискованных высоких технологий («хай-тек»). Так жизненный цикл товаров, изготовленных по высокой технологии, примерно в три раза короче, чем у обычных промышленных товаров, и составляет 3 – 5 лет.

Процесс подготовки и использования в производстве и эксплуатации инноваций представляет собой комплекс мероприятий научного, технического, управленческого, организационного, экономического и социально-психологического характера, направленных на разработку и промышленное освоение новой продукции. В общем случае инновационный процесс состоит из отдельных, взаимосвязанных фаз. Основными фазами этого процесса являются следующие.

Научно-исследовательские работы. Во время этой фазы возникают и проверяются новые идеи, часто реализуемые в виде изобретений. Теоретические предпосылки решения проблем проверяются путем проведения опытно-экспериментальных работ. Научные исследования могут выполняться одновременно с опытно-конструкторскими и технологическими разработками. Начало разработки часто связано с патентованием изобретения.

Опытно-конструкторские разработки. На этой фазе научные идеи воплощаются в чертежи, а затем в опытные образцы новой техники, проводятся их всесторонние испытания с целью выявления соответствия их установленным требованиям.

Технологическая подготовка и освоение производства – это комплекс работ по проектированию прогрессивных технологических процессов с применением высокопроизводительного и экономичного оборудования, а также по разработке прогрессивных норм расхода инструментов, материалов, технологического топлива и других материальных и трудовых затрат.

Материально-техническое обеспечение включает систему мероприятий, направленных на комплексное и своевременное обеспечение

производства новых изделий материалами и полуфабрикатами, покупными комплектующими изделиями, инструментом, технологической оснасткой и оборудованием.

Управление подготовкой. Данная фаза охватывает планирование, учет, контроль и регулирование на всех стадиях и этапах подготовки производства. *Планирование – выработка цели и постановка задач, научное прогнозирование, определение способа и средств достижения цели, выбор периода решения задач.*

Учет охватывает комплекс работ по сбору, систематизации и обработке информации, необходимой для управления. Учетная информация должна быть минимальной, но достаточной для анализа и приема решений всеми специализированными службами.

Контроль выявляет отклонение финансовых показателей от плановых и позволяет получить информацию о характере и причинах отклонений. Для осуществления контроля определяются: перечень показателей, требующих контроля, периодичность, методы его проведения, методы регистрации отклонений, методы и порядок контроля выполнения принятых решений.

Регулирование сводится к организации оперативного выполнения плановых заданий.

Организационная подготовка охватывает мероприятия по сокращению затрат на ее проведение. Сюда можно отнести и разработанный комплект стандартов ЕСТПП, разработка методов сетевого планирования и управления и др.

Экономическая подготовка. Данная фаза является важнейшим звеном в создании новых изделий. Успешное управление процессом создания и освоения новой техники предполагает экономическое обоснование конструкций изделий, выполнение планово-экономических показателей производства в период освоения и т.д. При создании новой техники закладываются технико-экономические ее преимущества. Эта фаза характеризуется необходимостью проведения тщательной оценки и анализа технико-экономического уровня создаваемой техники с целью нахождения наиболее эффективных направлений и оптимальных технических решений. Определение затрат на новую технику на ранних этапах ее создания дает возможности оценить данное направление технического прогресса, своевременно исключить принятие неэффективных вариантов.

Важность и необходимость экономической подготовки обусловлена тем, что малейшая ее недооценка, особенно на ранних стадиях разработки, приводит к большим потерям времени и средств, как в процессе изготов-

ления, так и последующей эксплуатации. *Экономичность – отправной пункт создания и совершенствования изделий и одновременно завершающий, оценочный показатель.*

К числу важнейших требований инновационной деятельности следует отнести социальную подготовку. Решением технических задач процесс создания новой продукции не заканчивается. Сложная и ответственная часть подготовки производства начинается с момента привлечения всего коллектива предприятия к производству изделия. Главной задачей социально-психологической подготовки является создание условий для заинтересованности всего коллектива работников в скорейшем ее внедрении. В общем случае социально-психологическая подготовка – это комплекс мероприятий, направленных на организацию пропаганды экономических, психологических и социальных последствий от внедрения новой продукции для коллектива предприятия-изготовителя, а также для ее потребителей.

Вот такие основные фазы инновационной деятельности можно выделить. Хотя следует заметить, что в отношении выделения фаз единая точка зрения отсутствует. Некоторые авторы выделяют в самостоятельную фазу вопросы, связанные с систематизацией планово-учетной и оперативной информации, другие – фазу инженерной подготовки, включая в нее вопросы обеспечения производства новой техники оборудованием, производственными площадями и др. ресурсами, третьи – информационную стадию, четвертые – инструментальную и т.д.

2.2. Организация научно-исследовательских работ

Научно-исследовательские работы – работы научного характера, связанные с научным поиском, проведением исследований, экспериментов в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки гипотез, установления закономерностей, научного обоснования проектов, экспериментального и научного подтверждения возможностей достижения в данном производстве нормативов конкурентоспособности, установленных рынком.

Научно-исследовательские работы могут подразделяться на следующие виды:

- фундаментальные исследования (теоретические и поисковые);
- прикладные исследования;
- опытно-конструкторские работы;
- опытные, экспериментальные работы, которые могут выполняться на любом из предыдущих этапов.

Работы теоретического характера выполняются с целью познания законов и закономерностей, расширения, углубления и систематизации зна-

ний по определенной научной проблеме. По методам выполнения такие работы могут быть расчетными, но могут опираться на сложнейшие и точные эксперименты.

К поисковым относятся исследования, задачей которых является открытие новых принципов создания изделий и технологий; новых, неизвестных ранее, свойств материалов и их соединений и др.

В поисковых исследованиях обычно известна цель намечаемой работы, ясны теоретические основы, но не конкретные направления. В ходе таких исследований находят подтверждение теоретические предпосылки и идеи, хотя они иногда могут быть отвергнуты или пересмотрены. Приоритетное значение фундаментальной науки в развитии инновационных процессов определяется тем, что она выступает в качестве генератора идей, открывает пути в новые области.

Прикладные исследования направлены на изучение путей практического применения открытых ранее явлений и процессов. Они ставят своей целью решение технической проблемы, уточнение неясных теоретических вопросов, получение конкретных результатов, которые в дальнейшем будут использованы в опытно-конструкторских работах (ОКР).

Опытно-конструкторские работы – это своеобразный переход от лабораторных условий и экспериментального производства к промышленному производству. Он основан на существующих знаниях, полученных в результате научных исследований и разработок и практического опыта.

Опытные, экспериментальные работы – вид разработок, связанный с опытной проверкой результатов научных исследований. Опытные работы имеют своей целью изготовление и отработку опытных образцов новых продуктов, отработку новых технологических процессов. Экспериментальные работы направлены на изготовление, ремонт и обслуживание специального оборудования, аппаратуры, приборов, установок, стендов, макетов, необходимых для проведения НИР и ОКР.

При проведении научных исследований решается ряд организационных и экономических вопросов, таких как планирование объемов, трудоемкости, сроков выполнения работ, сметы затрат, оценка их эффективности.

Особенностью научных исследований является выделение проблем, тем и этапов.

Научная проблема представляет собой определенное направление исследований, охватывающих более или менее широкую область науки. Совокупность работ, выполняемых при проведении научных исследований по определенной проблеме, называется темой, т.е. тема есть не что иное, как решение одной или нескольких задач, представляющих часть, один из аспектов проблемы. Темы, как правило, разбиваются на этапы. На основа-

нии многолетних исследований *темы можно разбить на ряд типовых этапов.*

Подготовительный этап. Составляется библиография по теме, изучается литература. Производится изучение опыта других организаций, составление обзорного документа.

Разработка технического задания. Формируются цели и задачи исследований темы, устанавливаются методы, сроки, состав исполнителей, составляются график разработки и плановая калькуляция темы. Техническое задание может основываться на типовых нормах или аналогах, с учетом сложности работ.

Разработка технического предложения. Анализируют техническое задание, осуществляют подбор и анализ имеющихся материалов, разрабатывают общую методику проведения исследований, формируют конкретные задания исполнителям.

Проведение теоретических и экспериментальных исследований. Данный этап может состоять из нескольких работ. Основные из них следующие:

1) теоретические разработки, в процессе которых проверяют научные и технические идеи; разрабатывают методику исследований, схемы, теоретические обоснования, выявляют необходимости экспериментальных работ, составляют методику их проведения; большую роль в успешном проведении исследований, требующих экспериментальной подготовки, играет планирование эксперимента;

2) проектирование, изготовление макетов и экспериментальных образцов;

3) экспериментальные работы, осуществляемые, как правило, в экспериментальных цехах или опытных производствах;

4) испытания, внесение коррективов в разработки и исследование на основе испытаний.

Оформление результатов НИР. Составляют отчетную документацию, включая материалы по новизне и целесообразности использования результатов НИР, рассчитывают ее экономическую эффективность.

Завершающий этап. Сдача заказчику оформленных результатов.

2.3. Организация изобретательской и патентно-лицензионной работы

Изобретением признается новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области народного хозяйства, социально-культурного строительства или обороны страны, дающее положительный эффект.

Объектом изобретения могут быть: новое устройство (машина, прибор, инструмент, аппарат и др.), способ (процесс обработки сырья, изготовле-

ние химических волокон и др.), вещество (краски, сплавы, растворы и др.) или их применение по новому назначению. Изобретательским правом охраняется не сам материальный объект, а заключенное в нем техническое решение.

Автор изобретения имеет право на признание за ним только авторства и предоставление ему прав и льгот, предусмотренных законодательством, с передачей государству права на использование изобретения: в этом случае ему выдается бессрочное авторское свидетельство. Оформление прав на изобретение осуществляется также путем получения патента.

Патент – это документ, удостоверяющий авторство и предоставляющий его владельцу исключительное право на изобретение. Под этим подразумевается, что никто не может использовать изобретение без согласия владельца патента. Согласие на использование изобретения в этом случае выражается путем выдачи (продажи) лицензии на частичное использование или полную передачу патентных прав. Лицензирование представляет собой одну из основных форм торговли технологиями, лицензиями, ноу-хау и др.

Лицензия представляет собой разрешение отдельным лицам или организациям использовать изобретение, защищенное патентом, технические знания, технические и конструкторские секреты производства и т.п. Предоставление лицензии является коммерческой операцией и объектом договора о продаже (покупке), согласно которому владелец патента (лицензиар) выдает своему контрагенту (лицензиату) лицензию на использование в определенных пределах своих прав на патенты, ноу-хау, товарные знаки и т.д.

Лицензирование осуществляется путем принятия заинтересованными сторонами лицензионного соглашения-договора, в соответствии с которым собственник изобретения, технологических знаний, опыта и секретов производства выдает своему контрагенту лицензию на использование интеллектуальной собственности. В соглашении определяются производственная сфера и территориальные границы использования предмета лицензии. Лицензионное соглашение может предусматривать комплексную передачу нескольких компонентов и связанных с ними ноу-хау. В этом случае лицензионное соглашение, как правило, предусматривает оказание лицензиаром комплекса сопутствующих инжиниринговых (инженерно-консультационных) услуг, включая проектирование, организацию лицензионного производства, ноу-хау, пусконаладочные работы, подготовку кадров и т.д.

Лицензионные соглашения делятся на самостоятельные, которые предусматривают, что технология или технологические знания передаются независимо от места и условий их предстоящего использования, и сопутствующие, когда одновременно с передачей лицензии заключается контракт

на строительство, поставку оборудования и комплектующих узлов или оказания инжиниринговых услуг.

Вознаграждение продавцу (лицензиару) за предоставление права покупателю (лицензиату) на использование предмета лицензионного соглашения осуществляется посредством лицензионных платежей, которые могут быть в виде периодических отчислений от доходов покупателя в течение периода действия соглашения или единовременного платежа, установленного заранее, на основании экспертных оценок. Периодические отчисления (роялти) могут определяться как выплата процента от оборота, стоимости чистых продаж лицензионной продукции или устанавливаться в расчете на единицу выпускаемой продукции. Единовременный платеж выступает как форма паушального платежа, предусматривающего передачу технической документации от лицензиара. Возможны различные сочетания приведенных форм лицензионного вознаграждения.

2.4. Конструкторская подготовка производства

2.4.1. Основные задачи и содержание конструкторской подготовки производства

Результаты прикладных исследований используются в конструкторской подготовке новых изделий.

В задачи конструкторской подготовки производства входит:

- обеспечение неуклонного и непрерывного технического прогресса данной отрасли народного хозяйства;
- обеспечение высокого качества новых изделий;
- обеспечение наименьших затрат при разработке, освоении и эксплуатации новых машин и процессов;
- обеспечение коротких сроков создания новых, более совершенных видов продукции.

Конкретное содержание конструкторской подготовки производства зависит от степени сложности создаваемого изделия, его новизны и технологической характеристики, а также от типа и масштаба производства и производственных условий, существующих на предприятии, создающем новое изделие.

Содержание и порядок выполнения работ регламентируется ГОСТами. В соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД) конструкторская подготовка производства включает следующие стадии: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации.

Техническое задание разрабатывается заказчиком или разрабатывающей организацией. Оно определяет принципы работы техники, основные параметры, характеризующие ее размеры, кинематическую схему, коэффициент полезного действия, вид применяемой энергии, вес и габари-

ты. Устанавливаются технико-экономические показатели, от которых зависит качество конструкции как объекта эксплуатации. К конструкции как объекту производства предъявляются требования экономичности производства и минимальных сроков ее освоения. При составлении технического задания необходимо учитывать конкретные условия изготовления создаваемого изделия. Необходимо предусмотреть соответствие нового изделия и его элементов технологическим методам обработки и сборки, наиболее экономичным при заданном масштабе производства. Требуется обеспечить также соответствие проектируемого изделия средствам производства, которыми располагает изготавливающее предприятие. Чтобы не было срывов и задержек в сроках освоения новых изделий, желательно, чтобы они не требовали методов, не освоенных данным предприятием, и специального оборудования, не имеющегося на заводе. Однако не нужно все рассчитывать и разрабатывать исходя только из имеющихся возможностей, нужно обязательно предусматривать внедрение новых технологических процессов и ввод нового, более совершенного оборудования.

К качеству изделия можно предъявить требования:

- экономические;
- эксплуатационные;
- производственно-технологические.

Экономические требования:

- создаваемое изделие должно учитывать не только достигнутый уровень технического развития, но и перспективы развития науки и техники;
- новая конструкция должна соответствовать параметрическому ряду системы машин определенного типа;
- затраты на изготовление новой техники должны быть относительно минимальны.

Эксплуатационные требования:

- обеспечение высоких эксплуатационных качеств новой техники;
- возможность использования машины с минимальными эксплуатационными расходами (расход топлива, энергии, трудоемкости обслуживания, стоимость ремонта и т.д.).

Производственно-технологические требования:

- экономия материальных затрат (снижение веса машины, выбор более дешевых материалов, повышение степени использования материалов и др.);
- правильный выбор конструкции машины с точки зрения экономии затрат живого труда при ее изготовлении.

Техническое предложение содержит документы, характеризующие технико-экономическое обоснование конструкции. Устанавливаются и согласовываются с заказчиком и заводами-изготовителями возможность и целесообразность удовлетворения всех требований технического задания.

После согласования с заказчиком и утверждения техническое предложение является основой последующих работ.

В состав эскизного проекта входят: чертежи общего вида, компоновочные чертежи, все принципиальные схемы, основные расчеты по прочности, расчеты основных эксплуатационных показателей, технико-экономическое обоснование проекта. При проектировании сложных изделий одновременно с разработкой эскизного проекта создаются необходимые макеты и изделия. При эскизном проектировании составляют спецификации сборочных единиц, в том числе унифицированных и покупных деталей.

Технический проект должен содержать уточненные по сравнению с эскизным проектом чертежи общего вида, чертежи всех узлов, а также наиболее трудоемких и металлоемких деталей. На этой стадии требуется не только дать конструкторское оформление всех компонентов изделия (кроме деталей чертежей), но и провести большое количество расчетов, связанных с обеспечением прочности, жесткости, надежности всех сборочных единиц изделия.

Определяются размеры, материал, технические требования в отношении способов изготовления основных деталей и сборки узлов. Определяются применяемые стандарты и нормы готовых узлов и деталей. На данной стадии особую важность приобретает также связь между конструкторами и технологами.

К техническому проекту прилагается краткая пояснительная записка.

Рабочий проект является дальнейшей конкретизацией проектирования. В состав рабочего проектирования входит вся документация, необходимая для изготовления, монтажа и эксплуатации машины. В него входят рабочие чертежи всех деталей, подлежащих изготовлению на данном предприятии, сборочные и монтажные схемы, подетальные спецификации, технические условия на покупные детали, инструкции по промышленным испытаниям, монтажу и эксплуатации машины.

При рабочем проектировании подготавливается документация установочных серий, на основе которой они изготавливаются и испытываются; по результатам корректируется конструкторская документация. При рабочем проектировании осуществляется общий, расчетный, нормализационный и технологический контроль чертежей.

Конструкторская подготовка производства представляет собой комплекс длительных, сложных и дорогих процессов, поэтому их ускорение имеет большое экономическое и техническое значение. Длительная задержка конструкторской подготовки производства новой техники влечет в той или иной степени моральное старение разрабатываемой конструкции, замораживает средства в подготовительной стадии, тормозит темпы технического прогресса.

Важнейшими средствами ускорения конструкторской подготовки производства являются следующие:

- применение в новом изделии нормализованных и унифицированных деталей и узлов;
- организация параллельной разработки конструкции;
- рациональная организация конструкторских работ и их механизация;
- улучшение оснащения и обслуживания рабочих мест конструкторов;
- стимулирование качественного и быстрого выполнения конструкторских работ.

2.4.2. Основные направления развития конструкторской подготовки производства

Одной из эффективных мер, позволяющих повысить качество изделий, уменьшить трудоемкость подготовки производства, а также трудоемкость и себестоимость самих изделий, является применение современных направлений в конструировании машин. Эти направления исходят из следующих принципов:

- стандартизация;
- нормализация (конструктивная);
- конструктивная преемственность;
- унификация;
- агрегатирование.

Стандартизация ограничивает число разновидностей, размеров и качественных характеристик производственных объектов и устанавливает технически и экономически целесообразные из них для всего народного хозяйства. **Стандарт** – это устойчивый образец: он закрепляет достижения в области техники, которые разработаны, проверены и могут быть применены в широком масштабе во всех областях. Использование стандартов при конструировании новых изделий повышает их технологичность и создает предпосылки для организации производства целого ряда деталей, входящих в конструкцию различных изделий. Использование стандартных деталей можно оценить исходя из их удельного веса в общем количестве деталей вновь создаваемой конструкции изделия.

$$K_{cm} = \frac{N_{cm}}{N_{общ}} \cdot 100,$$

где N_{cm} – количество стандартных деталей проектируемой машины; $N_{общ}$ – общее количество деталей вновь создаваемой машины.

Нормализация – это стандартизация, которая проводится в рамках одной отрасли или одного или нескольких предприятий.

Основной задачей нормализации является создание максимального количества сходных, геометрически подобных или аналогичных элементов

в изделиях различного назначения. Уровень нормализации оценивается с помощью коэффициента нормализации

$$K_n = \frac{N_n}{N_{общ}} \cdot 100,$$

где N_n – количество нормализованных деталей проектируемой машины.

Конструктивное преемственность заключается в том, что в новой конструкции используются детали и узлы выпускаемых машин, которые хорошо зарекомендовали себя в работе.

При производстве нового изделия с высокой степенью преемственности не требуется освоения заново целого ряда деталей, узлов, что сокращает сроки его создания и освоения, уменьшает его стоимость и объем работ конструкторской подготовки.

Естественно, что применение этого метода возможно лишь в случае, если освоенные узлы и детали полностью отвечают требованиям новой конструкции. Чрезмерное и необоснованное его применение может привести к замедлению темпов технического прогресса.

Показателем степени конструктивной преемственности является удельный вес деталей, заимствованных из ранее созданных аналогичных конструкций, в общем объеме деталей вновь созданной конструкции

$$K_{np} = \frac{N_{np}}{N_{общ}} \cdot 100,$$

где N_{np} – количество деталей, заимствованных из ранее созданных аналогичных конструкций.

Унификация (конструктивная) заключается в уменьшении в новом изделии номенклатуры деталей и узлов (в увеличении их повторяемости), номенклатуры материалов, форм и размеров деталей и заготовок.

Унификация способствует росту производительности труда, снижению себестоимости продукции, сокращению длительности производственного цикла, сокращает разнообразие потребляемых инструментов и приспособлений.

Степень унификации выражается коэффициентом унификации

$$K_y = \frac{N_{ст}}{N_{общ}} \cdot 100,$$

где $N_{ст}$ – количество наименований деталей по спецификации.

Агрегатированием называется метод создания конструкции, основанный на сочетании стандартных или нормализованных агрегатов и узлов одного либо различного эксплуатационного назначения.

Наибольшее развитие этот метод получил в станкостроении при производстве агрегатных станков. Агрегатирование позволяет создавать сборно-разборное оборудование обратной конструкции, состоящее из взаимозаменяемых нормализованных узлов. При необходимости агрегаты можно разобрать, а входящие в них узлы использовать в новых сочетаниях для создания нового оборудования.

Таким образом, приведенные выше принципы позволяют снизить трудоемкость и повысить качество конструкторской подготовки производства.

2.4.3. Сравнительный технико-экономический анализ при конструировании изделий

Основной целью проведения расчетов экономической эффективности проектируемых изделий является их количественная и качественная оценка по сравнению с действующими изделиями аналогичного эксплуатационного назначения, а также отбор наилучших конструктивных вариантов при проектировании. Принимаемая к производству конструкция должна обладать преимуществами по сравнению с существующими изделиями: обеспечивать повышение производительности общественного труда, улучшать качество производимой продукции, облегчать труд работников и др.

Таким образом, расчеты, связанные с обоснованием новых конструкций, имеют характер сравнительного анализа. При расчетах эффективности новых изделий необходимо учитывать интересы как предприятий-изготовителей, так и эксплуатационников. Для этих целей используются различные показатели.

Среди показателей, характеризующих изделие как объект производства, следует выделить:

- расходные показатели – материалоемкость и трудоемкость, на основе которых прогнозируется себестоимость изделия; затраты, необходимые для подготовки его производства; необходимые капиталовложения;
- унификационные показатели, характеризующие степень унификации конструкции;
- временные показатели, определяющие сроки капиталовложений, сроки подготовки производства и др.

Среди показателей, характеризующих изделия как объект эксплуатации, необходимо выделить:

- показатели производительности труда;
- показатели качества изделия, в частности, его надежность;
- расходные показатели – затраты на эксплуатацию изделия, капиталовложения, связанные с его приобретением и эксплуатацией.

К основным показателям, характеризующим экономическую эффективность изделия, относятся результаты и затраты, связанные с его производством и эксплуатацией.

Большое значение имеет своевременность и высокое качество технико-экономического анализа, исключаящее внедрение в производство экономически неэффективных изделий. Расчеты должны начинаться с первого этапа проектирования и, переходя постепенно к последующему этапу, уточнять параметры узлов и машины в целом.

Особый интерес представляют технико-экономические расчеты на первых этапах проектирования, когда имеются лишь эскизные наброски и приблизительно известны основные параметры. Особенностью первых этапов проектирования является также наличие большого числа вариантов, отличающихся принципами работы. Громоздкие расчеты, претендующие на высокую точность, здесь лишены смысла.

В сфере производства наибольшую сложность представляет расчет себестоимости изделия. На этот показатель оказывает влияние большое количество факторов: конструктивных, производственных, технологических, организационных и эксплуатационных. Только наличие полной документации на изготовление изделия позволяет рассчитать плановую его себестоимость. В процессе конструкторской подготовки производства такая документация и нормативы (нормы времени, нормы расхода материалов и др.) отсутствуют. В этом случае применяются укрупненные методы расчета себестоимости.

Метод удельных показателей определения себестоимости основан на статистических показателях удельной себестоимости единицы массы или какого-либо определяющего эксплуатационного параметра, например, единицы мощности. Этот метод может быть уточнен с помощью дифференцированных удельных показателей: удельной материалоемкости и удельной трудоемкости. На основе рассчитанных по ним затрат на материалы и заработную плату основных производственных рабочих себестоимость укрупненно может быть определена по обычным калькуляционным формулам. Однако метод удельных показателей обеспечивает точность технико-экономического анализа лишь в условиях почти полной аналогии конструкций.

При использовании *балльного метода* технические данные изделия оценивают экспертным путем баллами. По каждому параметру устанавливают характер связи (линейной или степенной) между каждым параметром и баллами. Полученные для каждого параметра данного изделия баллы суммируются. Затем делением известной себестоимости каждого выпускаемого изделия на соответствующую сумму баллов получают стоимость одного балла, так называемый стоимостной множитель. Среднее арифме-

тическое всех ценностных множителей используют при проектировании новых изделий для оценки их себестоимости.

Точность этого метода зависит от количества статистических материалов для определения ценностного множителя, а также от обоснованности экспертной оценки при назначении баллов.

Корреляционный анализ позволяет выявить комплексное влияние на себестоимость ряда основных, наиболее существенных факторов. Для расчета себестоимости может быть использован линейный вид зависимости или степенной (если отдельные факторы, характеризующие конструктивные параметры, имеют нелинейную связь с себестоимостью).

Для расчетов себестоимости можно использовать нормативы, статистические данные о затратах на подготовку аналогичных изделий или агрегатов, уже выпускаемых заводами.

Приближенные расчеты требуемых капитальных вложений в производство выполняются на основе отраслевых (или заводских) нормативов удельных капвложений на единицу продукции в год. Такие нормативы могут быть рассчитаны на основе обработки статистических данных о капиталовложениях на аналогичные конструкции изделий. Если часть капитальных вложений осуществляется через сравнительно длительный промежуток времени по отношению к году, в котором производится расчет, то их корректируют с учетом фактора времени.

При проведении расчета технико-экономической эффективности необходимо учитывать, что проектируемое изделие должно иметь такие эксплуатационные характеристики, которые обеспечивают выполнение всех требований технического задания. Только выполнение этих условий позволяет перейти к рассмотрению экономических критериев качества проектируемого изделия. В окончательной оценке сравнительной эффективности вариантов изделия необходимо учитывать социологический эффект, экологические характеристики, показатели унификации. При проведении технико-экономического анализа необходимо учитывать ряд особенностей. Поскольку объем исходной информации по проектируемой машине весьма ограничен, для этих расчетов привлекается разнообразный статистический материал и широко используются различные методы математической статистики. Как бы совершенна ни была зависимость, разработанная для расчета того или иного показателя, погрешность в полученных результатах неизбежна. Это дает накапливающуюся ошибку в расчет экономических показателей. В результате расчеты, связанные с обоснованием эффективности новой техники, не могут дать однозначного решения.

Таким образом, к расчетам технико-экономической эффективности необходим вероятностный подход, а итоговые результаты расчетов следует рассматривать как вероятностные оценки. Такой подход, хотя и вносит

элемент неопределенности в оценку эффективности, позволяет дать более объективную характеристику качества проектирования и принять обоснованное решение в отношении перехода к следующей стадии создания или внедрения изделия в производство.

При уточненных расчетах решаются следующие вопросы:

- выбор объекта для сравнения;
- определение годовой производительности агрегатов по сравниваемым вариантам;
- определение и сопоставление капитальных вложений;
- определение и согласование эксплуатационных расходов по сравниваемым вариантам;
- определение стоимостных показателей экономической эффективности внедрения спроектированного изделия;
- итоговая оценка эффективности внедрения спроектированного изделия с учетом всех качественных составляющих эффекта.

2.5. Технологическая подготовка производства

2.5.1. Сущность, задачи и этапы технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства (ТПП) – это совокупность взаимосвязанных научно-технических процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия в плановом порядке выпускать продукцию установленного ГОСТами и техническими условиями качества при установленных сроках, объеме выпуска и затратах.

Технологическая подготовка производства тесно связана с конструкторской подготовкой и вместе с ней обеспечивает планомерное и быстрое освоение новых изделий, применение передовых методов организации.

Технологическая подготовка может быть разделена на две части.

Первая – это разработка коренных изменений в производственном и технологическом процессах предприятия, связанных с изменениями в научных основах технологии. В этом случае на первом месте стоит разработка основных технических и экономических вопросов ТПП, проведение экспериментальных работ и внедрение полученных результатов в производство. Коренные изменения требуют решения ряда вопросов.

К экономическим вопросам относятся:

- установление технически целесообразного и экономически оправданного объема производства новых машин;
- расчет намеченного повышения производительности живого труда и экономии общественного;
- определение экономически оправданной степени специализации и кооперирование внутри завода, а также и вне его;

– широкое проведение работ по механизации и автоматизации производства.

К технико-экономическим вопросам относятся:

– установление важнейших научно-технических направлений развития новой технологии на рассматриваемый период;

– определение характера изменения основного и вспомогательного оборудования за счет введения нового или модернизирования действующего оборудования;

– расчет снижения трудоемкости изделий;

– определение намечаемой степени автоматизации выполнения отдельных процессов;

– проверка соответствия конструкции деталей требованиям новой технологии;

– расчет сокращения удельного расхода элементов общественного труда (материалов, энергии, топлива и др.).

Второй частью технологической подготовки производства является текущая оперативная работа. Она заключается в переработке технологии производственного процесса без коренной его ломки.

Основная цель ТПП – проектирование и освоение новых и совершенствование существующих 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.

Задачами оперативной технологической подготовки производства являются:

– установление нормативов расхода труда и материалов для планирования техпроцессов с учетом передового опыта;

– определение на основе нормативов объема технологической подготовки производства по основным ее этапам;

– распределение работы по проектированию новых техпроцессов и новой оснастки как внутри завода, так и вне его;

– определение стоимости разработки и наладки новой технологии и обеспечение ее финансирования;

– составление календарного плана скоростной разработки и внедрения всего объема работ по технологической подготовке производства.

Содержание и порядок технологической подготовки производства зависит от типа производства. Так в условиях единичного и мелкосерийного производства она составляет до 25 % от технической подготовки (техническая подготовка – это сумма конструкторской и технологической подготовки производства), в серийном – 50 %, в крупносерийном и массовом – до 70 %.

В развернутом виде технологическая подготовка осуществляется при освоении новых машин, а в сокращенном – при корректировке существующих техпроцессов. Работа на всех стадиях ТПП подчиняется стандартам единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). Единая система технологической подготовки производства – это установленная государственными стандартами система организации и управления технологической подготовкой производства, непрерывно совершенствуемая на основе достижений науки и техники, управляющая развитием ТПП на разных уровнях управления.

ТПП проводится в определенной последовательности и содержит ряд этапов:

- отработка конструкции изделия и деталей на технологичность. Участие в изготовлении опытного образца;
- разработка межцеховых технологических маршрутов;
- разработка технологических процессов изготовления и контроль деталей, процессов сборки и испытаний, установка норм времени и норм расхода материалов;
- проектирование и выбор технологической и инструментальной оснастки;
- выверка, отладка и внедрение в производство разработанных технологических процессов.

Отработка конструкции изделия и деталей на технологичность – задача комплексная, к решению которой, кроме конструкторов, привлекаются технологи. Задача обеспечения технологичности конструкции изделия включает:

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

Разработка межцеховых технологических маршрутов включает распределение номенклатуры деталей между цехами и подразделениями. Межцеховые технологические маршруты являются исходными для установления перечня цехов, в которых должны быть разработаны пооперационные технологические процессы получения деталей и сборки сборочных единиц.

Разработка технологических процессов обработки деталей и сборки узлов и изделия в целом является основным содержанием технологической подготовки.

При проектировании техпроцессов решаются следующие задачи:

- разработка технологических процессов заготовительных, обрабатывающих и сборочных производств;

- назначение типов оборудования, его наладка;
- установление рациональных режимов работы и технически обоснованных норм времени;
- расчеты по загрузке оборудования;
- разработка технических условий обработки и сборки, методов и средств контроля;
- составление необходимой технической документации.

При организации новых производств решаются вопросы планировки оборудования, проектирования рабочих мест, транспорта, вспомогательных устройств.

В зависимости от типа производства технологический процесс разрабатывается с различной степенью детализации. В единичном производстве разрабатывается обычно маршрутная технология, указывающая основные операции, а выбор оборудования, режимы работы и т.п. возлагается на работников цехов и участков. В крупносерийном и массовом производстве технологический процесс разрабатывается наиболее тщательно и подробно, с разбивкой на операции и переходы, с выбором оборудования, назначением режимов и др.

Проектирование и выбор технологической оснастки – это очень трудоемкий и длительный этап. На него затрачивается до 60 – 70 % времени технологической подготовки. Поэтому большое значение имеют все мероприятия, направленные на сокращение трудоемкости и длительности работ. Имея карты технологических процессов, чертежи заготовок, деталей и сборочных единиц, необходимо проверить возможность использования ранее спроектированной оснастки. Проектирование оснастки должно быть основано на широком применении нормализованных деталей и узлов. В настоящее время широкое применение нашли универсально-сборочные приспособления (УСП). Сущность УСП состоит в том, что для отдельных операций создается комплекс нормализованных деталей, которые можно собирать в различных комбинациях.

При освоении сложных изделий, когда требуется большое количество оснастки, необходимо установить очередность ее проектирования и изготовления (в первую очередь, включают те виды оснастки, без которых практически невозможно изготовление изделия).

Заказы на изготовление оснастки, особенно большие, целесообразно размещать на специализированных предприятиях.

Организация выверки, наладки и внедрения новых техпроцессов является заключительным этапом технологической подготовки. Этот этап выполняется при изготовлении опытных партий. Размер этих партий зависит от типа производства и степени технологической новизны изделия.

Опытные партии должны изготавливаться только в основных цехах, в нормальных для данного завода условиях.

Технологический процесс считается внедренным и сданным цеху после того, как будет достигнута запланированная производительность и качество изделия. Большой удельный вес ТПП в общем объеме подготовки производства вызывает необходимость применения скоростных методов ее осуществления. Сокращение трудоемкости и сроков ТПП обеспечивают проводимые в рамках ЕСТПП различные организационно-технические мероприятия. К таким мероприятиям можно отнести:

- технологическую стандартизацию и унификацию;
- типизацию технологических процессов и групповую обработку;
- агрегатирование и стандартизацию оборудования, унификацию технологической оснастки;
- внедрение автоматизированных систем проектирования технологических процессов;
- организацию параллельной работы между технологами и технологами с конструкторами.

Большое значение в ускорении технологической подготовки имеет материальное стимулирование коллективов.

2.5.2. Основы технико-экономического анализа технологических процессов

Каждый технологический процесс обработки детали должен обеспечить изготовление данной детали в строгом соответствии с техническими условиями. Выполнить эти требования можно несколькими способами, поэтому при разработке техпроцессов необходимо выбрать из числа возможных вариантов оптимальный, наилучшим образом отвечающий заданным условиям производства. Критерий выбора оптимального варианта техпроцесса устанавливается исходя из комплексного анализа. Проводится анализ технической, организационной, социальной и экономической целесообразности принимаемого варианта. Оценка сравниваемых вариантов технологии проводится на основе изучения и анализа системы показателей. *Комплексный технико-экономический анализ бывает качественным и количественным.*

Качественный анализ осуществляется без расчетов – на базе оценок: «лучше – хуже», «дешевле – дороже» и т.д. Он выполняется на основе опыта и знаний специалистов в данной области. Достоинством такого анализа являются минимальные затраты времени и средств на обоснование выбора вариантов. Выбор вариантов путем качественного анализа можно считать обоснованным, если преимущества их по всем основным характеристикам очевидны.

Количественный анализ состоит в отборе, расчете и сравнении системы показателей по сравниваемым вариантам.

Вначале осуществляется анализ технической целесообразности сравниваемых вариантов. Он заключается в следующем:

- устанавливается возможность изготовления требуемых деталей в полном соответствии с техническими условиями;
- выявляются эксплуатационные преимущества и недостатки деталей, изготовленных по данному варианту;
- выявляются технологические преимущества и недостатки вариантов;
- выявляются эксплуатационные преимущества и недостатки принимаемого варианта.

Для выявления этих технических преимуществ и недостатков производится расчет и сопоставление различных технических показателей.

Показатели, характеризующие использование материала и заготовки:

- коэффициент использования материала

$$K_{\text{мат}} = \frac{G_{\text{дет}}}{G_{\text{мат}}},$$

где $G_{\text{дет}}$ – вес готовой детали; $G_{\text{мат}}$ – вес исходных материалов;

- коэффициент приближения размеров заготовки к размерам готовой детали (коэффициент, характеризующий степень совершенства заготовки)

$$K_{\text{заг}} = \frac{G_{\text{дет}}}{G_{\text{заг}}},$$

где $G_{\text{заг}}$ – вес заготовки детали.

Оба эти показатели зависят главным образом от выбора типа заготовки и характера технологических процессов заготовительных цехов. Выбор типа заготовки нужно производить комплексно с анализом технологического процесса механической обработки, так как иногда применение более дорогой заготовки уменьшает объем механической обработки и наоборот.

Показатели, характеризующие качество заготовок и деталей:

- размер брака, в %;
- чистота и точность обрабатываемой поверхности;
- твердость и износостойкость поверхности.

Интенсивность использования оборудования:

- скорость подачи, глубина резания;
- число двойных ходов, число оборотов;
- усилие резания и потребная мощность.

Использование оборудования по времени:

- коэффициент машинного времени

$$\eta_o = \frac{t_o}{t_{\text{шт}}},$$

где t_o – основное время операции; $t_{\text{шт}}$ – штучное время операции.

– коэффициент непрерывности процесса резания

$$\eta_p = \frac{t_{рез}}{t_{раб.ст.}},$$

где $t_{рез}$ – время резания; $t_{раб.ст.}$ – общее время работы станка.

Оснащенность технологического процесса:

– коэффициент оснащенности, характеризующий отношение числа специальных приспособлений, измерительного и режущего инструмента к числу наименований обрабатываемых деталей.

Продуктивность работы оборудования. Эта характеристика процесса может быть выражена уровнем производительности работы оборудования

$$\Pi = \frac{60}{t_{ум}}.$$

Технические показатели обладают рядом достоинств с точки зрения использования их для характеристики эффективности технологии.

К достоинствам относятся неизменность, постоянство масштаба измерения их величины, что дает возможность сопоставлять технику и технологию разных предприятий и цехов на разных этапах времени, в разных районах.

Технические показатели являются исходными величинами для расчета планово-организационных и экономических показателей по сравниваемым вариантам.

Однако сами по себе технические показатели не дают прямого ответа на вопрос об экономической эффективности того или иного варианта. В виду этого объективность выбора средств производства на основании сопоставления технических показателей недостаточна. Главным недостатком технических показателей является то, что они не отражают затрат общественного труда.

Организационная целесообразность выбираемого техпроцесса заключается в следующем:

– устанавливается возможность изготовления деталей в требуемом объеме и в заданные сроки;

– выявляются преимущества и недостатки способов и средств изготовления деталей с точки зрения ускорения подготовки производства, сокращения длительности производственного цикла и обеспечения непрерывности и ритмичности производства.

Применяются следующие планово-организационные показатели:

– длительность цикла технической подготовки производства;

– число типоразмеров деталей, закрепленных за рабочим местом;

– число партий деталей, обрабатываемых на рабочем месте;

– размер транспортных партий;

– режим запуска или выпуска партии деталей; длительность производственного цикла изготовления деталей или партии;

- коэффициент многостаночного обслуживания;
- коэффициент сменности работы.

Вариант считается приемлемым с точки зрения организационной целесообразности, если показатели превышают или равны обычным, принятым в практике проектирования.

Организационные показатели так же, как и технические, являются исходными для расчета показателей трудоемкости, затрат производства и капитальных вложений. Однако они не дают ответа на вопрос об эффективности применения тех или иных методов обработки. Организационные показатели не сопоставимы между собой. Значение одних для одного и того же средства может быть положительным, а значение других – отрицательным, например, высокая производительность станка нередко определяет низкий коэффициент загрузки его по времени.

Организационные показатели так же, как и технические, не выражают затрат общественного труда. Исходя из этого к техническому и организационному анализу нужно добавить анализ социальной значимости и экономической целесообразности принимаемого варианта.

Для анализа социальной значимости вариантов рассчитывают показатели, характеризующие: изменение профессионального и квалификационного состава рабочих; повышение уровня механизации и автоматизации труда; улучшение условий труда (энерговооруженность, загрязненность воздуха, постоянство температуры, степень освещенности, вибрацию, шум и т.д.).

Если новые варианты специально разрабатываются в целях достижения требуемых социальных результатов, расчет и сопоставление этих показателей может иметь решающее значение для выбора варианта. Обычно эти показатели имеют вспомогательное значение, позволяющее лишь дополнить общую характеристику рациональности вариантов.

Комплексный анализ завершается экономическим анализом, который позволяет сделать объективный обобщающий вывод о целесообразности принимаемого к созданию и внедрению варианта. Экономический анализ есть анализ сравнительной эффективности вариантов и состоит в установлении преимуществ и недостатков в части экономии затрат общественного труда, обусловленных ее производством и применением. Он позволяет определить и экономический эффект, и экономическую эффективность дополнительных капитальных вложений и других ограниченных ресурсов. Кроме того, могут быть выявлены экономически предельные значения параметров вариантов и найдены области эффективного применения этих средств.

Первоначально рассчитываются частные показатели экономического эффекта, а затем на их основе общие. Частные показатели экономического эффекта выражают величину экономии на отдельных элементах затрат общественного труда, обусловленных изготовлением или эксплуатацией продукции.

К частным показателям относятся:

- снижение трудоемкости деталей или рост производительности труда;
- высвобождение рабочих и других работающих;
- снижение станкоемкости;
- снижение материалоемкости;
- снижение энергоемкости.

В практике выбора вариантов новой техники частные экономические показатели находят широкое применение. Их значения рассчитываются на основе системы соответствующих технических, организационных и социальных показателей. Это обуславливает увязку экономического обоснования выбираемых вариантов с техническим и организационным обоснованием.

В некоторых случаях выбор варианта может быть сделан путем расчета и составления только частных экономических показателей.

Используя частные экономические показатели нужно учитывать, что чаще встречаются случаи, когда сопоставляемые варианты, обеспечивая преимущества по одним частным показателям, имеют недостатки по другим. Поэтому после расчета частных показателей эффективности и на их основе определяются общие показатели экономической эффективности.

К общим экономическим показателям эффективности относятся:

- экономия на себестоимости продукции;
- снижение капиталоемкости деталей;
- срок окупаемости дополнительных капитальных вложений;
- коэффициент экономической эффективности дополнительных капитальных вложений;
- приведенные затраты и др.

Рассмотрев варианты технологических процессов, обеспечивающих примерно одинаковое качество изделия, соответствующее требованиям технического задания, технолог обязан выбрать наиболее экономичный из возможных вариантов и детально его разработать. При сравнительном технико-экономическом анализе вариантов может встретиться случай, когда применяются разные заготовки, оборудование, оснастка. Для выбора наиболее экономичного варианта необходимо подсчитывать в каждом из них себестоимость. При таких сопоставительных расчетах нет необходимости проводить поэлементный расчет всех статей затрат, входящих в себестоимость. Рассчитывают только затраты, меняющиеся при изменении технологического процесса. Сумма затрат, меняющихся при изменении технологического варианта, называется технологической себестоимостью.

Технологическая себестоимость имеет ряд особенностей:

- расчет и сравнение проводится только по тем операциям, которые отличаются от базового;
- затраты, которые остаются неизменными во всех сравниваемых вариантах, можно не учитывать;

– целесообразно в большинстве случаев сравнивать между собой не технологические процессы обработки детали в целом, а только возможные варианты выполнения отдельных операций.

Как видно из определения сущности технологической себестоимости, номенклатура ее элементов меняется в зависимости от характера сравниваемых вариантов и условий производства.

Величина технологической себестоимости (S_T) зависит от ряда факторов, в первую очередь, от объема производства. Для установления этой зависимости входящие в технологическую себестоимость затраты делятся на условно-переменные S_v и условно-постоянные S_c . Это распределение зависит от того, как изменяется величина этих расходов при изменении объема выпуска деталей. Условно-переменные – это расходы на сырье, материалы, основную заработную плату производственных рабочих при сдельной системе оплаты труда, расходы на силовую энергию и др. Они изменяются примерно пропорционально изменению объема выпускаемой продукции. Условно-постоянные – это расходы на содержание заводского и цехового управленческого персонала, на отопление, освещение, амортизационные отчисления от стоимости специального оборудования и оснастки. Эти затраты не зависят от объемов производства. Составляющие технологической себестоимости могут быть найдены по соответствующим расчетным формулам, а сама S_T – по формуле

$$S_T = S_v N_{год} + S_c,$$

где $N_{год}$ – число изделий, выпущенных при постоянных затратах S_c (например, месячный или годовой выпуск).

Зависимость технологической себестоимости от программы выпуска можно выразить графически – это будет уравнение прямой на плоскости (рис. 2.2). Эта прямая будет отсекают от оси ординат величину S_c . Тангенс угла α прямо пропорционален величине переменных расходов.

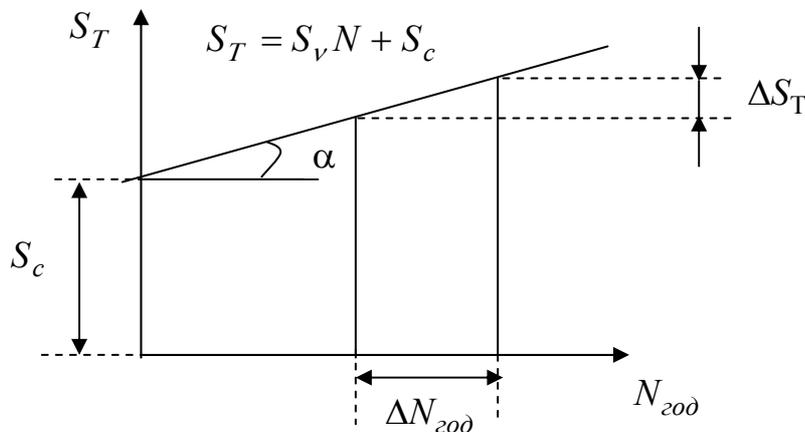


Рис. 2.2. Зависимость S_T от объема производства продукции

Технологическая себестоимость обработки одной детали можно выразить формулой

$$S'_T = S_v + \frac{S_c}{N_{20d}}$$

Графически эта зависимость может быть представлена в виде гиперболы (рис. 2.3).

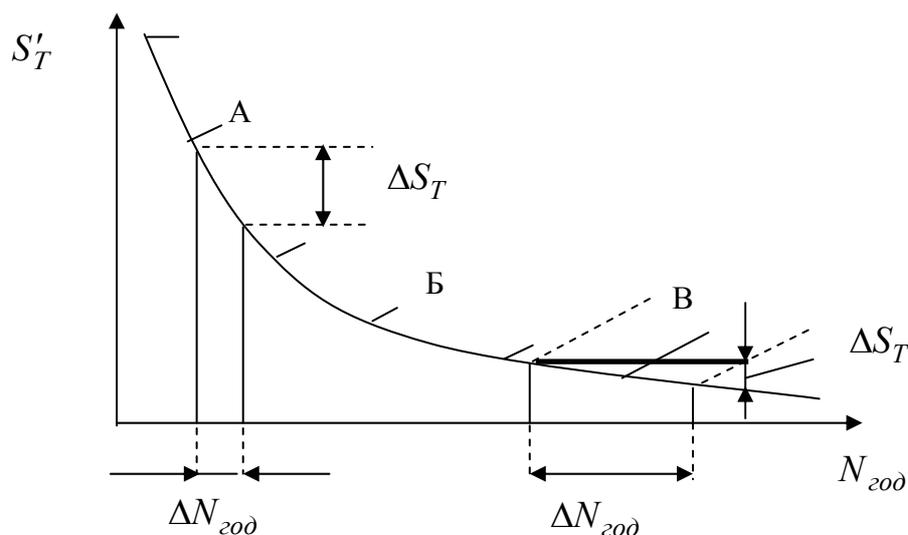


Рис. 2.3. График зависимости S'_T от объема производства продукции

Кривая, отражающая зависимость S'_T от объема производства, может быть разделена на участки А, Б, и В.

Участок А кривой соответствует условиям малой загрузки оборудования. В этом случае даже небольшие изменения программы ΔN_{20d} резко влияют на величину ΔS_T .

Участок В соответствует условиям большой загрузки оборудования, что аналогично условиям массового производства.

Участок Б соответствует условиям серийного производства.

Вопрос зависимости технологической себестоимости от объема выпуска имеет очень большое значение при выборе оптимального варианта технологического процесса. Решить вопрос о выборе варианта в зависимости от программы можно графически и аналитически.

При графическом способе строится график зависимости годовых расходов, необходимых для осуществления обеих вариантов, от величины программы (рис. 2.4).

На графике (см. рис. 2.4) годовые расходы по первому варианту выражены прямой I, а по второму варианту — прямой II. Обе прямые отсекают

от оси ординат отрезки, равные по величине S_{c1} и S_{c2} , и пересекаются в точке «О». Точка пересечения двух прямых (рис. 2.4), соответствующая равенству затрат по обоим вариантам, характеризует так называемую критическую программу $N_{кр}$.

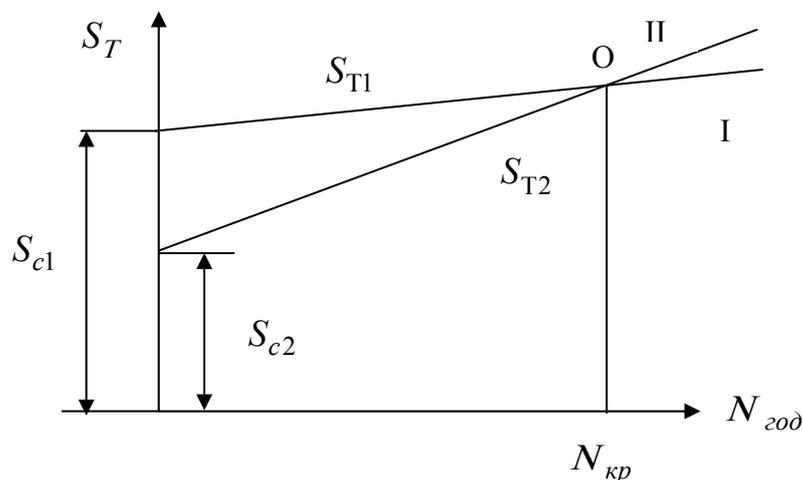


Рис. 2.4. График, характеризующий экономически целесообразные области применения двух вариантов технологии

Если действительная программа $N < N_{кр}$, выгоднее использовать второй вариант, т.к. при этом $S_{T2} < S_{T1}$. Если же $N > N_{кр}$, то целесообразнее применять первый вариант, т.к. в этом случае $S_{T1} < S_{T2}$.

При аналитическом определении критической программы нужно исходить из равенства технологических себестоимостей сравниваемых вариантов

$$S_{T1} = S_{T2},$$

$$S_{v1}N_{кр} + S_{c1} = S_{v2}N_{кр} + S_{c2},$$

откуда

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

Если при определении критической программы по формуле получится ноль или отрицательное число, это значит, что применение одного из вариантов целесообразно при любой программе. На графике (рис. 2.4) такая ситуация будет изображена параллельными и расходящимися линиями.

Установить критическую программу можно и при наличии трех и более возможных вариантов технологии обработки детали.

2.6. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства

Эффективность проектно-конструкторских работ в значительной степени зависит от применения компьютерных технологий. Применение компьютерных технологий в конструкторских отделах повышает уровень унификации и стандартизации конструкции 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 конструкции изделий, имеющих сходные признаки.

Соотношение категорий трудовых затрат, выполняемых при проектно-конструкторских работах, показывает, что более половины их связаны с разработкой и оформлением чертежей и размножением конструкторской документации. Это вызывает необходимость автоматизации проектно-конструкторских работ и внедрения систем автоматизированного проектирования (САПР).

Применение в САПР вычислительных машин и терминального оборудования, наличие автоматизированных рабочих мест (АРМ) конструкторов, позволяющих получать электронные чертежи, подготавливать информацию для ввода в компьютер, редактировать текст и графику, приведет к перераспределению функций между конструктором и компьютером, изменит технологию и организацию работ в конструкторских подразделениях. В связи с широким распространением САПР меняются функции подразделений конструкторских служб. Конструкторы освобождаются от работ по сбору и подготовке информации, расчетных и графических операций, что позволяет повысить качество разработки конструкций.

Для комплексной автоматизации труда конструкторов широко применяются различные системы, связанные с выпуском чертежно-конструкторской документации, проведением прочностных, тепловых, гидравлических и электромагнитных расчетов, анализом плоских и пространственных конструкций и т.п. В результате применения систем решаются следующие задачи:

- подготовка чертежно-конструкторской документации в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД);
- выпуск специализированных чертежей в области машиностроения, строительства, электроники с использованием баз данных стандартных элементов;
- ведение архивов чертежей, формирование библиотеки графических элементов чертежей;

- автоматизированное проведение конструкторских расчетов в процессе формирования чертежа;
- оптимизация компоновки размеров и определение допусков и посадок.

Основными задачами, решаемыми при внедрении САПРТП, являются:

- сокращение сроков разработки технологических процессов;
- повышение производительности труда технологов;
- повышение качества работ;
- уменьшение стоимости работ по ТПП.

Для функционирования САПРТП необходимо создать информационную базу, которая должна содержать классификаторы заготовок, деталей, оборудования, оснастки, действующие ГОСТы, руководящие материалы. Также необходимо разработать кодирование технико-экономической информации.

Сроки технологической подготовки производства (ТПП) 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 техпроцессов;
- повышение уровня организации и качества ТПП;
- возможность рациональной организации основного производства;
- сокращение сроков ТПП и стоимости обработки информации.

Объект автоматизации обычно выбирается на стадии разработки технического задания и уточняется при работе над техническим проектом. Предварительный выбор объекта автоматизации проводится в соответствии с определенной целевой функцией. Целевая функция определяет условия выбора объекта, подлежащего автоматизации в зависимости от требований производства.

2.7. Организация перехода на выпуск новой продукции

В отечественной и зарубежной практике освоения производства существует три основных метода перехода на выпуск новых изделий: последовательный, параллельный и параллельно-последовательный.

При последовательном методе переход на выпуск машины новой конструкции осуществляется путем остановки всех производственных цехов предприятия. На этот период ставится задача освоения разработанных заблаговременно технологических процессов изготовления деталей, узлов и сборочных операций по новому изделию. Старое оборудование демонтируется, устанавливается новое, меняют подъемно-транспортные средства, осуществляют перепланировку, изготавливают оснастку и инструмент. Для этого метода характерны значительные экономические потери, определяемые временным прекращением выпуска машин (рис. 2.5).

При параллельном методе новая конструкция машины осваивается на существующих площадях или строятся новые площади, которые впоследствии становятся основными производственными площадями. В первом случае создаются временные участки и цехи, которые предназначены для отладки технологических процессов и которые работают наряду с основными цехами, выпускающими машины старой модели. После того как оборудование и оснастка новых технологических процессов будут отлажены, мастера, наладчики и рабочие обучены, оборудование таких участков и цехов передается в основные цехи, где осуществляется затем его перепланировка.

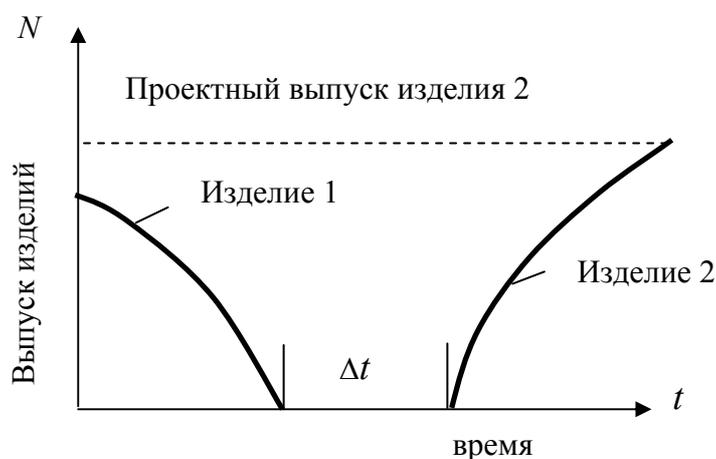


Рис. 2.5. График перехода на выпуск новых изделий при последовательном методе

Во втором случае создаются параллельные цехи, в которых отлаживаются и осваиваются технологические процессы изготовления новых изделий, по завершению отладки основное производство остается в этих вновь организованных цехах. Некоторое время предприятие имеет два производственных потока. Поток для выпуска старой продукции работает по убывающему графику, а для выпуска новой — по нарастающему (рис. 2.6).

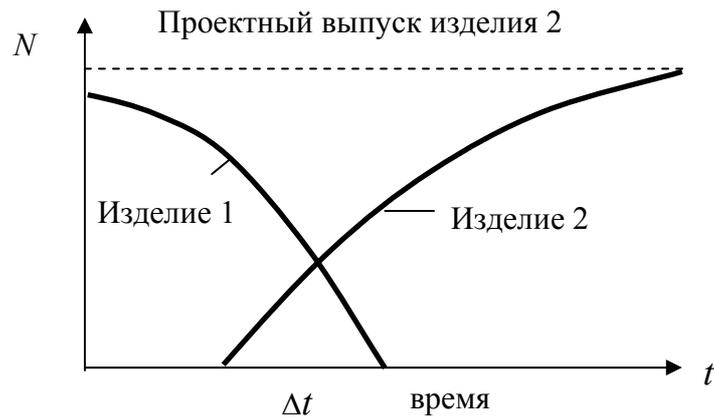


Рис 2.6. График перехода на выпуск новых изделий при параллельном методе

Если применяется *параллельно-последовательный метод*, то процесс освоения выпуска новой машины делится на несколько этапов. В течение каждого из этих этапов осваивается часть агрегатов, узлов (рис. 2.7).

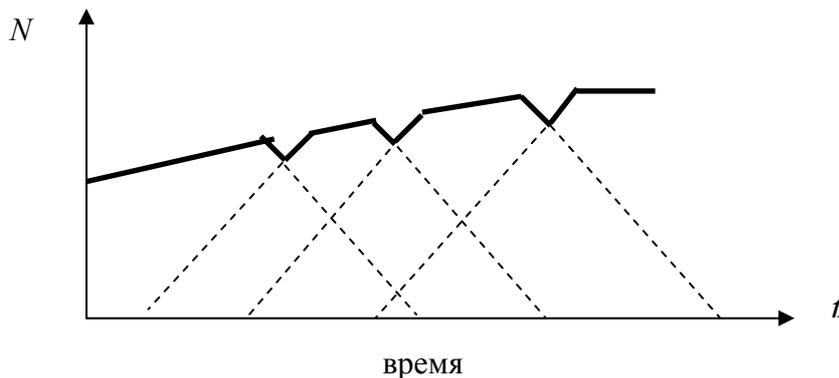


Рис. 2.7. График перехода на выпуск новой продукции при параллельно-последовательном методе

Поэтапный переход неприемлем в тех случаях, когда в силу конструктивных отличий, несоответствия габаритов и назначения отдельные новые узлы и агрегаты машины не могут быть установлены на старой машине.

Выбор метода перехода на выпуск новых изделий в конкретных условиях должен основываться на технико-экономическом анализе и обосновании. Необходимо обеспечить минимум потерь в выпуске продукции. Но при этом приходится учитывать тип производства, сложность изделия, степень конструктивной преемственности, ресурсы предприятия и другие факторы. При технико-экономическом анализе методов перехода определяются годовой объем выпуска, потери в выпуске при различных способах перехода с учетом заданных ресурсов предприятия, рассчитывается годовой экономический эффект за рассматриваемый период и другие показатели.

2.8. Планирование инновационной деятельности

2.8.1. Плановые расчеты инновационной деятельности

При планировании инновационной деятельности определяют трудоемкость работ по всем стадиям и этапам, циклы отдельных этапов, стадий и деятельности в целом, составляют смету затрат. При этом предусматриваются методы организации работ и обеспечение надежного оперативного контроля за ходом подготовки производства. Для расчетов объемов работ в натуральном выражении, трудоемкости, длительности циклов создается нормативная база. Создание нормативов на целый ряд творческих работ, характерных для процессов научных исследований и конструирования, связано с серьезными трудностями. Поэтому степень точности нормативов может быть различной.

Различают два типа нормативов: объемные, т.е. нормативы объема работ в натуральном выражении, и трудовые, т.е. нормативы объема работ в нормо-часах. К первому типу нормативов относятся нормативы количества конструкторских листов на изделие, сборочную единицу, оригинальную деталь, нормативы количества технологической документации на одну оригинальную деталь и др. Ко второму типу нормативов – трудоемкость конструкторских, чертежных, копировальных и других работ по проектированию одной оригинальной детали, трудоемкость технологического процесса и оснастки на одну оригинальную деталь и др.

При разработке нормативов учитываются основные факторы, влияющие на количество документации, и трудоемкость ее разработки. Так, для нормативов на конструкторские работы (по этапам конструирования) учитываются группы сложности и новизны изделий, сборочных единиц и деталей, а в некоторых типах нормативов дополнительно – густота заполнения чертежа, серийность, масса изделий. Для нормативов на разработку технологических процессов, как правило, учитываются группы сложности деталей, приспособлений, инструмента.

На основе установленной по нормативам трудоемкости работ может быть рассчитан цикл каждой стадии, каждого этапа технической подготовки производства в календарных днях.

Расчет ведется по формуле

$$T_{c(\text{э})} = \frac{t_{\text{э}mi} \cdot K_{qi} \cdot K_{\text{пер}}}{R_i T_{\text{см}} K_{\text{вн}}},$$

где $t_{\text{э}mi}$ – трудоемкость стадии (этапа), чел.-ч; K_{qi} – коэффициент, учитывающий дополнительное время на согласование, утверждение, внесение изменений в техническую документацию, в другие работы, не предусмотренные нормативами ($K_q = 1,1 \div 1,5$); $K_{\text{пер}}$ – коэффициент перевода рабочих дней в календарные дни; $K_{\text{пер}} = D_k / D_p$ (D_p – число рабочих дней в плано-

вом году; D_k – число календарных дней в плановом году); R_i – численность работников, одновременно выполняющих данную стадию (этап); $T_{см}$ – продолжительность смены, ч; $\kappa_{вн}$ – коэффициент, учитывающий выполнение норм (при сдельной оплате труда).

При достаточно большой степени новизны для расчета цикла может быть использован один из методов экспертных оценок – индивидуальный, групповой и др.

Организация работ по технической подготовке производства основывается на последовательном или параллельно-последовательном выполнении стадий и этапов.

Последовательное выполнение заключается в том, что каждая последующая стадия (этап) начинается только после полного завершения предшествующей. В этом случае общий цикл технической подготовки производства в календарных днях определяется по формуле

$$T_{noc} = \frac{\kappa_{nep}}{T_{см}} \sum_{i=1}^{n_{эм}} \frac{t_{эмi} \kappa_{qi}}{R_i \kappa_{вн}},$$

где $n_{эм}$ – число стадий (этапов) технической подготовки производства.

Расчетный цикл подготовки производства должен быть сопоставлен с директивным сроком $T_{дир}$, установленным руководящими органами или заказчиком, причем расчетный цикл должен быть меньше директивного.

Цикл технической подготовки производства можно сократить либо путем сокращения цикла выполнения отдельных этапов, либо частичным совмещением выполнения стадий (этапов). При этом соблюдается следующее правило: если последующая стадия более длительная, ее можно начинать почти одновременно с предыдущей; если последующая стадия менее длительная, то ее начало надо сдвинуть вправо по шкале времени по отношению к началу связанной с ней предшествующей стадии.

Цикл технической подготовки производства при совмещении по времени стадии (этапов) будет равен

$$T_{nn} = \frac{\kappa_{nep} \cdot \kappa_{нар}}{T_{см}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{см}} \frac{t_{эмi} \cdot \kappa_{qi}}{R_i \kappa_{вн}},$$

где $\kappa_{нар}$ – средний коэффициент параллельности выполнения стадий технической подготовки производства в зависимости от конкретных условий производства ($\kappa_{нар} = 0,3 \div 0,7$).

Для координации во времени стадий и этапов подготовки производства составляются, с учетом возможного совмещения времени их выполнения, графики подготовки производства, позволяющие отразить календарные сроки начала и окончания, циклы стадий и этапов, а также всей подготовки производства. Контроль планирования подготовки производства удобно проводить с помощью графика (рис. 2.8).

№ этапа	Этап работы	Исполнители	Число исполнителей	Цикл, мес.	Месяцы											
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Разработка технических условий на стенд	Руководитель ИТР	1 2	0,8	■											
2	Разработка эскизного проекта стенда	Руководитель ИТР прочие	1 4 2	1,3		■	■									
3	Оформление и размещение заказа на покупные узлы и приборы	Руководитель ИТР прочие	1 2 1	0,8			■									
4	Постановка комплектующих узлов и приборов	ИТР Прочие	2 2	1,5				■								
5	Разработка технического проекта стенда	Руководитель ИТР прочие	1 4 2	1,8				■								
6	Проектирование оснастки	Руководитель ИТР прочие	1 3 1	2,0				■								
7	Рабочее проектирование стенда	Руководитель ИТР прочие	1 4 5	1,3					■							
8	Изготовление деталей стенда и оснастки	Руководитель ИТР прочие	1 1 5	2,5						■						
9	Общий монтаж стенда	Руководитель ИТР прочие	1 2 5	1,5							■					
10	Проверка и общая отладка стенда	Руководитель ИТР прочие	1 3 3	1,8										■		

$T_y = 10,3$ мес.

Рис. 2.8. Ленточный график

Приведенный на рис. 2.8 линейный график является наиболее простой и широко применяемой организационно-технологической моделью подготовки производства. На этом графике в масштабе времени показана последовательность и сроки выполнения работ.

Линейный график прост в исполнении и наглядно показывает ход работы. Однако он не может отобразить сложность моделируемого в нем процесса.

В линейном графике динамическая система представлена статической схемой, которая может отобразить положение на объекте, сложившееся в какой-то определенный момент.

Основными недостатками линейных графиков являются:

- отсутствие наглядно обозначенных взаимосвязей между отдельными операциями (работами);
- жесткость структуры линейного графика, сложность его корректировки при изменении условий.

Необходимость его многократного пересоставления:

- сложность вариантной проработки и ограниченная возможность прогнозирования хода работ;
- сложность применения современных математических методов и ЭВМ для механизации расчетов параметров графиков;
- ввиду многообразия операции руководитель не в состоянии выделить те из них, от которых прямо зависит время достижения поставленной цели и на выполнение которых следует сконцентрировать основное внимание.

В современных условиях сложного производства с участием многих организаций особую важность приобретает увязка планов этих организаций и направление развития их деятельности, предусматривающее наиболее эффективное использование времени, финансовых, материальных, трудовых и других ресурсов. Новый подход к проблеме организации заключается в составлении информационной динамической модели процесса выполнения комплекса операций. Это позволит в значительной мере алгоритмизировать как планирование, так и управление этими комплексами. Этим требованиям линейные графики не удовлетворяют.

Лучшую информационную модель представляет собой сетевая модель, которая более удобна для организации и планирования выполнения комплекса и управления им на всех стадиях.

2.8.2. Сетевое планирование и управление разработками

Современные разработки характеризуются следующими особенностями: сложностью и новизной объектов новой техники; ускорением темпов осуществления проектов; быстрым моральным старением объектов

проектирования и производства; необходимостью системного подхода к разработке объектов новой техники.

Все это потребовало применения новых методов в организации, планировании и управлении. Одним из таких методов является моделирование процесса разработки, т.е. достаточно полное и точное отображение в той или иной форме взаимосвязей и характеристик работ в процессе выполнения проекта. Это возможно сделать с помощью системы сетевого планирования и управления (СПУ).

Система СПУ является комплексом графических и расчетных методов, организационных мероприятий и контрольных приемов, обеспечивающих моделирование, анализ и динамическую перестройку плана выполнения сложных проектов и разработок.

СПУ – это один из методов кибернетического подхода к управлению сложными динамическими системами с целью обеспечения определенных оптимальных показателей. Такими показателями могут быть: минимальное время выполнения всего комплекса работ, минимальная стоимость разработки, максимальная экономия ресурсов и др.

Особенности СПУ заключаются в следующем:

- реализуется системный подход к решению вопросов организации управления процессами;

- используется информационно-динамическая модель особого вида для логико-математического описания процесса и алгоритмизации расчетов параметров этого процесса (продолжительности, трудоемкости, стоимости и др.);

- применяются машинные информационно-вычислительные системы обработки исходных и оперативных данных для расчета плановых показателей и получения необходимых аналитических и отчетных связей.

Наиболее распространенной в настоящее время является система СПУ, в которую в состав входной информации включаются только данные о временных параметрах, что позволяет производить оптимизацию по времени процесса выполнения комплекса работ, описываемых одной сетью.

Основным плановым документом в системе СПУ является сетевой график (сетевая модель), представляющий собой информационно-динамическую модель, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения конечной цели разработки.

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 вершинами – события (реже наоборот). Таким образом, основными элементами сетевой модели и соответственно сетевого графика являются работы и события.

Структура сетевого графика, определяющая взаимозависимость работ и событий, называется его топологией.

Понятие работа используется в широком смысле и может включать в себя различные значения. Действительная работа, или просто работа – это производственный процесс, требующий затрат времени и материальных ресурсов и приводящий к достижению определенных результатов. Работа на сетевом графике изображается одной сплошной стрелкой, длина которой не связана с продолжительностью работы (если график составлен не в масштабе времени). Под стрелкой может указываться наименование работы, а над стрелкой – продолжительность работы в рабочих днях и количество рабочих в смену.

Ожидание – процесс, требующий только затрат времени и не потребляющий никаких материальных ресурсов. Ожидание, в сущности, является технологическим или организационным перерывом между работами, непосредственно выполняемыми друг за другом. Ожидание изображается так же, как и работа – сплошной стрелкой с указанием продолжительности и наименования ожидания.

Фиктивная работа (зависимость, связь) – элемент, который вводится для отражения правильной взаимосвязи между работами, указывающий, что возможность начала одной работы зависит от выполнения другой. Фиктивная работа не связана с расходом времени и ресурсов. На графике она изображается пунктирной линией.

Событие – это факт окончания одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала других работ. События на графике изображаются обычно кружками или другими фигурами, внутри которых указывается определенный номер – код события.

События ограничивают рассматриваемую работу и по отношению к ней могут быть начальными и конечными. Начальное событие определяет начало данной работы и является конечным для предшествующих работ. Конечное событие определяет окончание данной работы и является начальным для последующих работ. Исходное событие сети соответствует началу выполнения проекта. Оно не имеет предшествующих работ, поэтому в сети в него не входит ни одной работы. Завершающее событие отражает достижение конечной цели проекта. Оно не имеет последующих работ, поэтому в сети из него не выходит ни одной работы. 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 следует различать несколько видов путей:

– от исходного события до завершающего события – полный путь;

- от исходного события до данного события – путь, предшествующий данному событию;
- от данного события до завершающего – путь, последующий за данным событием;
- между двумя какими-либо промежуточными событиями i и j – путь между событиями i и j .

Длина пути определяется суммой продолжительностей составляющих его работ. Путь между исходным и завершающим событием, имеющий наибольшую продолжительность, – критический путь. Его длина определяет срок выполнения работ по сетевому графику. В сетевом графике может быть несколько критических путей. Работы, лежащие на критическом пути, называют критическими, их выделяют на графике жирными стрелками. Все другие пути, менее продолжительные, называют некритическими, так же называют и работы, лежащие на этих путях. Системы СП функционируют последовательно в трех режимах: предварительного планирования; исходного планирования; оперативного планирования ходом работ.

При предварительном планировании определяется структура разработки, взаимосвязи, последовательность выполнения отдельных этапов, состав и взаимосвязи организации соисполнителей, ориентировочные сроки поставок, потребности в основных ресурсах и ассигнованиях. Принятый вариант согласуется со всеми организациями-соисполнителями и заказчиком и утверждается соответствующими руководящими органами.

В процессе исходного планирования выполняются следующие этапы:

- расчленение комплекса и выдача ответственным исполнителям заданий на составление фрагментов сетевой модели или первичной модели по порученным им этапам работ;
- построение и расчет частных сетевых моделей;
- построение и расчет комплексной сетевой модели;
- анализ и оптимизация комплексной сетевой модели;
- разработка плановых документов.

При планировании сетевыми методами комплекс работ по данной разработке расчленяется на составные части, каждая из которых закрепляется за определенным руководителем или ответственным исполнителем. Ответственные исполнители – это специалисты, руководящие работами по отдельным частям проекта и несущие за них персональную ответственность.

Число уровней руководства обычно устанавливается путем построения иерархической структуры системы («дерева системы») (рис. 2.9).

За каждым «кружком» иерархической структуры закрепляется руководитель или ответственный исполнитель-специалист по данному вопросу. Для каждого кружка может быть построена своя сеть.

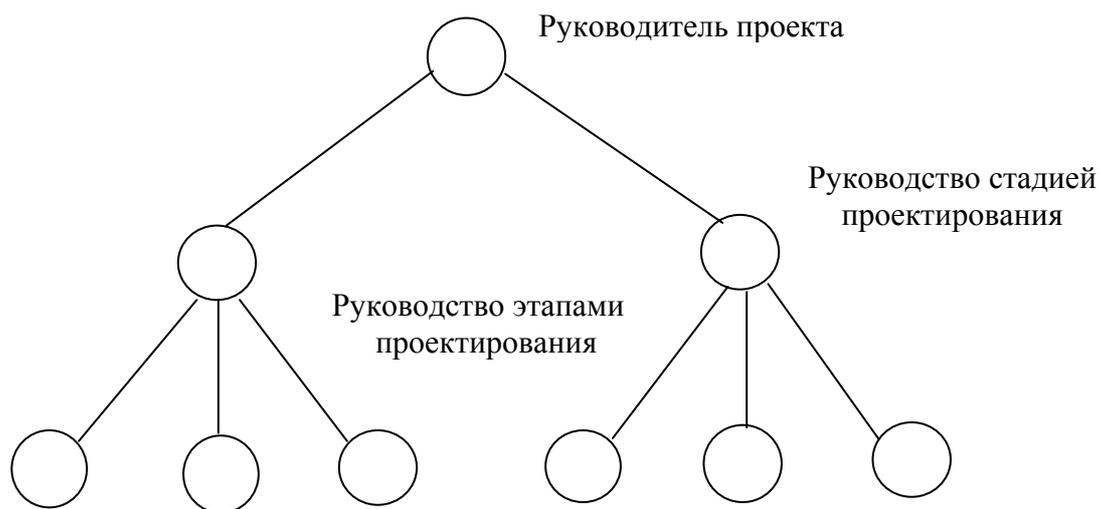


Рис. 2.9. Иерархическая структура системы руководства проектами

При построении первичных сетевых графиков на уровне ответственных исполнителей удобно предварительно составить перечень всех основных событий и работ. В перечне указываются кодовые номера событий, наименования событий в последовательности от исходного к завершающему, кодовые номера работ, перечень всех работ.

Исходные данные можно привести в табличном виде (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Событие	Код события	Работа	Код работы
Техническое задание на проектирование получено	1	Разработка ТЗ	1,2
ТУ на стенд разработаны	2	Общая компоновка стенда	2,3
Общая компоновка стенда готова	3	Выдача ТЗ на составление рабочей документации	2.4

Разработка и построение сетевых графиков идут «снизу» – от ответственных исполнителей и до высшего уровня руководства. При построении сетевых графиков нужно соблюдать определенные правила и рекомендации. При построении сетевого графика рекомендуется направлять стрелки слева направо и изображать их по возможности горизонтальными линиями без излишних пересечений.

Ни одна из работ не должна иметь одинакового кода работ с другой. Поэтому при изображении параллельных работ вводятся дополнительные события и фиктивные работы.

Если какие-либо сложные работы в сети могут быть начаты до полного окончания непосредственно предшествующей им работы, то последнюю можно изобразить в виде суммы таких последовательно выполняемых работ, результаты которых достаточны для начала следующих за ними работ.

В сети не должно быть замкнутых контуров, т.е. путей, соединяющих некоторое событие с ним же самим.

В сети не должно быть тупиков, т.е. событий из которых не выходит ни одной работы, если эти события не являются завершающими.

В сетевом графике не должно быть хвостов, т.е. событий, в которые не входит ни одной работы, если эти события не являются исходными для данной сети.

В сетевом графике могут встречаться работы, начало и выполнение которых не зависит от других работ данного графика и которые влияют на ход других работ только своим окончанием. Такие работы называются внешними. К ним относятся поставки оборудования, конструкций, материалов и др.

Нумерация (кодирование) событий должна соответствовать последовательности работ во времени, т.е. предшествующим событиям присваиваются меньшие номера. После составления и проверки первичных сетевых графиков (рис. 2.10), разработанных ответственными исполнителями, сшиваются частные, а затем комплексный сетевые графики, объединяющие все первичные графики в единую сеть, завершающее событие которой соответствует заданной конечной цели разработки. Частная сеть включает комплекс работ, закрепленный за данной организацией. Комплексная сеть включает весь комплекс работ по данной разработке, выполняемый всеми участвующим организациями.

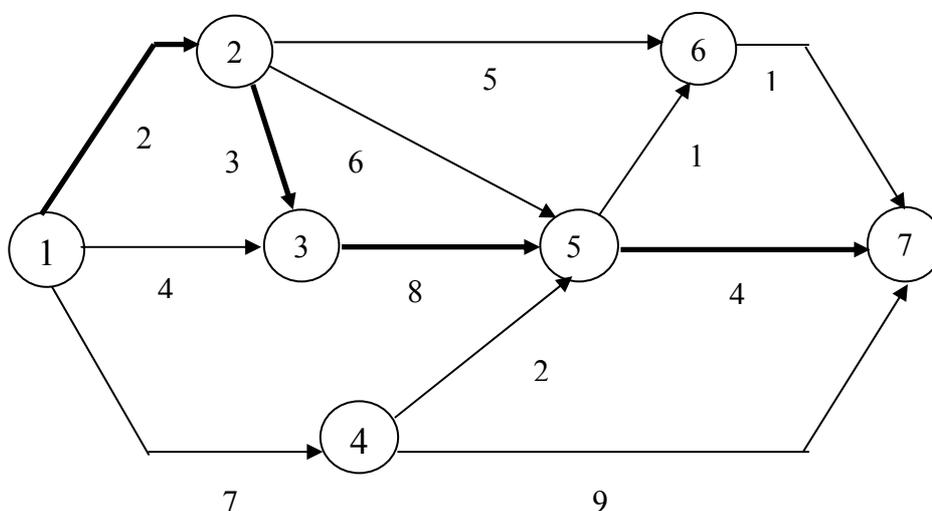


Рис. 2.10. Первичный сетевой график на проектирование изделия (жирными стрелками выделен критический путь)

По каждой работе сетевой модели ответственный исполнитель определяет время ее выполнения. Для повторяющихся работ, встречавшихся в прошлом, по которым имеются статистические данные или разработанные нормативы, устанавливается наиболее вероятная $t_{нв}$ или нормативная $t_{нор}$

продолжительность. По новым работам исполнитель дает в зависимости от принятой системы три или две вероятностные оценки времени.

В системе с тремя оценками от ответственного исполнителя получают минимальную t_{\min} , максимальную t_{\max} и наиболее вероятностную $t_{нв}$ оценки времени. Минимальное время – время, необходимое для выполнения работы при наиболее благоприятном стечении обстоятельств. Максимальное время – время, необходимое для выполнения работ при наиболее неблагоприятном стечении обстоятельств. Наиболее вероятностное время – продолжительность, имеющая место при нормальных, чаще всего встречающихся условиях выполнения данной работы. Эти данные являются исходными для расчета ожидаемого времени выполнения работы $t_{ож}$. Величина $t_{ож}$ представляет собой математическое ожидание случайной величины, которой в данном случае является продолжительность работ.

$$t_{ож} = (t_{\min} + 4t_{нв} + t_{\max}) / 6$$

или

$$t_{ож} = (3t_{\min} + 2t_{\max}) / 5.$$

Найденное ожидаемое время $t_{ож}$ в днях (или в неделях) проставляется над стрелками, с помощью которых графически изображаются работы.

К основным временным параметрам сетевого графика относятся критический путь, резервы времени событий, резервы времени работ. Эти параметры являются исходными для анализа и оптимизации сети.

Для каждого события (i) определяют:

- ранний срок наступления события T_i^p ;
- поздний срок наступления события T_i^n .

Для каждой работы (i, j) определяют:

- ранний срок начала работы $t_{ij}^{p \ H} \ i$;
- ранний срок окончания работы $(t_{ij}^{p \ H}) \ i$;
- поздний срок начала работы $t_{ij}^{n \ H}$;
- поздний срок окончания работы t_{ij}^{no} .

Ранний срок наступления события – минимальный из возможных моментов его наступления при заданных продолжительностях работ, которые предшествуют данному событию:

$$T_i^p = \max\{t[L(O, i)]\},$$

где $L(O, i)$ – путь, соединяющий начальное событие и событие i и имеющий максимальную продолжительность.

Поздний срок наступления события T_i^n – максимальный из допустимых моментов его наступления, при котором продолжительность критического пути или директивный срок (если он задан) не изменяется. Он равен разности между продолжительностью критического пути и максимального от данного события до завершающего:

$$T_i^n = T_{кр} - \max\{t[L(i, n)]\},$$

где $L(i, n)$ – путь от i -того события до завершающего n , имеющего максимальную продолжительность.

Для событий, принадлежащих критическому пути и называемых критическим,

$$T_i^P = T_i^n.$$

Для событий, не лежащих на критическом пути справедливо неравенство

$$T_i^n > T_i^P.$$

Разность между поздним и ранним сроками наступления события есть резерв времени события R_i :

$$R_i = T_i^n - T_i^P.$$

Зная ранние и поздние сроки наступления события, можно для любой работы (i, j) определить ранние и поздние сроки начала и окончания работы.

Раннее начало работы – это самый ранний из возможных моментов начала работы с учетом сроков выполнения предшествующих работ. Он равен раннему сроку наступления начального события данной работы

$$t_{ij}^{pn} = T_i^P = \max\{t[L(O, i)]\}.$$

Ранний срок начала работ, выходящих из исходного события, равен нулю.

Раннее окончание работы – это срок окончания работы при условии ее начала в самый ранний из возможных сроков. Он равен сумме раннего срока начала и продолжительности данной работы

$$t_{ij}^{po} = t_{ij}^{pn} + t_{ij},$$

где t_{ij} – продолжительность работы ij .

Позднее начало работы – это самый поздний срок, при котором может быть начата работа без нарушения продолжительности критического пути, т.е. общего срока выполнения программы. Он равен разности между поздним окончанием данной работы и ее продолжительностью

$$t_{ij}^{nn} = t_{ij}^{no} - t_{ij} = T_{кр} - (t_{ij} + \max\{t[L(j, n)]\}).$$

Позднее окончание работы – это максимальный из допустимых моментов окончания данной работы, при котором возможно выполнение следующих за ней работ с соблюдением директивного срока. Позднее окончание равно сумме позднего начала и продолжительности данной работы, или

$$t_{ij}^{no} = T_j^n.$$

Для критического пути ранние и поздние сроки начала и окончания работ равны.

Работы, не лежащие на критическом пути, имеют резервы времени.

Полный резерв времени работы R_{ij}^n – это время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы или перенести ее начало без увеличения продолжительности критического пути. Общий резерв определяется разностью позднего и раннего начала или позднего и раннего окончания работ:

$$R_{ij}^n = t_{ij}^{no} - t_{ij}^{po}$$

или

$$R_{ij}^n = t_{ij}^{nn} - t_{ij}^{pn}.$$

Если увеличить продолжительность работы на величину ее полного резерва, то появится еще один критический путь, проходящий через эту работу, равный длине ранее определенного.

Свободный (частный) резерв времени работы – это время, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения раннего начала последующих работ. Свободный резерв определяется как разность раннего начала последующей работы и раннего окончания данной работы:

$$R_{ij}^{св} = t_{jn}^{pn} - t_{ij}^{po},$$

где t_{jn}^{pn} – раннее начало последующей работы.

Расчеты ранних и поздних сроков наступления событий и резервов могут быть осуществлены различными методами. Сетевые графики рас-

считывают на ЭВМ или, если применение ЭВМ невозможно или экономически нецелесообразно, – вручную.

Разработано несколько способов ручного счета сетевых графиков: табличный, расчет на графике и др.

Результаты расчета параметров сетевого графика, помещенного на рис. 2.10, приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Расчет параметров сетевого графика

№ начала событий предшествующих работ	Код работы	t_{ij}	t_{ij}^{pn}	t_{ij}^{po}	t_{ij}^{nn}	t_{ij}^{no}	R_{ij}^n	R_{ij}^{ce}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
–	(1, 2)	2	0	2	0	2	0	0
–	(1, 3)	4	0	4	1	5	1	1
–	(1, 4)	7	0	7	1	8	1	0
1	(2, 3)	3	2	5	2	5	0	0
1	(2, 5)	6	2	8	7	13	5	5
1	(2, 6)	5	2	7	11	16	9	7
1, 2	(3, 5)	8	5	13	5	13	0	0
1, 3	(4, 5)	2	7	9	11	13	4	4
1, 3	(4, 7)	9	7	16	8	17	1	1
2, 3, 4	(5, 6)	1	13	14	15	16	2	0
2,3,4	(5, 7)	4	13	17	13	17	0	0
2,5	(6, 7)	1	14	15	16	17	2	2

Расчет параметров сетевого графика табличным методом осуществляется в определенной последовательности. При нумерации событий соблюдается правило: номер предшествующего события должен быть меньше номера последующего.

Вначале заполняются первые три столбца таблицы. Заполнение следует начинать со столбца 2. При этом сначала нужно записать все работы, выходящие из исходного события в порядке возрастания номеров, затем записывается продолжительность работ в столбце 3. После записи работ, выходящих из исходного события, переходят к работам второго события, третьего и т.д.

В столбец 1 заносятся номера начальных событий предшествующих работ.

После заполнения первых трех столбцов определяются ранние сроки начала и окончания работы. Расчет ведется от исходных к завершающим событиям. Ранние сроки начала исходных работ равны нулю. Ранние сроки окончания этих работ равны их продолжительности. Ранний срок начала

последующих работ равен максимальному из ранних сроков окончания предшествующих работ.

Заполнив сверху вниз столбцы 4 и 5, находят максимальный из ранних сроков окончания завершающих работ, который и определяет продолжительность критического пути (5, 7) – 17 дней.

Для определения критических работ таблица просматривается снизу вверх. Первой из них является найденная работа (5, 7). Ее раннее начало определилось ранним окончанием предшествующей работы (3, 5), для которой аналогичными работами были (2, 3) и (1, 2). Эти работы являются критическими.

Определяются поздние сроки начала и окончания работ в столбцах 6 и 7 таблицы. Расчет ведется от завершающих работ сетевого графика до исходных, т.е. снизу вверх. Прежде всего, в столбец 7 записываются поздние сроки окончания завершающих работ (4, 7), (5, 7) и (6, 7), для которых они равны продолжительности критического пути. Затем определяются и записываются в графу 6 поздние сроки начала завершающих работ. Они определяются как разность позднего срока окончания и продолжительности каждой из них

$$t_{67}^{no} = t_{67}^{no} - t_{67}.$$

Затем находят поздний срок окончания вышестоящей работы, как минимальный среди уже написанных в графе 6 поздних сроков начала последующих работ с начальными событиями, равными по величине конечному искомой работы. Такой работой является (5, 6) и т.д.

Проверкой правильности расчета является получение нуля у позднего срока начала первой критической работы (1, 2).

Определяется полный резерв времени, который равен разности поздних и ранних сроков начал или окончаний работ.

$$R_{13}^n = t_{13}^{no} - t_{13}^{po}.$$

Определяется свободный резерв времени. Его величина равна разности между ранним началом последующей работы и ранним сроком окончания данной работы:

$$R_{26}^{ce} = t_{67}^{pn} - t_{26}^{po}.$$

Одной из важнейших операций при анализе сетевого графика является определение коэффициентов напряженности работ и вероятности свершения завершающего события в заданный срок.

Коэффициент напряженности работ – это отношение продолжительности несовпадающих (заключенных 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 пути обозначить $t'(L_{кр})$, длину критического пути – $t(L_{кр})$, а протяженность максимального пути, проходящего через данную работу, – $t(L_{max})$, то коэффициент напряженности

$$k_n = [t(L_{max}) - t'(L_{кр})] / [t(L_{кр}) - t'(L_{кр})].$$

Расчет вероятности наступления завершающего события в заданный срок p_k обычно необходим, когда установленный директивный срок T_d оказывается меньше рассчитанного срока наступления завершающего события T_c . Предполагая, что значение T_c подчиняется закону нормального распределения, можно рассчитать эту вероятность следующим образом. Аргумент нормальной функции распределения вероятностей (функция Лапласа)

$$x = (T_d - T_c) / \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_{кр i}^2},$$

где n – число работ, лежащих на критическом пути, $\sigma_{кр}^2$ – квадрат отклонения случайной величины от ее математического ожидания.

Функцию p_k можно найти по ее аргументу x , используя таблицу, приводимую в справочниках по математической статистики и специальной литературе по СПУ. Для величины p_k имеются вполне определенные границы допустимого риска. При $p_k > 0,65$ можно утверждать, что на работах критического пути имеются избыточные ресурсы, следовательно, общая продолжительность работ может быть сокращена. 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.

Оптимизация может быть частной и комплексной. Видами частной оптимизации сетевого графика являются: минимизация времени выполнения работ при заданной ее сменности; минимизация используемого ресурса; минимизация стоимости и др.

Комплексная оптимизация сетевого графика – это нахождение оптимума в соотношениях величин затрат и сроков выполнения проекта в зависимости от конкретных целей, ставящихся при его реализации.

2.9. Эффективность инновационной деятельности

Эффективность деятельности организации оценивается экономическими и финансовыми показателями. В условиях рыночных отношений не может быть унифицированной системы показателей. Каждый инвестор самостоятельно отбирает эту систему исходя из особенностей инновационного проекта, профессионализма специалистов и менеджеров и других факторов.

К системе показателей предъявляются следующие требования:

- показатели должны охватывать процессы на всех стадиях жизненного цикла товара;
- показатели должны организоваться на перспективу (минимум на 3 – 5 лет) на основе ретроспективного анализа деятельности организации;
- важнейшие показатели должны быть выражены абсолютными, относительными и удельными величинами;
- показатели должны быть состыкованы со всеми разделами плана;
- показатели должны отражать все аспекты финансовой деятельности организации (доходы, расходы, ликвидность, налоги, эффективность использования ресурсов и др.);
- проектирование окончательных показателей должно осуществляться на основе многовариантных расчетов, с определением степени риска и устойчивости финансовой деятельности, с использованием информации, характеризующей все аспекты деятельности организации.

Внедрение новшеств может дать четыре вида эффекта:

- экономический;
- научно-технический;
- социальный;
- экологический.

За счет получения экономического эффекта в форме прибыли организация осуществляет комплексное развитие и повышение благосостояния сотрудников. Остальные виды эффекта несут в себе потенциальный экономический эффект.

Если принимать в расчет только конечные результаты внедрения или продажи новшеств, то любой вид инновационной деятельности можно оценить в стоимостном выражении. Критериями конечной оценки здесь являются: время получения фактического экономического эффекта и степень неопределенности его получения (или уровень риска инвестиций в инновации). При рассмотрении экономического обоснования альтернативные варианты должны приводиться в сопоставимый вид по факторам:

- времени,
- качества,

– масштаба,
– инфляции,
– риска (прежде всего технологического и коммерческого) и неопределенности,

а также:

- по освоенности объекта в производстве,
- по методу получения информации,
- по условию применения объекта.

В настоящее время в соответствии с рекомендациями ЮНИДО в зарубежной практике применяются следующие показатели оценки эффективности инновационной деятельности.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД):

$$\text{ЧДД} = \text{Э}_T = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot [1 / (1 + E)^t],$$

где T – горизонт расчета, равный номеру шага расчета, на котором производится ликвидация объекта; R_t – результаты, достигнутые на t -том шаге расчета; Z_t – затраты, осуществляемые на этом шаге; E – норма дисконта.

Норма прибыли

$$R = [(NP + P) / I] \cdot 100 \%,$$

где NP – чистая прибыль; P – проценты на заемный капитал; I – общие инвестиционные издержки.

Норма прибыли на акционерный капитал

$$R_a = (NP / Q) \cdot 100 \%,$$

где Q – акционерный капитал.

Коэффициент финансовой автономности проекта ($K_{\text{фа}}$):

$$K_{\text{фа}} = C_c / Z,$$

где C_c – собственные средства; Z – заемные средства.

Коэффициент текущей ликвидности

$$K_1 = Q_a / Z \geq 1,$$

где Q_a – сумма оборотных активов проекта.

Показатель срока окупаемости инвестиций в инновационный проект (T_o):

$$T_o = I / \Pi_{\text{ч}},$$

где $\Pi_{\text{ч}}$ – чистая годовая прибыль, получаемая в результате функционирования объекта.

После выполнения расчетов проводится анализ эффективности. Целью анализа эффективности инновационной деятельности является изучение ее механизма и определение отдачи инвестиций.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. Понятие основных этапов инновационного процесса и их характеристики.
2. Понятие фундаментальных и поисковых исследований и их взаимосвязь.
3. Основные этапы НИИ и их содержание.
4. Основные стадии конструкторской подготовки производства.
5. Основные направления совершенствования и ускорения конструкторской подготовки производства.
6. Экономическое обоснование новых изделий.
7. Основные задачи технологической подготовки производства.
8. Стадии технологической подготовки производства и их содержание.
9. Основные направления ускорения технологической подготовки производства.
10. Обоснование новых технологических процессов создания новых изделий.
11. Методы перехода на выпуск новой продукции и их характеристика.
12. Плановые расчеты инновационной деятельности.
13. Линейные графики, их достоинства и недостатки.
14. Сетевое планирование и управление разработками.
15. Элементы сетевых графиков и их характеристики.
16. Параметры сетевых графиков и расчет их величины.
17. Методы расчета параметров сетевых графиков и их характеристики.
18. Эффективность инновационной деятельности.

Тематика исследований и рефератов

1. Новшества и инновации, этапы инновационной деятельности.
2. Научно-исследовательские работы, этапы НИР и их содержание.
3. Конструкторская подготовка производства, этапы и содержание.
4. Сущность технико-экономического анализа при конструировании изделий.
5. Технологическая подготовка производства, этапы и содержание.
6. Технико-экономический анализ, проводимый при выборе технологических процессов.
7. Технологическая себестоимость, ее сущность и зависимость от объема производства.

8. Краткая характеристика методов перехода на выпуск новой продукции.
9. Плановые расчеты инновационной деятельности.
10. Сущность линейных графиков, применяемых для планирования подготовки производства, их достоинства и недостатки.
11. Сетевое планирование и управление разработками, достоинства сетевых графиков.
12. Элементы сетевых графиков и их основные параметры.
13. Методы расчета параметров сетевых графиков и их характеристики.
14. Эффективность инновационной деятельности.

Тестовые задания

1. Что является содержанием научно-исследовательской стадии инновационной деятельности?
 - а) деятельность коллектива по разработке и реализации в производстве инноваций;
 - б) деятельность коллектива по перевооружению и реконструкции предприятий;
 - в) научные исследования и разработки, связанные с теоретическим обоснованием основных закономерностей технического прогресса;
 - г) деятельность коллектива по реализации фундаментальных и поисковых научных исследований в производстве.

2. Что не включает техническая подготовка производства?
 - а) бизнес-планирование продукта;
 - б) организация и планирование работ по технической подготовке производства изделий;
 - в) создание и внедрение новых и совершенствование ранее освоенных видов продукции;
 - г) проектирование и внедрение новых и совершенствование действующих технологических процессов.

3. Перечислить этапы работ конструкторской подготовки производства.
 - а) техническое задание, технические требования, эскизный проект, опытный образец, рабочая документация;
 - б) техническое задание, техническое решение, рабочая документация, опытный образец, установочная серия;
 - в) техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация;
 - г) техническое задание, технические условия, эскизный проект, приемочные испытания.

4. Что является содержанием технологической подготовки производства?

- а) проектирование новой продукции, модернизация ранее производившейся, разработка проекта реконструкции и перевооружения предприятия;
- б) выбор заготовок, разработка межцехового маршрута движения деталей, проектирование средств механизации и автоматизации, расчет нормативов;
- в) проектирование организации и обслуживания рабочих мест;
- г) подготовка кадров, проектирование организации и обслуживания рабочих мест, проектирование новой продукции.

5. Что является содержанием организационно-экономической подготовки производства?

- а) обеспечение нужным составом оборудования и инструмента, подготовка кадров, проектирование организации и обслуживания рабочих мест;
- б) проектирование организации и обслуживания рабочих мест;
- в) проектирование новой продукции и модернизация ранее производившейся, разработка проекта реконструкции и перевооружения предприятия;
- г) выбор заготовок, разработка межцехового маршрута движения деталей, разработка технологического оснащения производства.

6. Процесс отработки конструкции новой техники и оформления документации завершается:

- а) изготовлением и испытанием опытного образца;
- б) сдачей опытного образца приемочной комиссии;
- в) изготовлением и испытанием установочной серии;
- г) сдачей установочной серии приемочной комиссии.

7. Какая технология разрабатывается в индивидуальном и мелкосерийном производстве?

- а) маршрутная;
- б) маршрутная, затем пооперационная;
- в) индивидуальная, затем маршрутная;
- г) индивидуальная.

8. Какая технология разрабатывается в серийном и массовом производстве?

- а) пооперационная;
- б) индивидуальная;
- в) индивидуальная, затем маршрутная;
- г) маршрутная.

9. На основании каких расчетов определяется целесообразность разработки новой технологии?

- а) трудоемкости проектируемых технологических процессов;
- б) ресурсоемкости технологических процессов;
- в) станкоемкости технологических процессов;
- г) комплексного технико-экономического анализа.

10. Какие расчеты осуществляются при комплексном технико-экономическом анализе?

- а) расчеты технической целесообразности и трудоемкости продукции;
- б) расчеты организационной целесообразности и энергоемкости продукции;
- в) расчеты технической и организационной целесообразности исследуемых вариантов;
- г) расчеты технической, организационной, социальной и экономической целесообразности.

11. Какого метода перехода на выпуск новых изделий не существует?

- а) последовательно-поэтапного;
- б) последовательного;
- в) прерывно-последовательного;
- г) параллельно-последовательного;
- д) параллельного.

12. Под технологической себестоимостью понимается:

- а) сумма издержек на производство и реализацию новой продукции;
- б) издержки, непосредственно связанные с данным технологическим процессом;
- в) издержки на производство новой продукции;
- г) переменные издержки, непосредственно связанные с данным технологическим процессом.

13. Технологическая себестоимость определяется по формуле:

а) $S_T = s_v N$; б) $S_T = s_v + s_c N$;

в) $S_T = s_v N + s_c$; д) $S_T = s_v N + \frac{s_c}{N}$,

где s_v – удельные переменные издержки; s_c – постоянные издержки; N – годовой выпуск продукции.

14. Что понимается под критической программой?

а) объем выпуска продукции, при котором себестоимость и выручка равны;

б) объем выпуска продукции, при котором у двух вариантов техпроцессов прибыль равна нулю;

в) объем продукции, при котором технологические себестоимости двух вариантов равны;

г) объем выпуска продукции, при котором постоянные и переменные издержки равны.

15. Критическая программа ($N_{кр}$) определяется по формуле:

а)
$$N_{кр} = \frac{s_c}{(s_{v1} - s_{v2})};$$

б)
$$N_{кр} = \frac{s_{c2} - s_{c1}}{(s_{v1} - s_{v2})};$$

в)
$$N_{кр} = \frac{(s_{v2} - s_{v1})}{s_c};$$

г)
$$N_{кр} = \frac{(s_{v1} - s_{v2})}{s_c},$$

где s_c – постоянные издержки, не зависящие от объема производства; s_v – переменные издержки, зависящие от объема производства.

16. Трудоемкость проектирования вновь создаваемой продукции определяется по формуле:

а)
$$T = t \cdot \kappa_{сл} \cdot \Pi_y;$$

б)
$$T = t \cdot \kappa_{сл} \cdot \kappa_n \cdot \kappa_n \cdot \Pi_y;$$

в)
$$T = t \cdot \kappa_n \cdot \Pi_y;$$

г)
$$T = t \cdot \Pi_y,$$

где t – трудоемкость проектирования в нормо-часах на одну условную единицу продукции; $\kappa_{сл}$ – коэффициент, учитывающий степень сложности конструкции; κ_n – коэффициент, учитывающий степень новизны изделия; κ_n – коэффициент приведения деталей, входящих в конструкцию, к оригинальным деталям; Π_y – количество условных деталей.

Задачи

Задача 2.1. Определить трудоемкость и срок проектирования машины, которая по степени новизны относится к принципиально новым машинам, а по степени сложности конструкции – к группе Г. Машина включает 750 оригинальных деталей, 100 – унифицированных, 150 – нормализованных и 50 – заимствованных. Трудоемкость проектирования одной условной детали равна 9,7 нормо-ч. Численность проектировщиков, работающих в одну смену, – 3 человека (с коэффициентом выполнения норм 1,1).

Для определения нормативов производится классификация продукции:

1) по степени новизны:

– группа I – продукция без существенных конструктивных изменений, ей присваивается коэффициент $k = 1$;

– группа II – продукция с использованием базовой модели и значительным удельным весом унифицированных деталей ($k = 1,2$);

– группа III – продукция, которая требует новых разработок с новыми размерными данными ($k = 1,3$);

– группа IV – новая по конструктивному исполнению продукция ($k = 1,5$);

– группа V – принципиально новая продукция ($k = 1,7$);

2) по степени сложности конструкции. Она включает также пять групп – от А (самых простых конструкций) до Д (самых сложных).

В конструкцию новых машин входят оригинальные, покупные, унифицированные и нормализованные детали. Наибольших затрат труда при проектировании требуют оригинальные детали, которые принимаются при расчете трудоемкости за единицу ($k_o = 1$). Остальные приравниваются к ним при помощи коэффициентов: для покупных $k_n = 0,5$, для унифицированных – $k_y = 0,25$, для нормализованных – $k_n = 0,2$.

Нормативы трудоемкости устанавливаются на одну оригинальную (условную) деталь в нормо-часах. Для рабочего проектирования они приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Трудоемкость проектирования в нормо-часах
на одну условную деталь

Группа сложности	Рабочий проект
А	4,3
Б	5,1
В	6,9
Г	9,7
Д	12,9

Решение. Определяется количество условных (оригинальных) деталей, входящих в новую машину:

$$N_y = 750 \cdot 1 + 50 \cdot 0,5 + 100 \cdot 0,25 + 150 \cdot 0,2 = 830 \text{ условных деталей.}$$

Трудоемкость проектирования одной условной детали с учетом поправки на коэффициент новизны равна

$$t = 9,7 \cdot 1,7 = 16,49 \text{ нормо-ч.}$$

Общая трудоемкость проектирования новой машины равна

$$T = 16,49 \cdot 830 = 13686,7 \text{ нормо-ч.}$$

Для расчета длительности проектирования машины определяются последовательность работ и сроки выполнения этапов.

Плановый срок по отдельным этапам технической подготовки производства T_n определяется по формуле

$$T_n = t / Ч_p \cdot Д \cdot \kappa_n,$$

где t – суммарная трудоемкость работ по данному этапу, нормо-ч; $Ч_p$ – численность работников, занятых выполнением работ по данному этапу, чел.; $Д$ – средняя продолжительность рабочего дня, ч; κ_n – коэффициент выполнения норм.

$$T_n = 13686 / 3 \cdot 8 \cdot 1,1 = 518,4 \text{ дня.}$$

Задача 2.2. Новая машина относится к группе сложности Г и к группе III новизны. В ее конструкцию входят 400 оригинальных деталей, 250 покупных, 100 унифицированных и 150 нормализованных. Определить трудоемкость ее проектирования.

Задача 2.3. Определить, при каком объеме производства продукции первый вариант технологии эффективнее второго. Сравнительные показатели по двум технологиям приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Показатели технологии 1 и 2

Вариант технологии	Удельные переменные издержки, руб./шт.	Условно постоянные издержки, тыс. руб./шт.
1	1500	350
2	1800	300

Задача 2.4. Рассчитайте трудоемкость отдельных этапов конструкторской подготовки и составьте календарный график с учетом того, что работа должна быть закончена в 5 месяцев. Количество исполнителей принять самостоятельно. Исходные данные приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Объем работ и время конструкторской подготовки

Этапы конструкторской подготовки	Объем работ, ед.	Норма времени, ч / ед.
Разработка технического проекта	-	600 на весь объем
Разработка рабочего проекта	400	8
Технический контроль	400	1,5
Нормализационный контроль	400	1

Задача 2.5. Оценить целесообразность использования параллельного или параллельно-последовательного метода при освоении производства изделия И2 вместо снимаемого с производства изделия И1.

Достигнутый заводом выпуск изделия И1 – 400 шт. в месяц, планируемый выпуск изделия И2 – 480 шт. в месяц. Поставка заказчику единицы изделия приносит прибыль по изделию И1 – 180 руб., по изделию И2 – 205 руб.

Возможность использования резервных участков позволяет начать выпуск изделий И2 одновременно с сокращением выпуска изделия И1, а также свести время кратковременной остановки сборочной линии до 0,5 месяца. Основные исходные данные вариантов приведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Основные данные по методам перехода на выпуск новой продукции

Показатели	Параллельный метод	Параллельно-последовательный
Интенсивность свертывания производства по изделию И1, шт./мес.	25	10
Продолжительность выпуска Р2 на резервных участках, мес.	-	4
Интенсивность нарастания объемов выпуска И2 на резервных участках, шт./мес.	-	15
Интенсивность нарастания объемов выпуска И2 в основном производстве, шт./мес.	30	60
Продолжительность совместного выпуска изделия И1 и И2, мес.	6	-
Дополнительные текущие затраты, связанные с созданием резервных участков, тыс. руб.	-	510

Решение. Выбор метода перехода на выпуск нового изделия нужно осуществлять по максимуму прибыли предприятия, полученной в переходный период. Для определения продолжительности переходного периода и объема выпуска продукции применяется графический метод.

График изменения объема выпуска при параллельном методе приведен на рис. 2.11.

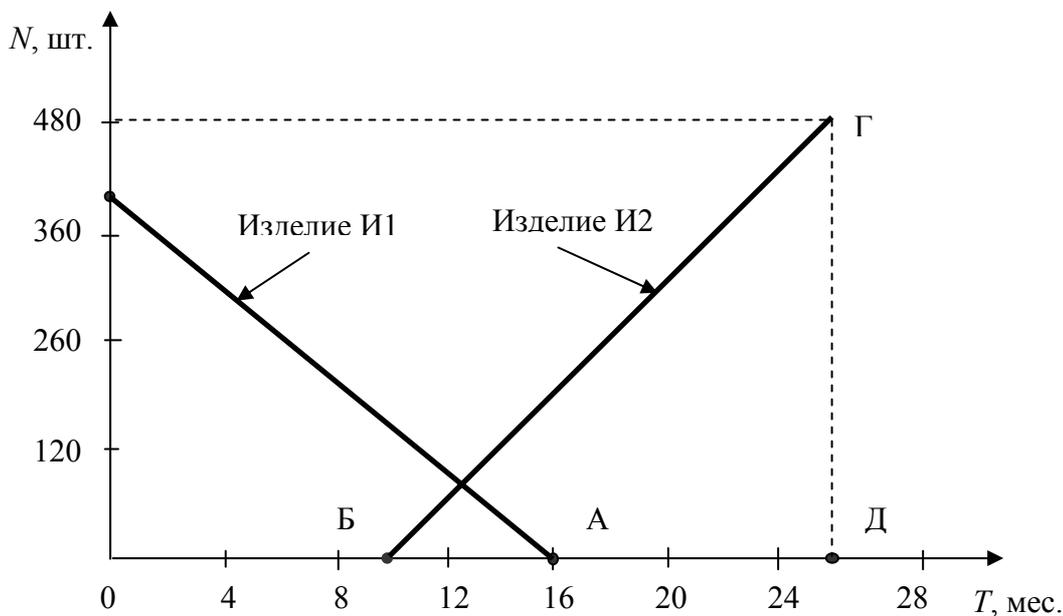


Рис. 2.11. Изменение объемов выпуска изделий И1 и И2 при параллельном методе перехода

Период снятия изделия И1 с производства (точка А)

$$400 : 25 = 16 \text{ мес.}$$

Начало выпуска изделия И2 (точка Б)

$$16 - 6 = 10 \text{ мес.}$$

Время достижения запланированного объема выпуска изделия И2 (точка Д)

$$10 + (480 : 30) = 26 \text{ мес.}$$

График изменения объема выпуска при параллельно-последовательном методе приведен на рис. 2.12.

Время параллельной работы резервного участка задано по условию (точка Е). Объем выпуска изделия И1 к моменту Е (точка З)

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

Объем выпуска изделия И2 к моменту Е (точка Ж)

$$15 \cdot 4 = 60 \text{ шт.}$$

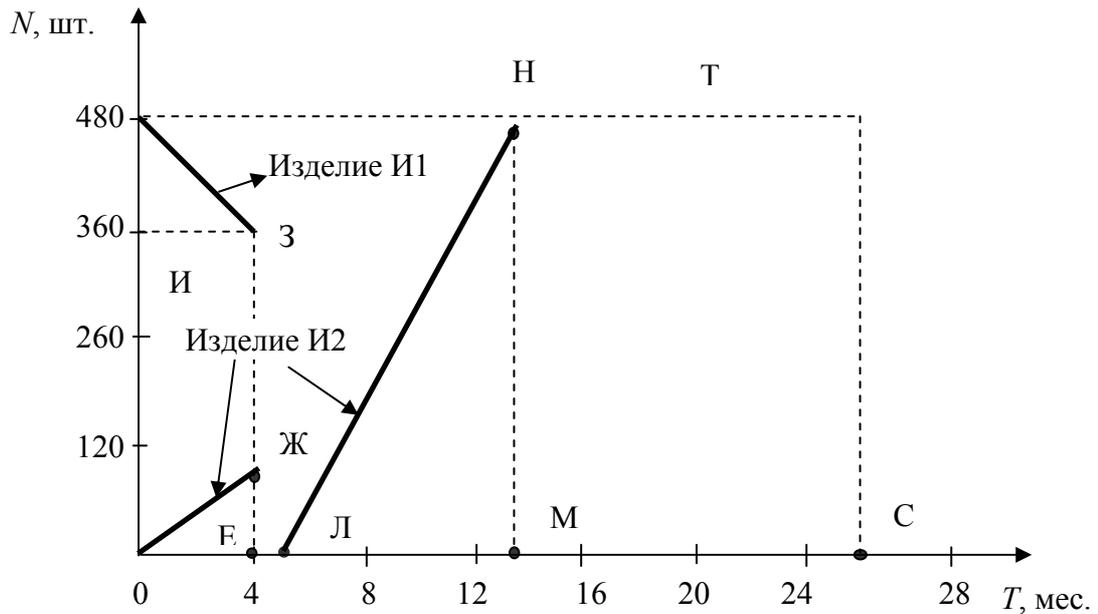


Рис. 2.12. Изменение объема выпуска изделий И1 и И2 при параллельно-последовательном методе перехода

Момент начала выпуска изделия И2 в основном производстве (точка Л)

$$4 + 0,5 = 4,5 \text{ мес.}$$

Время достижения запланированного объема выпуска изделия И2 (точка М)

$$4,5 + (480 : 10) = 12,5 \text{ мес.}$$

Поскольку время выхода на запланированный объем выпуска изделия И2 для исследуемых методов различно, следует принять величину переходного периода равной 26 месяцев. Общий объем выпуска двух изделий в переходном периоде равен сумме площадей фигур ОАВ и БГД (для параллельного метода) и КИЗ, ОИЗЕ, ОЖЕ, ЛНМ, НТСМ (для параллельно-последовательного метода).

Объем выпуска за 26 месяцев при параллельном методе

$$N_{И1} = 0,5 \cdot 16 \cdot 400 + 3200 \text{ шт.};$$

$$N_{И2} = 0,5 \cdot 16 \cdot 480 = 3840 \text{ шт.}$$

Общая прибыль предприятия

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

Объем выпуска за 26 месяцев при параллельно-последовательном методе равен

$$N_{И1} = 4 \cdot 360 + 0,5(400 - 360)4 = 1520 \text{ шт.}$$

$$N_{И2} = 0,5 \cdot 4 \cdot 60 + 0,5 \cdot 8 \cdot 480 + 13,5 \cdot 480 = 8520 \text{ шт.}$$

Общая прибыль предприятия

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

Экономический эффект от применения параллельно-последовательного метода вместо параллельного

$$\mathcal{E} = П_{n-n} - (П_n - З_{дон}) = 2020200 - (1363200 - 51000) = 1167000 \text{ руб.}$$

Задача 2.6. Принято решение о создании нового автомобиля. Перечень работ по выполнению ТПП представляет в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Перечень работ по выполнению ТПП

№ п/п	Код работы	Наименование работ	Продолжительность, нед.
1	2	3	4
1	0-1	Разработка технического задания и составление эскизного проекта	8
2	1-2	Составление технического проекта двигателя	18
3	1-3	Составление технического проекта карбюратора	8
4	1-4	Составление технического проекта системы выхлопа	10
5	2-5	Составление рабочего проекта двигателя	16
6	3-6	Составление рабочего проекта карбюратора	8
7	4-7	Составление рабочего проекта системы выхлопа	8
8	2-8	Составление проекта оснастки двигателя	18
9	3-9	Составление проекта оснастки карбюратора	6
10	4-10	Составление проекта оснастки системы выхлопа	8
11	8-11	Изготовление оснастки двигателя	20
12	9-12	Изготовление оснастки карбюратора	8
13	10-13	Изготовление оснастки системы выхлопа	10
14	5-14	Изготовление опытного образца двигателя	16
15	6-15	Изготовление опытного образца карбюратора	6
16	7-16	Изготовление опытного образца системы выхлопа	8
17	14-17 15-17 16-7	Сборка образца автомобиля	4
18	17-18	Испытание опытного образца автомобиля	8
19	18-19	Внесение изменений по результатам испытаний	8
20	19-20	Освоение массового производства	16

Необходимо составить и оптимизировать сетевой график по параметру «время – ресурсы».

Решение.

Сетевой график составляется на основе табличных данных (рис. 2.13).

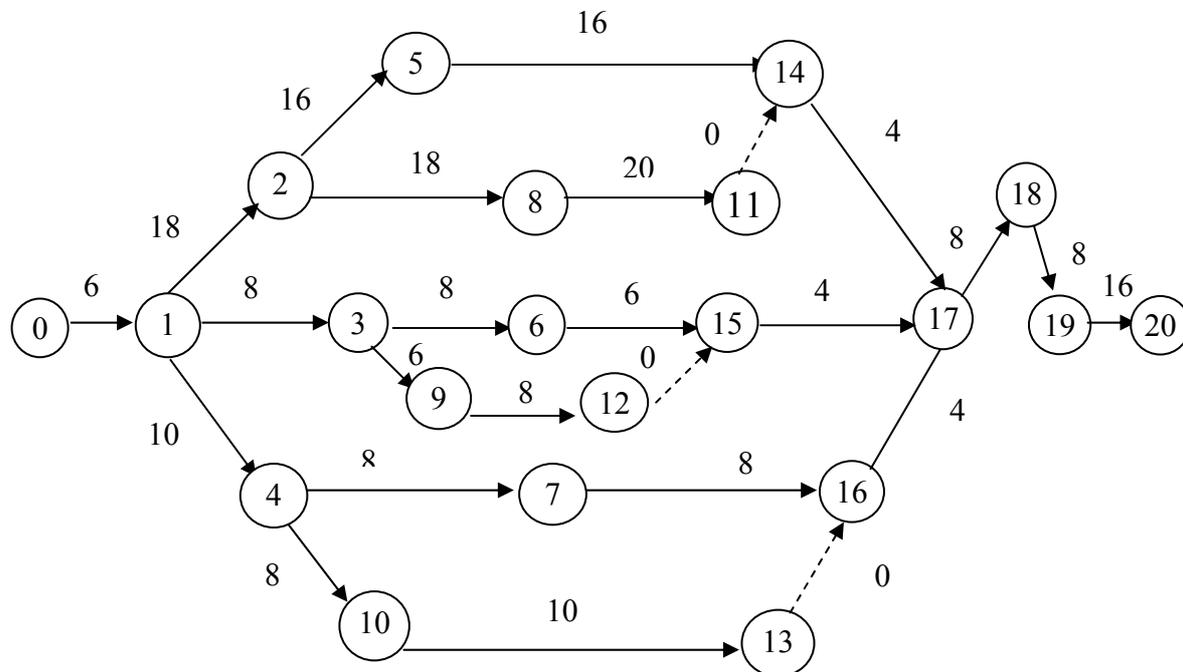


Рис. 2.13. Сетевой график до оптимизации

На графике события 11 и 14, 12 и 15, 13 и 16 соединены пунктирными стрелками (фиктивные работы). Путь № 1 проходит через события 0-2-5-14-17-20, его продолжительность составляет 94 недели; путь № 2 – 0-2-8-11-14-17-20 (100 недель); путь № 3 – 0-1-6-15-17-20 (66 недель); путь № 4 – 0-1-3-9-12-15-17-20 (66 недель); путь № 5 – через события 0-1-4-7-16-17-20 (70 недель); путь № 6 – через события 0-1-4-10-13-16-17-20 (72 недели). Путь № 2 является критическим путем, № 1 – подкритическим, остальные пути являются ненапряженными.

Сетевой график можно оптимизировать путем перераспределения людских ресурсов, денежных и материальных средств, оборудования с ненапряженных путей на более нагруженные. Чтобы определить оптимальную продолжительность выполнения работ на всех путях графика, надо сложить общую продолжительность этих путей и полученную сумму 466 недель разделить на 6. Теоретически самый лучший срок исполнения всех работ составит 78 недель. В данном случае разработчика устраивает $t_{кр} = 80$ недель. На первом этапе оптимизации графика перебрасываем ресурсы с пути № 3, равные 12 неделям, и с пути № 4, равные 10 неделям, на

критический путь № 2. Тогда путь № 1 (94 недели) станет критическим, а пути № 5 (70 недель) и № 6 (72 недели) – ненапряженными.

На втором этапе оптимизации графика работ с пути № 5 перебрасываем ресурсы, равные 8 неделям, а с пути № 6 – равные 6 неделям, на путь № 1. Тогда продолжительность пути № 1 составит 80 недель, пути № 5 – 78 недель, пути № 6 – 78 недель. Оптимизация завершена (табл. 2.8).

Таблица 2.8

Результаты оптимизации сетевого графика

№ пути	Первоначальная продолжительность, недель	Результат 1 этапа оптимизации, недель	Результаты 2 этапа оптимизации, недель
1	94	94	80
2	100	78	78
3	66	78	78
4	66	76	76
5	70	70	78
6	72	72	78

Сетевой график после оптимизации приведен на рис. 2.14.

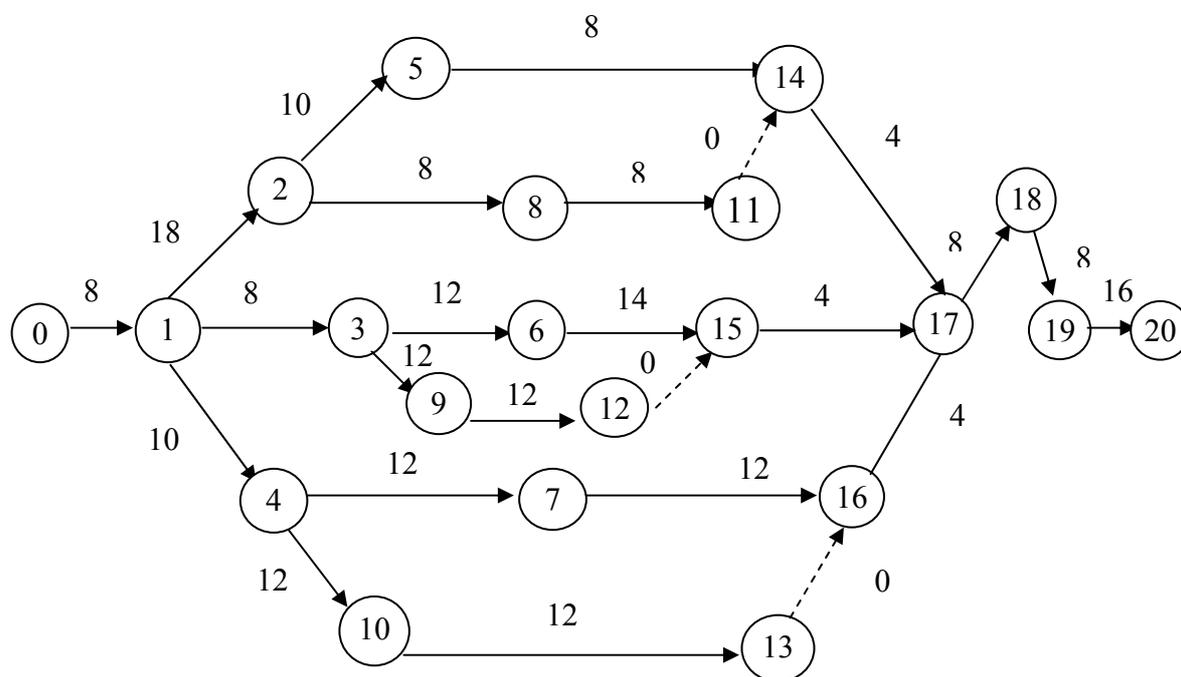


Рис. 2.14. Сетевой график после оптимизации

Задача 2.7. Рассчитать параметры сетевого графика табличным методом (рис. 2.15).

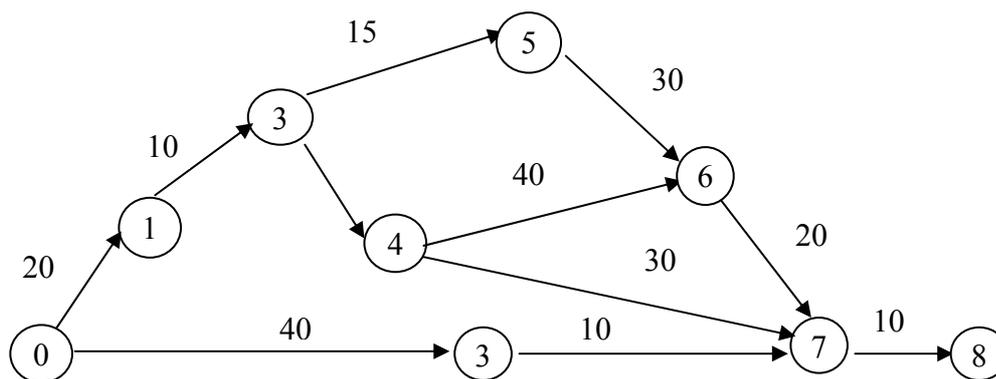


Рис. 2.15. Сетевой график для расчета параметров

Задача 2.8. В связи с ужесточением конкуренции фирма решила перейти на выпуск новой продукции. Был разработан проект, закуплено необходимое оборудование. Единовременные затраты в году t_1 (расчетный год) составили 17 млн руб., в году t_2 – 3 млн руб. Ввод проекта осуществляется в году t_2 . Срок работы оборудования после ввода – 4 года. Ежегодные ожидаемые доходы от проекта (без учета налогов) в период $t_1 - t_5$ – 10,2 млн руб. Процентная ставка – 12 %. Инфляция на рынке телекоммуникации – 10 %. Уровень риска проекта – 8 %. Требуется определить:

- 1) чистый дисконтированный доход (ЧДД) проекта;
- 2) чистую текущую стоимость (ЧТС) по годам реализации проекта;
- 3) индекс доходности (ИД) и среднегодовую рентабельность проекта;
- 4) внутреннюю норму доходности (ВНД);
- 5) срок окупаемости проекта.

Решение. Определяется ставка дисконта проекта по формуле

$$d = \kappa + i + r,$$

где κ – цена капитала (процентная ставка), доли единицы; i – инфляция на рынке, доли единицы; r – уровень риска проекта, доли единицы.

$$d = 0,12 + 0,1 + 0,08 = 0,3.$$

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) проекта рассчитывается по формуле

$$\text{ЧДД}_t = \sum_{t=1}^T \frac{D_t - K_t}{(1+d)^t},$$

где D_t – доходы t -того периода; K_t – затраты t -того периода.

Расчет ЧДД и ЧТС по проекту приведен в табл. 2.9.

ЧДД проекта положителен, проект является эффективным (при данной ставке дисконта).

Индекс доходности проекта определяется по формуле

$$\text{ИД} = \sum_{t=1}^T D_t / (1+d)^t / \sum_{t=1}^T K_t / (1+d)^t, \text{ ИД} = 22,13 / 19,31 = 1,146.$$

Таблица 2.9

Значение ЧДД и ЧТС

Годы	D	K	$1/(1+d)^t$	$D/(1+d)^t$	$-K/(1+d)^t$	ЧДД	ЧТС
t_1	-	17,0	1	-	-17	-17	-17
t_2	10,2	3,0	0,77	7,85	-2,31	5,54	-11,46
t_3	10,2	-	0,59	6,02	-	5,02	-5,44
t_4	10,2	-	0,46	4,69	-	4,69	-0,75
t_5	10,2	-	0,35	3,57	-	3,57	2,82
Итого	40,8	20,0		22,13	19,31	2,82	

Индекс доходности тесно связан с ЧДД. Если ЧДД положителен, то ИД > 1, если ИД < 1, проект неэффективен.

Среднегодовая рентабельность проекта определяется по формуле

$$P = \text{ИД} / n \cdot 100 \%,$$

где n – срок работы оборудования.

$$P = 1,146 / 4 \cdot 100 = 29,6 \%.$$

Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой ставку дисконта, при которой величина приведенных доходов равна приведенным затратам. Внутреннюю норму доходности (ВНД) приближенно можно определить по формуле

$$\text{ВНД} = [d^+ \cdot 100 + \text{ЧДД}^+ / (\text{ЧДД}^+ - \text{ЧДД}^-)] / 100,$$

где d^+ – величина дисконта, при которой ЧДД принимает последнее положительное значение; ЧДД^+ – последнее положительное значение ЧДД; ЧДД^- – первое отрицательное значение ЧДД.

Данные для расчета ВНД приведены в табл. 2.10.

Таблица 2.10

Данные для расчета ВНД

d	0,30	0,35	0,36	0,37	0,39	0,39	0,40	0,41
ЧДД	2,82	1,18	0,89	0,51	0,22	-	-0,37	-0,57

В примере ВНД = 39 %, что видно из таблицы.

Срок окупаемости проекта рассчитывается по формуле

$$\sum_{t=1}^T D / (1+d)^t = \sum_{t=1}^T K_t / (1+d)^t$$

Приближенно срок окупаемости можно определить аналогично расчету ВНД.

$$T_{ок} = 3 + [0,75 / (2,82 + 0,75)] = 3,2 \text{ года} = 39 \text{ мес.}$$

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРЕДПРИЯТИИ

3.1. Сущность производственного процесса в машиностроении

Основу деятельности каждого предприятия составляет производственный процесс. В машиностроении производственный процесс представляет собой совокупность отдельных, взаимосвязанных процессов труда, посредством которых поступающие на предприятие исходные материалы и полуфабрикаты превращаются в готовые изделия.

В процессе производства рабочие воздействуют заранее обдуманном образом на предметы труда, производя в них с помощью орудий труда преднамеренные изменения. Следовательно, всякий производственный процесс предусматривает наличие следующих элементов: живой труд, средства труда и предметы труда.

Живой труд в машиностроении характерен многообразием профессионального состава работников, участвующих в производстве, высокими требованиями, предъявляемыми к их способностям выполнять определенные технологические операции с помощью средств труда, умению работать, знанием техпроцессов и устройств обслуживаемых агрегатов. Характер живого труда в современных производственных процессах непрерывно меняется. Для работы на современном оборудовании предприятий от рабочего все меньше требуется приложения физического труда и больше умственного.

Характер применяемых в машиностроительном производстве орудий труда отличается большой сложностью и многообразием. По мере технического прогресса, изменения масштабов потребления и производства изменяются и применяемые на предприятии орудия труда. Большое влияние на орудия труда оказывают применяемые технологические процессы.

Производственный процесс отличается также большим разнообразием сортов, профилей и размеров потребляемых материалов. В машиностроении все более широкое применение находят: легированные стали, специальные сплавы, пластические массы и т.п.

Производственный процесс на предприятии состоит из фаз: заготовительной, обработочной, сборочной, информационно-подготовительной и др.

Заготовительная фаза предназначена для изготовления заготовок деталей машин, для их последующей обработки. Предметами труда в заготовительной фазе являются различные материалы, используемые в процессе получения заготовок. Эта фаза характеризуется разнообразными методами производства. Основной тенденцией в развитии технологии заготовительной фазы является приближение заготовок к формам и размерам готовых деталей. С этой целью применяются прогрессивные технологиче-

ские процессы литья, горячей штамповки и др. К заготовительной фазе относятся литейные, кузнечно-прессовые, штамповочные и другие производственные процессы.

Обработочная фаза является центральной в структуре производственного процесса машиностроительного предприятия. Она включает в себя механическую, термическую обработку, нанесение поверхностных покрытий, процессы, основанные на применении электрических и физико-химических методов обработки.

Предметами труда в этой фазе являются заготовки с различной степенью их приближения к формам и размерам готовых деталей. Орудиями труда на этой стадии являются, в основном, металлообрабатывающие станки, печи и аппараты.

В обработочной фазе, как и в заготовительной, имеется большое разнообразие методов выполнения технологических операций. Перед поступлением на механическую обработку многие заготовки подвергаются различного рода подготовительным операциям: разметке, правке, центровке, очистке, резке, обдирке и т.п. Некоторые детали сначала проходят термическую обработку и только после этого поступают в механические цехи. С развитием техники, технологии удельный вес обработочной фазы уменьшается. Это уменьшение происходит по двум причинам:

- благодаря совершенствованию технологических процессов в заготовительной фазе, т.е. все большему приближению заготовок к формам и размерам готовых деталей;
- в результате обновления и модернизации парка металлорежущих станков, повышения его производительности путем насыщения производства автоматизированным и автоматическим оборудованием.

Сборочная фаза включает сборку деталей в узлы, агрегатную сборку, сборку и регулировку машины, ее внешнюю отделку и испытания. Внешняя отделка имеет антикоррозийное и декоративное назначение, а также придает изделию большую сопротивляемость термическим и световым воздействиям. К сборочным процессам относится и сварка, так как для сварки всегда приходится производить предварительно некоторые сборочные процессы, сам процесс сварки есть образование неразъемных соединений.

Предметами труда на сборочной стадии являются детали, узлы, агрегаты собственного изготовления, а также получаемые со стороны в порядке кооперации. Методы технологии сборки и ее организационные формы разнообразны. Они зависят от характера изготавливаемой продукции, масштаба выпуска, степени механизации труда и т.д.

Орудия труда сборочной фазы не так многообразны. Главными здесь являются всевозможные транспортирующие, подающие и направляющие устройства. Сборочные процессы характеризуются наличием еще значительного объема ручных работ, поэтому механизация сборочно-отделоч-

ных работ является одной из основных задач совершенствования производства на этой фазе.

Информационно-подготовительная фаза – создание научно-технической информации и технической документации на продукцию конечного производства. Эта фаза является производством, но не материальным, а информационным.

В связи с переходом к рыночным отношениям осуществляется и создание других фаз, например, снабженческая, сбытовая и др.

Производственный процесс представляет собой в ряде случаев совокупность взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов, необходимых для изготовления определенного вида продукции.

При трудовом процессе рабочие активно воздействуют на предметы труда. При естественном процессе изменения предметов труда происходят под воздействием сил природы, а процесс труда совершенно или частично приостанавливается. Однако и естественные процессы протекают в той или иной мере под контролем рабочих, а в ряде случаев они заменяются аппаратными процессами в искусственно созданных средах.

К естественным процессам можно отнести:

- старение отливок и поковок;
- сушка изделий после покраски;
- остывание отливок, поковок, штамповок после их изготовления;
- остывание деталей после термообработки.

По своему назначению и роли в производстве ***процессы делятся на основные, вспомогательные и обслуживающие.***

К ***основным процессам*** относят процессы изготовления изделий, составляющих программу выпуска и соответствующих специализации завода. К основным процессам относятся такие процессы, в результате которых изменяются формы, размеры, состояние поверхности, физико-химические свойства предметов труда, происходит их постепенное превращение в основную продукцию предприятия. Совокупность основных производственных процессов образует основное производство.

Вспомогательный производственный процесс представляет собой процесс труда, в результате которого выпускается продукция, потребляемая для собственных нужд предприятия, не включаемая в состав основной продукции и не определяющая специализацию предприятия. Эта продукция предназначена для обеспечения эффективного и бесперебойного выполнения основных производственных процессов. Совокупность вспомогательных процессов образует вспомогательное производство предприятия – инструментальное, энергетическое, ремонтное и др.

Обслуживающие производственные процессы сами по себе никакой продукции не производят, а выполняют вспомогательную роль по обслуживанию основных и вспомогательных производственных процессов. Они

представляют собой процессы труда по оказанию различного рода услуг цехам и производственным участкам.

К обслуживающим производственным процессам относятся:

- транспортирование продукции;
- технический контроль качества выпускаемой продукции;
- лабораторное обслуживание всего производственного процесса;
- складское обслуживание: приемка, хранение, выдача материалов, оснастка и т.п.

В организационном отношении как основные, так и вспомогательные процессы могут быть разделены на простые и сложные. Простыми называются процессы изготовления простых предметов труда.

Простой процесс представляет собой ряд последовательных операций изготовления определенного объекта.

Сложный процесс представляет собой совокупность координированных во времени простых процессов. Это весь процесс изготовления машины и ее испытание.

Основным структурным элементом простого процесса является операция. Операцией называется часть простого производственного процесса, выполняемая на одном рабочем месте, одними и теми же орудиями производства без переналадки технологического оборудования, над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми предметами труда, одним или несколькими рабочими, а в условиях автоматизированного производства – под наблюдением рабочего.

Операции могут быть основными и вспомогательными.

К основным (технологическим) относятся те операции, которые непосредственно связаны с изменением геометрической формы, размеров, внутренней структуры и т.п., а также все сборочные операции. Основные операции выполняют основное назначение производственного процесса. Характерным признаком основной операции является передача предмета труда с одного рабочего места на другое после окончания операции. Совокупность основных операций образует технологический процесс изготовления деталей. Расчленение техпроцесса на технологические операции является исходным моментом для разделения труда между участниками производственного процесса. На основе затрат времени на выполнение основных операций производится расчет загрузки технологического оборудования, потребности в рабочей силе, зарплаты и другие показатели. В зависимости от уровня механизации и автоматизации производственных процессов различают различные разновидности основных операций.

Ручные операции, как правило, выполняются вручную с использованием простого или механизированного инструмента. К таким операциям относятся операции по слесарной опиловке или зачистки деталей, ручная формовка или заливка деталей и т.п.

Машинно-ручные осуществляются с помощью машин, но при непосредственном и непрерывном участии рабочих. Примерами таких операций являются: обработка деталей на токарном станке с ручной подачей инструмента, ручная дуговая электросварка и др.

Машинные операции выполняются с помощью машин при ограниченном участии рабочих, которое сводится к управлению станком, установке и снятию деталей после окончания обработки, выполнению контрольных промеров и т.п.

Автоматические операции осуществляются на автоматическом оборудовании и протекают без участия рабочего, его роль ограничивается наблюдением за ходом процесса. К таким операциям относятся механическая обработка деталей на станках-автоматах, автоматических линиях.

Аппаратурные операции выполняются в специальных агрегатах, например, в плавильных, кузнечных и термических печах, в ваннах для гальванических покрытий. Участие рабочих сводится к загрузке и разгрузке агрегата, а также к общему наблюдению за ходом технологического процесса.

Вспомогательные операции не связаны непосредственно с изменением формы, размеров или физико-химических свойств предметов труда, но они обеспечивают или содействуют этому изменению.

К вспомогательным операциям относятся:

- перемещение предметов труда от одного рабочего места к другому или к месту хранения;
- контроль качества и количества продукции – контрольные операции;
- комплектация деталей, сборочных единиц.

Вспомогательные операции выполняются между основными операциями одного и того же технологического процесса, а также по окончании выполнения основных операций.

3.2. Основные принципы организации производственного процесса

В основе организации производственного процесса на любом предприятии, в любом цехе лежит рациональное сочетание в пространстве и во времени всех основных, вспомогательных и обслуживающих процессов. Особенности и методы этого сочетания различны в различных производственных условиях. Однако организация производственных процессов должна быть подчинена некоторым общим принципам. К основным принципам рациональной организации производственных процессов относятся специализация, пропорциональность, параллельность, прямоточность, непрерывность, ритмичность, гибкость и др.

Специализация – форма разделения труда. Специализация производства в промышленности представляет собой определенные разновидности разделения труда и развивается по направлениям:

- специализация отраслей промышленности;
- специализация предприятий;
- специализация внутри предприятий.

Специализация предприятий подразделяется на три формы:

- предметная специализация;
- поддетальная специализация;
- технологическая специализация.

Важнейшим признаком предметной специализации является выделение в составе выпускаемой продукции предприятия одного или нескольких видов продукции, определяющих специализацию данного предприятия.

Поддетальная специализация – это специализация по производству отдельных законченных частей сложного конечного продукта.

К группе предприятий поддетальной специализации можно отнести заводы, производящие подшипники, поршни, редукторы, шестерни.

Технологическая – это специализация предприятий по однородным технологическим процессам, отдельным этапам изготовления сложного продукта труда (литейное, кузнечное производство и др.).

Внутризаводская специализация представляет собой специализацию отдельных звеньев предприятия – цехов, участков и рабочих мест. Существует три основные формы специализации основных цехов предприятия:

- по признаку выполняемых ими технологических процессов – технологическая;
- по признаку изготавливаемых в них изделий – предметная;
- смешанная.

Характерным для технологической специализации цехов является то, что цех выполняет комплекс однородных технологических операций по обработке различных деталей или сборке узлов для всей продукции данного завода.

Специализация цехов по предметному признаку заключается в том, что цех изготавливает только определенные однородные детали или механизмы, применяя для этого самые различные в технологическом отношении процессы и операции.

При смешанном признаке сочетается технологическая и предметная форма специализации. Технологически специализированные цехи в то же время имеют ограниченную номенклатуру предметного характера.

Для оценки уровня специализации используются показатели:

- коэффициент серийности, показывающий, сколько различных производственных операций в среднем приходится на единицу производственного оборудования или рабочее место;
- применение высокопроизводительных процессов и оборудования, свойственных специализированному производству;

– число предметных участков и поточных линий в основных производственных цехах.

Пропорциональность производственных процессов – это принцип, подразумевающий пропорциональную производительность в единицу времени всех производственных подразделений – основных и вспомогательных цехов и обслуживающих хозяйств предприятия, а в рамках цехов и хозяйств – участков и линий, групп оборудования и рабочих мест. Пропорциональность дает возможность обеспечить равномерный выпуск продукции, которая по своему номенклатурному составу, комплексу и срокам выпуска будет соответствовать требованиям комплексного и равномерного выпуска предприятием готовой продукции.

Несоблюдение принципа пропорциональности вызывает «узкие места» и диспропорции. Пропорциональность не может быть раз и навсегда установленной. Пересмотр конструкций изделия или технологии его производства на одном участке вызывает соответствующие изменения на других участках. Принцип пропорциональности лежит в основе комплексной механизации и автоматизации предприятий. При комплексной механизации последовательно и пропорционально охватываются как основные, так и вспомогательные и обслуживающие процессы на всех без исключения местах.

Пропорциональность можно выразить количественно. Если обозначить порядковым номером темпы взаимосвязанных звеньев T_i , то пропорциональность между ними выразится равенством

$$T_1 = T_2 = \dots = T_n.$$

Параллельность означает одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса, т.е. создание широкого фронта работ по изготовлению данного изделия.

Параллельность проявляется в следующих формах:

- параллельность в структуре технологической операции, например, многоинструментальная обработка и др.;
- параллельность в выполнении технологических и вспомогательных операций или их элементов;
- параллельность в изготовлении заготовок и обработке деталей;
- параллельность в узловой и общей сборке означает одновременное выполнение сборочно-монтажных работ над одинаковыми объектами;
- различные виды и способы организации движения партий деталей, подвергающихся обработке.

Достигнутая или проектируемая степень параллельности движения может быть измерена с помощью коэффициента параллельности

$$K_{нар} = \frac{\sum t_{фак}}{\sum t_{нос}},$$

где $\sum t_{\text{нос}}$ – суммарное время при последовательном движении изделий;
 $\sum t_{\text{фак}}$ – суммарное время фактического движения процесса.

Прямоточность следует понимать как обеспечение кратчайшего пути, проходимого изделием по всем фазам и операциям производственного процесса. Принцип прямоточности применим к организации производственного процесса в самых различных масштабах. Этому принципу должны соответствовать взаимное расположение зданий и сооружений на территории предприятия, размещение основных цехов, участков и т.п.

Путь, проходимый заготовками, деталями и изделиями, должен быть не только более коротким, в нем не должно быть встречных и возвратных движений. Вспомогательные цехи и склады следует размещать по возможности ближе к обслуживаемым или основным цехам.

Принцип непрерывности в организации производственного процесса определяет необходимость устранения либо уменьшения всякого рода перерывов в производстве изделия. Машины или системы машин тем совершеннее, чем выше степень непрерывности их рабочего процесса. Основными причинами перерывов являются недостатки в организации движения предметов труда в производстве. В машиностроении степень непрерывности производственных процессов обуславливается главным образом загрузкой оборудования. Правильно запланированная и распределенная загрузка парка не допускает возникновения узких мест и систематических простоев, создает важнейшую предпосылку для повышения степени непрерывности процессов.

Числовой характеристикой непрерывности служит коэффициент непрерывности κ_n :

$$\kappa_n = 1 - \frac{t_{\text{тех}}}{T_{\text{ц}}},$$

где $t_{\text{тех}}$ – технологическое время цикла; $T_{\text{ц}}$ – длительность производственного цикла.

Принцип ритмичности предполагает выпуск в равные промежутки времени одинаковых или возрастающих количеств продукции и соответственно этому повторение через эти промежутки времени производственного процесса во всех его фазах и операциях.

Что касается единицы продукции, выпускаемой в течение принятого отрезка времени, то в условиях многономенклатурной программы она может измеряться в нормо-часах. Для оценки ритмичности применяются различные показатели. Показатели ритмичности устанавливаются для предприятия, цеха, отдела. Планово-учетным периодом может быть принят месяц, наименьшим – сутки.

$$\kappa_p = \frac{C}{\Pi},$$

где C – среднесуточный % выполнения плана без учета перевыполнения;
 P – фактическое выполнение плана.

Принцип гибкости заключается в создании в условиях мелкосерийного и серийного производства таких систем, которые специализированы на выпуск широкой номенклатуры изделий. Они могут быстро и экономно перестраиваться с выпуска изделий одного типа на выпуск изделий другого типа в пределах установленной на данный момент номенклатуры. Эти системы могут без значительного переоснащения изменять номенклатуру выпускаемой ими продукции.

Основные принципы ложатся в основу организации любого производственного процесса, но в разной степени могут быть реализованы. Они действуют взаимозависимо и одновременно.

3.3. Типы производства и их характеристики

Под типом производства следует понимать совокупность признаков, определяющих организационно-технологическую характеристику производственного процесса, осуществляемого как на одном рабочем месте, так и на совокупности рабочих мест в масштабе линии, участка, цеха, завода в целом.

Таковыми признаками являются:

- масштаб выпуска;
- степень однородности и постоянства номенклатуры выпускаемой продукции;
- непрерывность производства;
- уровень специализации рабочих мест;
- повторяемость производства изделий.

В соответствии со степенью соблюдения этих характеристик различают три типа производства: массовое, серийное и единичное.

Основным условием организации *массового* производства является возможность обеспечения полного постоянства загрузки каждого рабочего места одной и той же работой в течение всего планового периода. Такая возможность предоставляется в случае, если масштаб выпуска продукции и ее трудоемкость по каждой операции техпроцесса удовлетворяют условию

$$Nt \geq F,$$

где N – программа выпуска на плановый период; t – время выполнения операции или совокупности операций на одну штуку; F – фонд времени рабочего места на плановый период.

Массовое производство характеризуется следующими особенностями:

- специализация каждого рабочего места на производстве только одной технологической операции в течение всего планового периода;

– полная специализация рабочих мест позволяет выделить для одного предмета труда отдельный комплект оборудования и создать, таким образом, отдельный участок-линию рабочих мест. Оборудование в такой линии размещается в порядке следования операции технологического процесса изготовления предмета. Этим обеспечивается прямоточное движение предмета в производстве. Упрощается разработка заданий, учет их выполнения, обслуживание рабочих мест, поскольку изо дня в день на рабочих местах линии повторяется одна и та же работа, потребляются одни и те же материалы, инструменты и т.п.;

– соответствующая массовому производству форма движения деталей (изделий) обеспечивает наиболее быстрое завершение технологического процесса и превращение предмета труда в готовую продукцию. Непрерывное изготовление одного и того же предмета труда на каждом рабочем месте делает излишним связывание их в партии. Каждый предмет после окончания операции на одном рабочем месте может быть передан сразу на следующее рабочее место. Такая форма прямоточного и индивидуального движения каждого предмета в производстве обеспечивает минимальную длительность производственного цикла;

– большая относительная трудоемкость продукции и связанная с ней полная специализация рабочих мест способствует укреплению технико-организационной базы. Массовое производство характеризуется большим удельным весом специальных видов оборудования, в том числе оборудования с автоматическим и полуавтоматическим циклом;

– трудовой процесс расчленяется на малые процессы, которые тщательно изучаются в целях создания наиболее рациональных условий для их выполнения. Нормы продолжительности операции благодаря их повторению могут быть изучены и тщательно рассчитаны. Все расчеты по организации и планированию отличаются большой обоснованностью;

– организация работы обслуживающих хозяйств свободна от меняющихся изо дня в день потребителей производства – она подчинена режиму ритмичного повторения одних и тех же обслуживаемых операций;

– массовое производство характеризуется более высокими показателями производительности оборудования и труда.

Серийное производство характеризуется повторяемостью производства и выпуска одинаковой продукции. Однако в серийном производстве величина относительной трудоемкости продукции исключает возможность постоянной загрузки каждого рабочего места только одной производственной работой. Для серийного производства характерным является неравенство

$$Nt < F$$

или

$$N_{до} > C_{об},$$

где $N_{до}$ – общее количество операций в техпроцессе деталей, изготавливаемых в цехе в плановом периоде; $C_{об}$ – общее количество единиц оборудования (рабочих мест), необходимых для выполнения заданной программы на плановый период.

Для полного использования фонда времени работы оборудования необходимо сочетать на каждом рабочем месте выполнение различных операций, относящихся к технологическим процессам различных деталей и изделий. Чем резче выражено последнее неравенство, тем большее количество различных операций надо сочетать на данном рабочем месте, чтобы обеспечить полное использование его фонда времени. Математическое условие организации серийного производства имеет вид

$$\sum Nt = F,$$

где $\sum Nt$ – суммарное время на программу по всем различным операциям, выполняемым на данном рабочем месте.

Для серийного производства характерно:

- из-за отсутствия полной специализации рабочих мест выделение отдельного участка оборудования или площади для производства предметов только одного наименования невозможно. Каждая производственная работа занимает только часть фонда времени рабочего и оборудования;
- оборудование размещается в цехах и на участках часто не по ходу технологического процесса, а по признакам технологической и конструкторской однородности;
- особая форма движения деталей по операциям – это движение партиями, что приводит к резкому увеличению длительности производственного цикла;
- ослабленная технико-организационная база, характеризующаяся широким использованием универсального оборудования и оснастки;
- более низкая, чем в массовом производстве, производительность труда;
- организация работы обслуживающих хозяйств более сложная, чем в массовом производстве.

В промышленности различают различные разновидности серийного производства. Для определения разновидности серийного производства используется коэффициент серийности загрузки технологического оборудования

$$K_c = \frac{N_{до}}{C_{об}}.$$

В зависимости величины коэффициента серийности различают три разновидности серийного производства: крупносерийное, серийное и мелкосерийное.

Крупносерийное производство характеризуется наличием значительной повторяемости выпуска продукции, относительно малой номенклатурой изделий и малым количеством операций, приходящихся на одно рабочее место (2 – 10 деталей-операций). Крупносерийное производство характеризуется высокой степенью нормализации функции организации и планирования. Систематическое повторение выпускаемой продукции позволяет подчинить выполнение всех функций обслуживания производства материалами, инструментами и др. ресурсами твердому расписанию. В этом смысле крупносерийное производство наиболее близко к условиям массового производства.

Серийное производство характеризуется регулярной повторяемостью производства и выпуска одинаковой продукции. Выпуск продукции производится сериями в десятки наименований. Годичная номенклатура, как правило, шире, чем номенклатура каждого месяца. Суммарные затраты подготовительно-заключительного времени заметно возрастают. Значительно увеличивается длительность производственного цикла продукта за счет ожидания распределения неготовой продукции по освободившимся рабочим местам и за счет удлинения и усложнения путей движения продукции. Возрастает потребность в оборотных средствах. Более частые изменения в загрузке рабочих мест усложняют условия для организации и планирования производства, для бесперебойного обслуживания участков и рабочих мест предметами и средствами труда. Та как для одной и той же продукции масштабы выпуска в условиях серийного производства меньше, чем крупносерийного, то и затраты на приобретение и изготовление специального оборудования, оснастки и инструмента более ограничены. Серийное производство менее экономически выгодно, себестоимость одинаковой продукции выше, чем при крупносерийном производстве, а производительность труда ниже. Количество операций, закрепленных за рабочим местом, колеблется в пределах $10 \div 20$.

Мелкосерийное производство характеризуется тем, что изделия выпускаются малыми сериями по несколько штук или десятков штук, но повторяемость изделий в программе предприятия либо отсутствует, либо она нерегулярна, а размеры серий неустойчивы. Этот недостаток является наиболее характерной особенностью мелкосерийного производства. Все особенности и черты серийного производства, отличающие его от крупносерийного, выражены в мелкосерийном производстве более резко. Рабочие места мало специализированы.

$$k_c = 20 \div 40 \text{ и более.}$$

Из всех разновидностей серийного производства мелкосерийное менее эффективно.

Единое производство характеризуется изготовлением небольшого количества разнообразных изделий. При этом номенклатура или совсем не повторяется, или редко, через неопределенные промежутки времени. Технологический процесс разрабатывается с наименьшей степенью детализации. Обычно разрабатывается лишь маршрутная технология. Количество деталей-операций, выполняемых на одном рабочем месте в течение месяца, достигает 100 и более, закрепление их за определенным станком не производится. В связи с широкой номенклатурой продукции возможно применение лишь универсального оборудования, приспособлений и инструментов. Применение специального оборудования экономически нецелесообразно. Оборудование, как правило, располагается по технологическому принципу, т.е. по группам однотипного оборудования. Такое расположение удлиняет маршрут движения деталей. Это обстоятельство, а также длительные межоперационные пролеживания влекут удлинение цикла изготовления отдельных деталей и изделия в целом. Отсутствие повторяемости операций, а также детально разработанного техпроцесса требуют применения квалифицированного труда рабочих. Отсутствие специальных приспособлений в заготовительных цехах приводит к получению заготовок с большими припусками на обработку. Это влечет за собой повышенную трудоемкость механической обработки, большую потребность в металлорежущем оборудовании, материале и излишние отходы при обработке.

Затраты времени на подготовительно-заключительные работы полностью входят в калькуляционное время на одну штуку, поэтому потери, связанные с этими затратами, достигают здесь максимальной величины.

Рабочий не успевает приобрести достаточно навыков для высокопроизводительной работы, поэтому выработка его ниже, чем при работе партиями. Наличие большой номенклатуры изделий и отсутствие повторяемости операций значительно усложняют оперативно-производственное планирование. Несмотря на то, что ритмичное чередование операций отсутствует, это не значит, что принцип ритмичности в данных условиях не соблюдается. В условиях единичного производства соблюдение ритмичности сказывается в выполнении на данном рабочем месте одинаковых или возрастающих объемов работ в равные отрезки времени.

На одном и том же предприятии могут встречаться разнообразные типы производственных процессов. По характеру выпуска продукции, ее сложности, объему выпуска предприятие также разделяют на три типа. В основу классификации предприятий по типам производства кладутся два важнейших фактора: характер выпуска продукции (непрерывно, ритмично, партиями, эпизодически) и преобладающая роль тех или иных типов производственных процессов. Соответственно этому различают предприятие массового производства, серийного и единичного.

Предприятия массового производства непрерывно выпускают всю номенклатуру изделий или основную ее часть; в них преобладают массовые производственные процессы.

Предприятия серийного производства выпускают периодически чередующуюся номенклатуру (партиями), при этом преобладают серийные производственные процессы. Выделение в этой группе крупносерийных, серийных и мелкосерийных предприятий в какой-то мере условно и не изменяет качественной характеристики типа организации – чередование выпуска продукции повторяющимися партиями.

Предприятия единичного производства выпускают широкую номенклатуру продукции, не имеющей ритмичной повторяемости: здесь преобладают единичные производственные процессы.

Тип производства оказывает решающее влияние на особенности его организации, управления и экономические показатели. С повышением технической вооруженности труда и ростом объема выпуска продукции происходит снижение себестоимости продукции и изменение ее структуры. Такое различие себестоимости изделия в различных типах организации производства определяется сложным взаимодействием разнообразных факторов: концентрацией производства одинаковых деталей, повышением технологичности конструкций и внедрением прогрессивных типов технологических процессов, применением производительного оборудования, внедрением современных форм организации производственных процессов – непрерывно-поточных механизированных и автоматизированных поточных линий, лучшей организацией труда и управления производством.

3.4. Производственный цикл и его структура

Производственным циклом называется период времени, в течение которого выполняется производственный процесс или любая часть его – операция, процессы изготовления заготовок, деталей, сборки и испытания. Длительностью производственного цикла называется отрезок времени между началом и концом производственного процесса изготовления изделия или партии изделий. Величина длительности цикла является основой большинства плановых расчетов. Исходя из длительности производственного цикла определяются:

- сроки запуска и выпуска деталей, узлов, машин и прохождение их по отдельным участкам производства;
- сроки по своевременной закупке и доставке материалов и полуфабрикатов, по своевременному изготовлению и закупке технологической оснастки;
- сроки по комплектации рабочей силы;
- нормативная величина незавершенного производства.

Продолжительность производственного цикла оказывает серьезное экономическое влияние на различные стороны деятельности предприятия. Чем меньше длительность цикла, тем выше использование основных фондов, тем меньше потребность предприятия в оборотных средствах, вложенных в незавершенное производство. Величина производственного цикла является одним из показателей, которые определяют уровень организации и культуры производства на промышленных предприятиях.

Исходными данными для определения длительности производственного цикла являются:

- карты технологического процесса с маршрутами движения детали и нормами времени;
- схемы сборки изделия;
- технические условия на регулировку и испытания узлов и изделия в целом;
- данные о сроках поставки полуфабрикатов по кооперации с другими предприятиями;
- данные о проценте выполнения норм по видам работ или специальностям;
- данные о сменности.

При расчетах длительности производственного цикла следует иметь в виду, что величина его должна быть достаточной для прохождения деталей узла по всем стадиям обработки и сборки. Необходимо учитывать наличие перерывов, количество рабочих, выполняющих данную работу, параллельность выполнения отдельных элементов цикла.

Структура производственного цикла включает время выполнения основных, вспомогательных операций и перерывов в изготовлении изделия. Основным элементом производственного цикла является время непосредственного исполнения технологических операций по производству заготовок, механической обработки, сборки. Помимо технологических операций в структуре производственного цикла необходимо научно учитывать естественные процессы, например, остывание опок после заливки, остывание заготовок послековки, сушка после окраски и т.п. Данные операции включаются в состав цикла, если они не совмещены по времени с какими-либо другими операциями. Значительную часть цикла составляют перерывы между операциями – межоперационные перерывы.

В общем, формула длительности производственного цикла имеет вид

$$T_{ц} = T_{n-з} + T_{ум} + T_{ест} + T_{контр} + T_{тр} + T_{мо},$$

где $T_{n-з}$ – подготовительно-заключительное время; $T_{ум}$ – время технологических операций; $T_{ест}$ – время естественных процессов; $T_{контр}$ – время на технический контроль; $T_{тр}$ – время на выполнение транспортных опе-

раций; T_{mo} – межоперационные перерывы. Сумма $T_{n-3} + T_{umt} + T_{ест} + T_{контр} + T_{тр}$ составляет рабочий период цикла.

Основу производственного цикла составляет технологический цикл, который, в свою очередь, состоит из операционных циклов.

Операционный цикл – это продолжительность обработки детали или партии деталей на одной операции. Величина операционного цикла T_{on} определяется по формуле

$$T_{on} = t_{n-3} + t_{umt},$$

где t_{n-3} – подготовительно-заключительное время; t_{umt} – штучное время операции.

Подготовительно-заключительное время – время, затрачиваемое рабочим на ознакомление с чертежами и технологическим процессом, время, необходимое на наладку станка, инструмента, приспособлений, а также на все приемы, связанные с окончанием данной операции. Отличительной особенностью t_{n-3} является то, что оно затрачивается рабочим один раз на всю обрабатываемую партию деталей, его продолжительность не зависит от количества деталей в партии.

Подготовительно-заключительное время зависит от организации рабочего места, конструкции станка и сложности обрабатываемой детали. При установлении норм t_{n-3} необходимо учитывать, что получение инструмента, приспособлений, заготовок, а также сдачу готовых деталей необходимо поручать подсобным рабочим.

Учитывать t_{n-3} нужно только в единичном и серийном производстве. В условиях массового производства, когда оборудование настроено на выполнение одной операции, t_{n-3} не учитывают, и норма времени на операцию состоит из одного штучного времени.

Штучное время операции может быть рассчитано по формуле

$$t_{umt} = t_o + t_g + t_{обс} + t_{олн},$$

где t_o – основное время; t_g – вспомогательное время; $t_{обс}$ – время обслуживания рабочего места; $t_{олн}$ – время на отдых и личные надобности.

Основное время – время, в течение которого достигается непосредственная цель данного технологического процесса по качественному изменению предмета труда (время на изменение геометрической формы, размеров и состояния поверхности или взаимного расположения частей изделия и т.д.). Основное время в зависимости от того, как производится предусмотренное технологическим процессом изменение предмета труда, может быть машинным, машинно-ручным, ручным.

Вспомогательное время – это время, затрачиваемое на различные приемы, обеспечивающее выполнение основной работы и не перекрытое машинной работой. Продолжительность вспомогательного времени зависит от веса и конфигурации детали, конструкции приспособления, характера и точности установки детали на станки, точности обработки деталей, конструкции измерительного инструмента и т.п.

Сумма основного и вспомогательного времени $(t_o + t_e)$ называется оперативным временем.

Время обслуживания рабочего места

$$t_{opm} = t_{mo} + t_{oo},$$

где t_{mo} – время технического обслуживания рабочего места – время, затрачиваемое на уход за рабочим местом при выполнении данной конкретной работы. Сюда входит время на смену инструмента вследствие притупления, время на регулировку и подналадку станка во время работы, время на сметание стружки в процессе работы. Время технического обслуживания рабочего места, как правило, пропорционально времени основной работы;

t_{oo} – время организационного обслуживания рабочего места – время, затрачиваемое на уход за рабочим местом преимущественно в начале и конце рабочего дня. К нему относится время на раскладку и уборку рабочего и вспомогательного инструмента, необходимое при выполнении работы, время на чистку и смазку станка в конце рабочей смены.

Время на отдых и личные надобности необходимо для устранения утомляемости человека при выполнении им любой физической работы.

Таким образом,

$$t_{um} = t_o + t_e + t_{mo} + t_{oo} + t_{олн}.$$

Данная формула используется в условиях массового и крупносерийного производства.

В условиях мелкосерийного и единичного производства пользуются упрощенной формулой

$$t_{um} = (t_o + t_e) \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right),$$

где K – суммарное время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности рабочего в % от оперативного времени.

Из этой формулы можно определить среднее калькуляционное время на одну деталь

$$t_k = \frac{T_{on}}{n} = \frac{t_{n-з}}{n} + t_{um},$$

где n – количество деталей в партии.

Если дано калькуляционное время, то длительность цикла операции можно определить по формуле

$$T_{on} = nt_{\kappa}.$$

Длительность операционного цикла можно выразить графически (рис. 3.1, а, б).

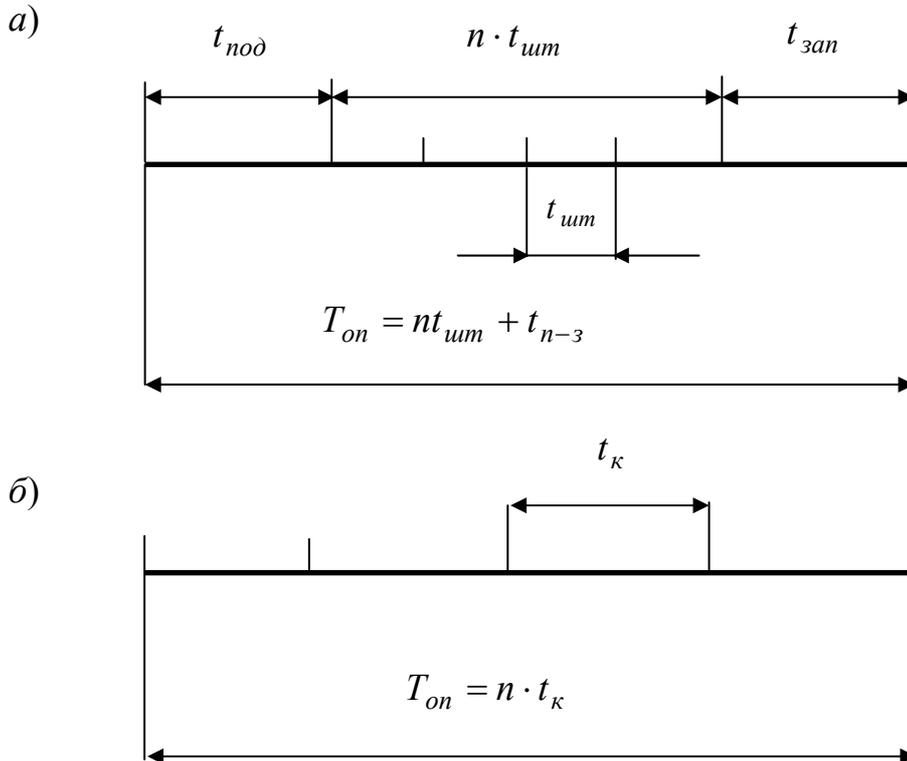


Рис. 3.1. Графическое изображение длительности операционного цикла

Если операция выполняется не нескольких рабочих местах одновременно, то

$$T_{on} = \frac{nt_{\kappa}}{C},$$

где C – количество параллельных рабочих мест на операции.

3.5. Длительность производственного цикла простого производства

При расчете длительности производственного цикла большое значение имеет степень одновременности изготовления продукции на различных этапах технологического процесса.

Одновременность изготовления продукции определяется видом сочетания операций и порядком передачи предметов труда с одной производственной операции на другую.

Существует три вида сочетания операции:

- последовательный;
- параллельно-последовательный;
- параллельный.

Сущность последовательного метода сочетания заключается в том, что каждая последующая операция начинается только после окончания обработки всей партии на предыдущей операции. При этом партия не дробится, а передается в полном размере (рис. 3.2).

Этот вид организации процесса во времени применяется преимущественно в единичном и мелкосерийном производстве. Связано это с тем, что количество продукции в этих типах производства невелико, продолжительность отдельных операций разнообразна, номенклатура изготавливаемой продукции широкая, применяемое оборудование работает с переналадками и устанавливается по принципу технологической специализации.

Из графика (рис. 3.2) видно, что цикл многооперационного процесса, состоящего из m операций, равен сумме операционных циклов.

Если цикл операции равен

$$T_{on} = \frac{nt_k}{C},$$

то

$$T_{цпос} = \sum_{i=1}^m \frac{nt_{ki}}{C_i} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_{ki}}{C_i},$$

где $T_{цпос}$ – длительность изготовления партии деталей при последовательном сочетании операций; m – количество операций технологического процесса; n – количество деталей в обрабатываемой партии; t_k – калькуляционное время операции; C – количество параллельных рабочих мест на операции (фронт работ).

Последовательный вид организации производства является наиболее простым и в пределах нахождения данной партии деталей на операции обуславливает беспростойную работу оборудования.

Отрицательным данного сочетания операции является то, что при всех равных прочих условиях продолжительность изготовления всех деталей получается наибольшей. Однако при последовательном виде движения детали проще планирование и учет производства, т.к. работа идет связанными партиями.

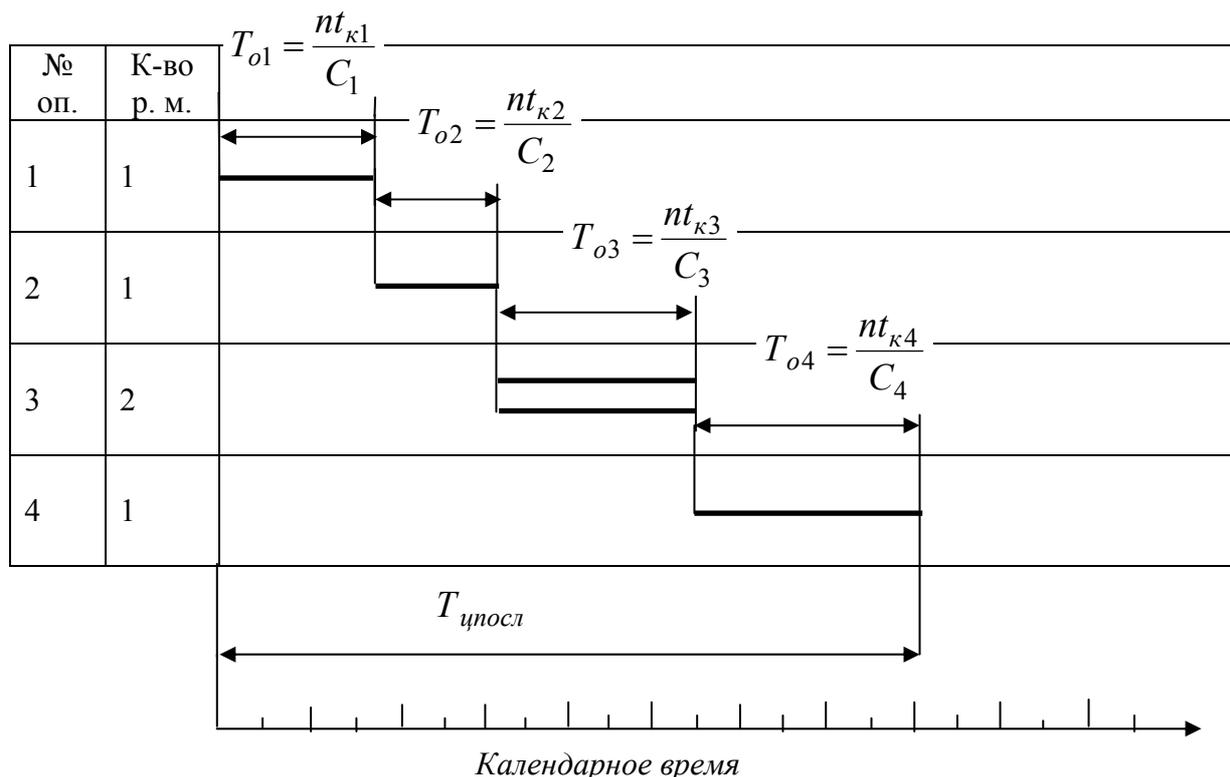


Рис. 3.2. График технологического цикла при последовательном движении предметов труда

Параллельно-последовательное сочетание предусматривает частичное совмещение времени выполнения смежных операций с тем, чтобы вся изготавливаемая партия деталей проходила через каждую операцию без каких-либо перерывов. Обработка партии на каждой последующей операции начинается раньше, чем заканчивается обработка всех деталей данной партии на предыдущей операции. Характерными признаками параллельно-последовательного вида организации процесса является следующее:

- партия деталей передается с одной операции на другую частями – транспортными (передаточными) партиями;
- одновременно над частями одной и той же партии выполняется несколько операций;
- начало каждой операции рассчитывается таким образом, чтобы обеспечивалась непрерывность обработки партии на данной операции.

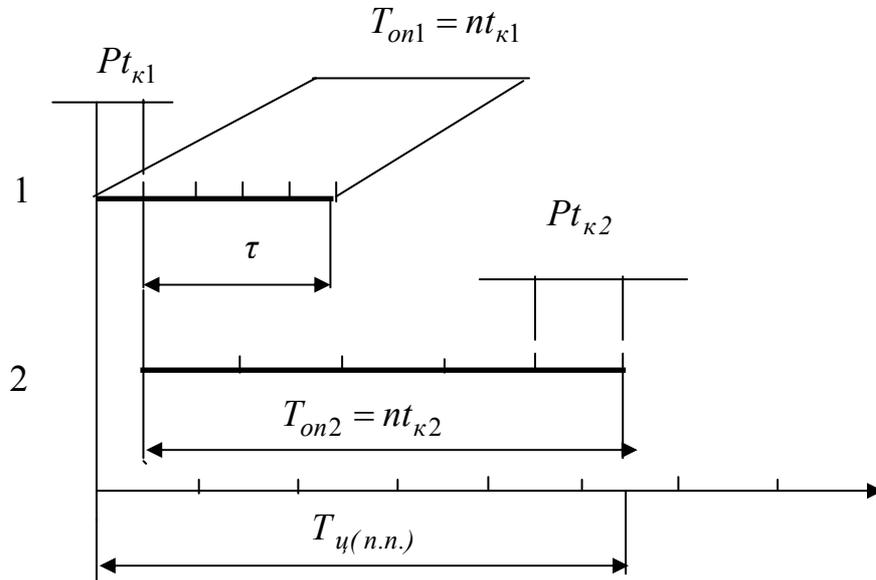
Размер передаваемой (транспортной) партии определяется емкостью тары, габаритом и весом деталей и расстоянием между смежными по технологическому процессу рабочими местами.

Существует два основных варианта параллельно-последовательного сочетания операций:

- предшествующая операция короче последующей;
- предшествующая операция длиннее последующей.

Варианты сочетания операций приведены на рис. 3.3.

a) $T_{on1} < T_{on2}$



б) $T_{on1} > T_{on2}$

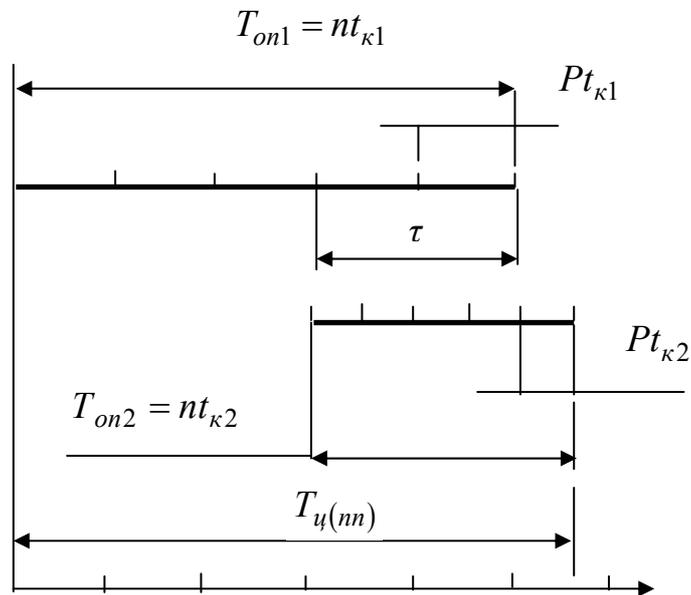


Рис. 3.3. Варианты сочетания операционных циклов при параллельно-последовательном движении предметов труда

В случае $T_{on1} < T_{on2}$ транспортная партия (P) передается немедленно по окончании операции на следующую.

В случае, когда $T_{on1} > T_{on2}$, отсутствие простоев на последующей операции может быть обеспечено только после накопления перед ней некоторого запаса деталей, позволяющего вести эту операцию непрерывно. Для определения момента начала второй операции от окончания первой операции над всей партией откладывается вправо отрезок, равный длительности выполнения второй операции по одной транспортной партии, а влево – отрезок, соответствующий времени выполнения остальных транспортных партий.

Из графиков (рис. 3.3) видно, что в обоих случаях параллельно-последовательного сочетания длительность цикла равна операционному циклу более длительной операции плюс время изготовления одной передающей партии менее короткой операции.

Для графика рис. 3.3, а имеем

$$T_{unn} = T_o'' + pt_{\kappa 1},$$

для графика рис. 3.3, б $T_{unn} = T_o' + pt_{\kappa 2}$.

Сокращение длительности цикла τ представляет собой разность между длительностью цикла при последовательном и параллельно-последовательном сочетании операций.

Для графика рис. 3.3, а

$$\tau = T_{unos} - T_{unn} = nt_{\kappa 1} - pt_{\kappa 1} = t_1(n - p), \quad (3.1)$$

для графика рис. 3.3, б

$$\tau = T_{unos} - T_{unn} = nt_{\kappa 2} - pt_{\kappa 2} = t_2(n - p). \quad (3.2)$$

Из формул (3.1) и (3.2) видно, что индекс при t_{κ} соответствует операции с более коротким циклом.

На основании этого получаем

$$\tau = t_{nop}(n - p),$$

где t_{nop} – норма времени на операцию с более коротким из каждой пары смежных операций циклом.

Рассмотренные закономерности справедливы при любом числе сочетающихся операций (рис. 3.4).

Длительность цикла при параллельно-последовательном сочетании операции будет равна разности между длительностью цикла при последовательном сочетании и суммарной величиной межоперационных перекрытий:

$$T_{unn} = T_{unos} - \sum_{i=1}^{m-1} \tau_i$$

или

$$T_{цnn} = T_{цнос} - \sum_{i=1}^{m-1} (n-p) \cdot t_{кор}.$$

Подставив в последнюю формулу значение $T_{цнос}$ с учетом фронта работ, получим

$$T_{цnn} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_{ki}}{C_i} - \sum_{i=1}^{m-1} (n-p) \cdot \left(\frac{t_k}{C} \right)_{кор}.$$

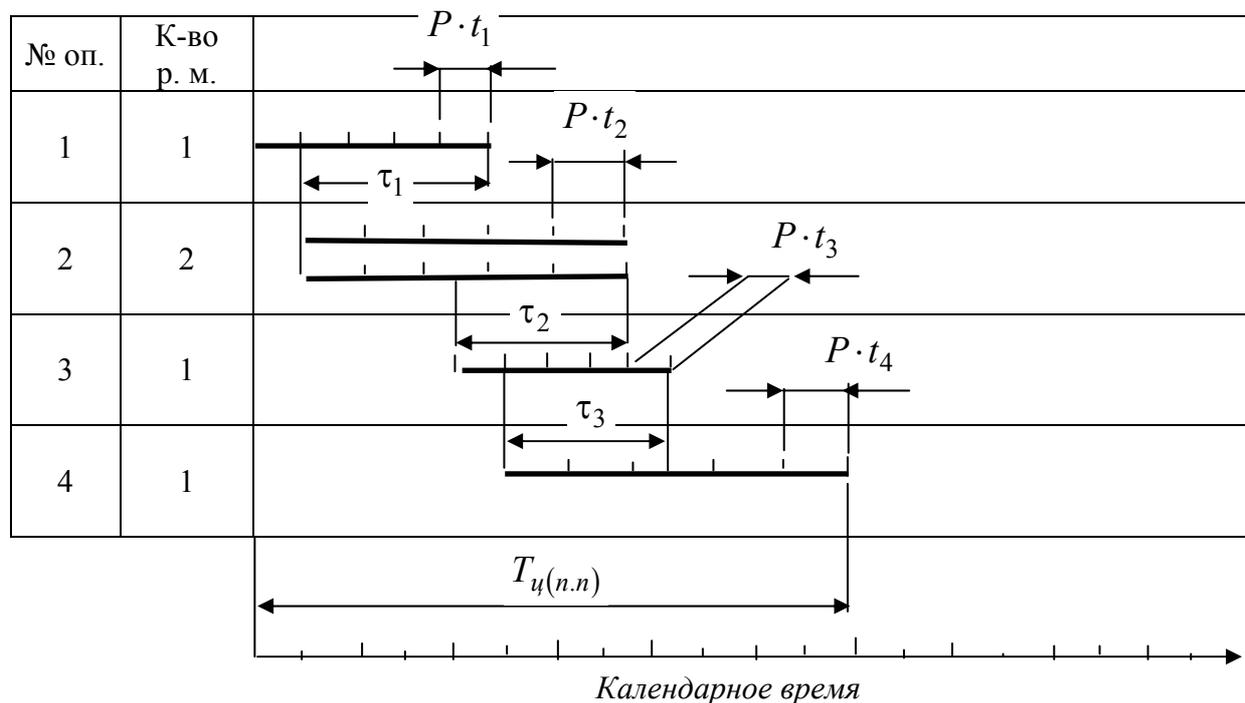


Рис. 3.4. График технологического цикла при параллельно-последовательном движении предметов труда

Параллельно-последовательный вид движения существенно влияет на уменьшение длительности цикла. Наименьшая продолжительность будет в случаях, когда длительность каждой последующей операции (от первой до последней) возрастает или, наоборот, уменьшается.

Для упрощения расчетов длительность цикла $T_{цnn}$ рассчитывается через коэффициент параллельности

$$k_{пар} = \frac{T_{цnn}}{T_{цнос}} = 0,5 \div 0,8.$$

Параллельное сочетание операций характеризуется тем, что передаточные партии или отдельные изделия передаются на последующие операции немедленно после завершения предыдущих. Для получения формулы длительности цикла строится график (рис. 3.5). Построение графика производится для каждой передаточной партии отдельно. Характерной особенностью параллельного сочетания операций является то, что непрерывно работа происходит только на наиболее загруженной операции. На рабочих местах выполняют более короткие операции, возникают простои, которые снижают показатели использования производственных ресурсов. Наиболее трудоемкая операция является основной, все остальные операции под нее подравниваются.

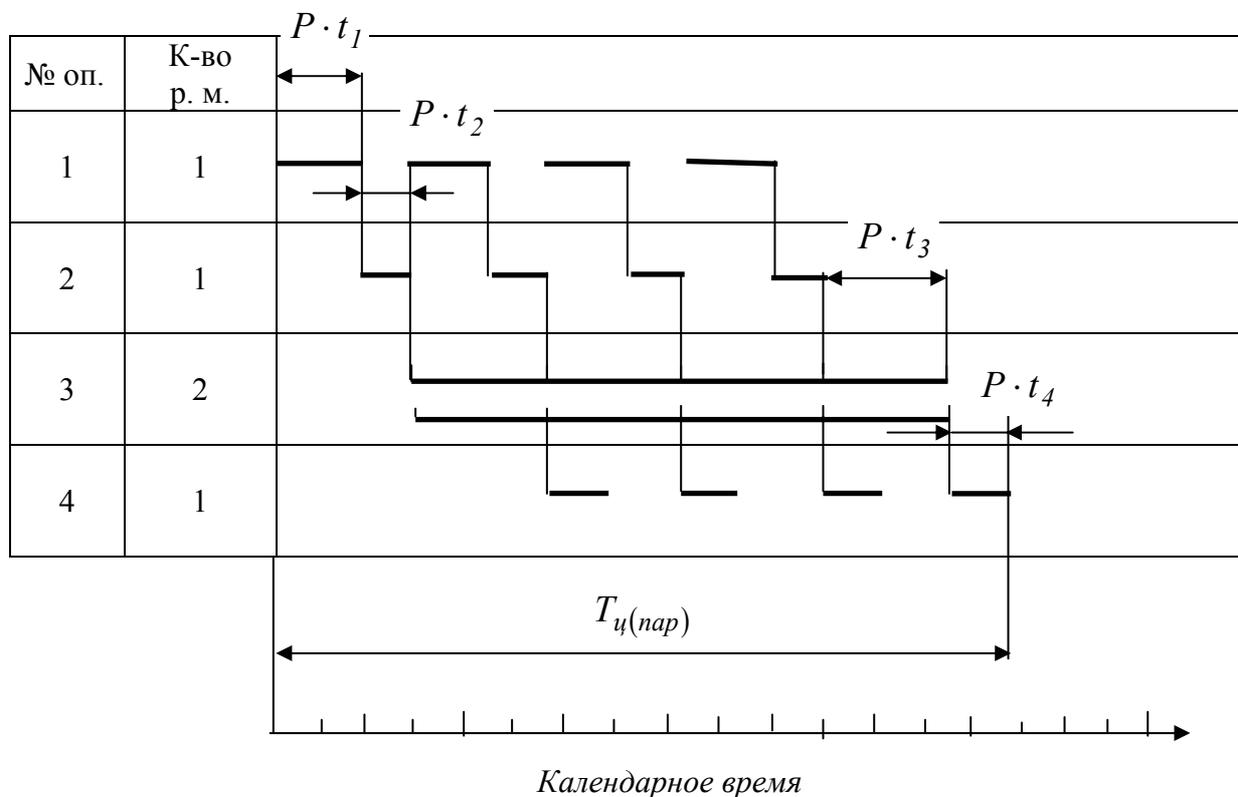


Рис. 3.5. График технологического цикла при параллельном движении предметов труда

На практике такое движение применяется, когда важно обеспечить непрерывную работу наиболее ценного уникального агрегата, а другие операции в цикле выполняются или вручную, или на относительно малоценном оборудовании.

Из графика видно, что

$$T_{цпар} = n \left(\frac{t_k}{C} \right)_{\max} + \sum_{i=1}^m \frac{P \cdot t_{ki}}{C_i} - P \left(\frac{t_k}{C} \right)_{\max}$$

или

$$T_{\text{цнар}} = (n - p) \cdot \left(\frac{t_k}{C} \right)_{\text{max}} + \sum_{i=1}^m P \frac{t_{ki}}{C_i}.$$

Длительность цикла, при прочих равных условиях, при параллельном сочетании операции получается наименьшая. Однако этот вид сочетания операций приводит к недоиспользованию оборудования и к частым перерывам в работе отдельных агрегатов. Этот вид сочетания наиболее эффективен, когда операционные циклы близки друг к другу. При достаточно высокой синхронности параллельный вид движения превращается в свой частный случай – поточный.

3.6. Длительность производственного цикла простого производства с учетом перерывов

В процессе производства продукции имеют место различные перерывы. В зависимости от причин, их вызывающих, они могут быть: между-сменные и внутрисменные (межоперационные).

Междусменные перерывы определяются принятым календарным режимом работы на предприятии. К ним относятся перерывы между рабочими сменами, а также перерывы, связанные с выходными и праздничными днями.

Межоперационные перерывы подразделяются на перерывы партионности, ожидания, комплектования.

Перерывы партионности обусловлены самой природой работы партиями. Каждая деталь, поступая к рабочему месту в составе партии подобных деталей, пролеживает дважды: до начала обработки, ожидая своей очереди, и после окончания ее обработки, ожидая окончания обработки всей партии.

Перерывы ожидания вызываются различной длительностью смежных операций технологического процесса. Эти перерывы возникают тогда, когда предыдущая операция заканчивается раньше, чем освобождается рабочее место, предназначенное для выполнения следующей операции.

Перерывы комплектования возникают тогда, когда готовые детали, узлы пролеживают в связи с неоконченностью изготовления других, входящих совместно с ними в один комплект деталей или узлов.

При определении длительности производственного цикла необходимо также учитывать перерывы, связанные:

– с различными случайными обстоятельствами (неполадки с оборудованием или инструментом, задержка транспортных средств, выключение электроэнергии и т.д.);

– с созданием страховых заделов, связанных с обеспечением бесперебойного изготовления данных деталей независимо от возникновения задержек в их подаче с предыдущей операции;

- с необходимостью потерь времени на естественные процессы (закалка, старение, остывание и т.д.);
- с образованием оборотных заделов в межцеховых складах, обусловленных разницей в величине партий деталей, поступающих на склад и вызываемых со склада в обработку;
- с организационными неполадками и т.д.

Принимая во внимание не только операционные циклы, но и перерывы, получим для разных видов сочетания операций следующие формулы длительности производственных циклов изготовления деталей в рабочих днях.

Для последовательного сочетания операций

$$T_{\text{цпос}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_{ki}}{C_i T_k S} + \frac{m t_{mo}}{S} + \frac{t_e}{T_k S},$$

где T_k – фонд времени смены, мин; S – сменность (количество рабочих смен); t_{mo} – среднее межоперационное время, в сменах; t_e – время на естественные процессы, в мин.

При параллельно-последовательном движении предметов труда имеем

$$T_{\text{цпп}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_{ki}}{C_i T_k S} - \sum_{i=1}^{m-1} (n-p) \cdot \left(\frac{t_k}{C T_k S} \right)_{\text{кор}} + \frac{m t_{mo}}{S} + \frac{t_e}{T_k S}.$$

Для параллельного движения предметов труда

$$T_{\text{цпар}} = (n-p) \cdot \left(\frac{t_k}{C T_k S} \right)_{\text{max}} + \sum_{i=1}^m P \frac{t_{ki}}{C_i T_k S} + \frac{m t_{mo}}{S} + \frac{t_e}{T_k S}.$$

Сочетание операций является одним из средств рациональной организации производства. В зависимости от конкретных условий для изготовления изделий могут быть применены различные виды сочетания операций.

Последовательное сочетание операций целесообразно в случаях, когда на участке обрабатывается большая номенклатура продукции с различной технологией и разной загрузкой рабочих мест. Чаще всего последовательный вид движения применяется в единичном и мелкосерийном производстве, когда размеры обрабатываемых партий невелики и имеют место короткие операционные циклы.

Параллельно-последовательное сочетание операций применяется при значительном выпуске одноименной продукции на участках с неравномерной мощностью оборудования и частичной синхронизацией операций. Применяется в серийном производстве при длительных операционных циклах.

Параллельное сочетание операций наиболее эффективно при производстве значительного количества одноименной продукции, равенстве или

кратности операционных циклов, применении специального и специализированного оборудования и межоперационного транспорта.

Параллельное сочетание операций полностью соответствует крупносерийному и массовому производству. Анализ графиков и формул расчета производственного цикла приводит к выводам, что сокращение его длительности предполагает уменьшение длительности всех его составных элементов.

Важнейшими путями сокращения длительности цикла являются:

- уменьшение трудоемкости изделия за счет улучшения конструкции машин и технологичности деталей;
- внедрение новой техники и технологии, повышение уровня механизации и автоматизации производства;
- внедрение технологических процессов, обеспечивающих максимальное приближение заготовок по конфигурации и размерам к готовым деталям;
- оснащение оборудования специальными приспособлениями и механизмами, совмещение вспомогательных и основных операций;
- улучшение технического руководства, повышение квалификации рабочих;
- замена естественных процессов искусственными;
- правильная организация транспортного хозяйства;
- автоматизация и механизация контрольных операций;
- сокращение времени перерывов;
- увеличение размера партии обработки деталей и сборки изделий.

3.7. Формы организации производства

При организации производственного процесса большое внимание уделяется развитию концентрации, специализации, кооперированию и комбинированию.

Концентрация производства – сосредоточение производства одного или нескольких аналогичных видов продукции или услуг в крупных организациях.

Концентрация производства осуществляется в трех основных формах:

- концентрация специализированного производства;
- концентрация комбинированных производств;
- увеличение размеров универсальных предприятий.

Наиболее эффективна первая форма, обеспечивающая сосредоточение однородного производства на крупных предприятиях, что позволяет применять высокопроизводительные специализированные машины, автоматизированные и поточные линии, современные методы организации производства.

Эффективна также и вторая форма концентрации, которая обеспечивает последовательность выполнения технологических процессов, комплексную переработку сырья, использование побочных продуктов и отходов, сокращение выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Менее эффективна третья форма, при которой осуществляется концентрация производств, не связанных между собой ни однородностью и последовательностью технологических процессов, ни комплексной переработкой сырья. Предприятия универсального типа объединяют разнородные автономные и малосвязанные между собой производства.

Концентрация производства и ее отдельные формы развиваются на основе влияния двух главных факторов:

- 1) роста потребности в определенных видах продукции;
- 2) научно-технического прогресса в данной отрасли, позволяющего повышать качество выпускаемой продукции и снижать цену.

Концентрация путем увеличения размеров предприятий, осуществляемая в промышленности, связана с повышением единичных мощностей машин и оборудования, увеличением количества одинаковых машин и оборудования, а также с их сочетанием.

Создание высокопроизводительных автоматических и роторных линий, гибких автоматизированных систем, обрабатывающих центров, является третьим способом концентрации – совместным действием укрупнения и увеличения их количества на одном предприятии.

Удельные расходы по управлению на крупных предприятиях меньше, чем на мелких, так как они увеличиваются непропорционально росту масштаба производства. В условиях крупного предприятия экономически оправдывается создание специализированных функциональных отделов и лабораторий, обеспечивающих создание конкурентоспособных изделий. Концентрация производства позволяет использовать современные информационные технологии и ресурсы.

Специализация – разделение труда по его отдельным видам. Развитие специализации может происходить только на основе развития внутри- и межпроизводственного кооперирования. Кооперирование – это установление и использование сравнительно длительных производственных и управленческих связей между предприятиями, организациями и другими структурами, каждая из которых специализируется на производстве отдельных составных частей целого или на выполнение отдельного вида работ (услуг). Кооперирование может быть региональным, когда в выпуске продукции задействовано несколько организаций разных отраслей данного региона, отраслевым либо международным. Критериями выбора вида кооперирования служат:

- качество продукции организации поставщика;
- цена этой продукции;

- надежность поставщика;
- затраты на эксплуатацию продукции поставщика у организации-потребителя и др.

Уровень кооперирования организации можно оценить показателями:

- удельный вес в себестоимости выпускаемой организацией продукции покупных новшеств, комплектующих изделий, полуфабрикатов, получаемых по кооперации или выполняемых сторонними организациями, % ($У_k$);
- число предприятий и организаций-поставщиков новшеств, комплектующих изделий, полуфабрикатов и услуг;
- структура кооперирования по его видам (региональная, отраслевая, международная).

Комбинирование производства – одна из форм организации производства, основанная на соединении разных отраслей производства в одной крупной организации с целью упрощения межпроизводственных связей по технологической цепочке. Основными признаками комбинирования являются:

- техническая возможность объединения разнородных производств в единую технологическую цепочку;
- пропорциональность производств по производительности;
- территориальное единство объединяемых производств;
- организационно-экономическая целесообразность объединения производств;
- наличие качественных коммуникаций между разными производствами, совместных вспомогательных и обслуживающих производств.

Комбинирование производства позволяет:

- комплексно использовать отходы производства;
- извлекать из сырья максимально возможное количество полезных веществ;
- иметь высокий научно-технический и кадровый потенциал;
- маневрировать ресурсами в рамках объединения;
- выпускать конкурентоспособную продукцию.

Предпосылками развития комбинирования являются специализация производства и его концентрация, высокий уровень развития науки и техники.

В зависимости от характера производства, технологий и объединений отдельных стадий переработки сырья и материалов комбинирование в промышленности выступает в трех основных формах:

- последовательная переработка сырья вплоть до получения готовой продукции;
- использование отходов производства для выработки всех видов продукции;
- комплексная переработка сырья, т.е. выработка из одного вида сырья нескольких видов полезных продуктов.

Комбинирование на основе последовательной переработки сырья типично для черной металлургии и текстильной промышленности.

Комбинирование на основе использования отходов производства распространено в деревообрабатывающей, пищевой и других отраслях промышленности.

Комбинирование на основе комплексной переработки сырья распространено в отраслях и на предприятиях, занятых переработкой органического сырья (нефти, угла, сланцев и др.).

3.8. Особенности организации основного производства в машиностроении

Заготовительные подразделения. К основным заготовительным подразделениям машиностроительного предприятия относятся литейные, кузнечные, штамповочные и др. В *литейных* цехах изготавливают различные отливки, различающиеся видом металла, по размеру, весу, конфигурации и другим характеристикам. Литейное производство по сравнению с другими видами производства по изготовлению заготовок является наиболее металло- и трудоемким и экологически неблагоприятным. Однако в условиях единичного и мелкосерийного производства другие методы изготовления заготовок трудно осуществимы и малоэффективны.

Технологические процессы литейного производства отличаются многооперационностью и значительным разнообразием операций, а, следовательно, используемого оборудования.

Технологические процессы изготовления отливок отличаются также большим разнообразием (отливка в разовые земляные формы, в кокиль, в машинах под давлением, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям и т.д.). Применение каждого из этих процессов требует использование специального технологического оборудования, специальной оснастки, влияет на производственную структуру цеха, профессиональный состав кадров, организацию труда, оперативно-календарное планирование, на эффективность функционирования литейного цеха. Производство отливок относится к числу материалоемких.

Литейные цехи классифицируются по признакам:

- вид металла для отливок;
- тип производства;
- степень механизации и автоматизации;
- объем годового выпуска отливок в денежном выражении и в натуральных единицах;
- режим работы цеха.

По виду металла литейные цехи подразделяются на цехи: чугунного, стального, цветного, комбинированного литья.

В цехах единичного и мелкосерийного производства номенклатура выпускаемых отливок разнообразна и неустойчива. Литейные цехи этой группы резко отличаются друг от друга. На заводе тяжелого машиностроения это крупные цехи со специальными кессонами, мощными транспортными средствами, крупными плавильными агрегатами. К единичному типу производства относятся также небольшие литейные цехи и отделения, обслуживающие в основном инструментальные и ремонтные цехи. Они отличаются простейшей технологией, весьма низким уровнем технико-экономических показателей.

В цехах крупносерийного и массового производства изготавливается ограниченная, периодически повторяющаяся или постоянная номенклатура отливок. В таких цехах применяются поточные методы организации производства. Такие цехи характерны для заводов сельскохозяйственного машиностроения, автомобильного и тракторного заводов.

Основными направлениями совершенствования литейного производства являются:

- повышение уровня специализации и концентрации производства однотипных отливок на основе унификации деталей и сборочных единиц на стадии их конструирования;
- применение групповых методов изготовления отливок для повышения серийности и эффективности;
- применение технологических процессов, обеспечивающих минимальные отходы металла;
- механизация и автоматизация литейного производства и др.

Кузнечные цехи производят поковки, которые передаются в механические или сразу в сборочные цехи. По сравнению с отливками поковки менее материалоемки, но более капиталоемки, т.е. на единицу продукции требуют больше единовременных капитальных затрат на технологическое оснащение и автоматизацию.

Поковки используются для производства разнообразных и, как правило, ответственных деталей машин: коленчатых валов, шпинделей, шестерен, рычагов, шатунов и т.п. Широкое применение поковок обусловлено их высокими механическими свойствами, большой производительностью кузнечного оборудования, относительно высоким коэффициентом использования металла.

Технологический процесс изготовления поковок включает небольшое число операций. Типовой технологический процесс изготовления поковок определяет производственную структуру цеха. На участках установлено два, а иногда и три агрегата (например, печь или электронагревательная установка, штамповочный молот и пресс, обрезающий пресс).

Кузнечное оборудование отличается высокой производительностью. Обычно кузнечное оборудование является не только высокопроизводи-

тельным, но и дорогостоящим. Поэтому наиболее полное его использование возможно только при высоком уровне концентрации производства однотипных поковок. Исходя из этого в кузнечном производстве особое значение приобретают вопросы специализации и концентрации производства однотипных поковок. Кузнечные цехи относятся к металлоемким производствам, использующим дорогостоящие углеродистые и легированные стали.

Высокая металлоемкость кузнечного производства в сочетании с высокой производительностью оборудования обуславливает большой грузооборот.

В крупных кузнечных цехах возникает необходимость создания складских помещений для хранения штампов и металла. Кузнечное производство относится к энергоемким. Кузнечные цехи расходуют большой объем натурального топлива (газа, мазута) и электроэнергии. Они классифицируются по следующим признакам:

- тип производства;
- вид технологического процесса, преобладающего в цехе;
- объем выпуска продукции.

Для кузнечных цехов характерны все типы производства: единичное, серийное, массовое. Тип производства определяется по ведущей детали цеха, технологии ее производства.

Основными направлениями совершенствования кузнечного производства являются:

- повышение уровня специализации и концентрации производства однотипных поковок на основе унификации деталей и сборочных единиц на стадии их конструирования;
- применение технологических процессов, обеспечивающих минимальные отходы металла;
- механизация и автоматизация кузнечного производства;
- анализ и применение современных методов менеджмента и др.

Обрабатывающие подразделения. Значительная часть деталей машин подвергается механической обработке. Механическая обработка характеризуется:

- низким коэффициентом использования металлов;
- высокой трудоемкостью продукции;
- многооперационностью технологических процессов обработки;
- высокими требованиями к качеству технологического оборудования и организованности процессов;
- высокими требованиями к качеству изготовления деталей в соответствии с технологическим процессом.

В механических цехах обрабатывается широкая номенклатура разнообразных деталей. Эти детали отличаются видом материала, серийностью

производства, сложностью, габаритными размерами, точностью обработки, чистотой поверхности и др. Для обработки деталей применяется разнообразное оборудование.

В механических цехах используются сотни и тысячи типоразмеров технологической оснастки. Поэтому большое значение имеют вопросы организации инструментального хозяйства. Многооперационность маршрутов, высокая производительность оборудования требуют четкой планировки оборудования и организации транспортировки предметов труда в процессе производства.

Механические цехи единичного и мелкосерийного производства отличаются широкой и разнообразной номенклатурой деталей. Технологические процессы разрабатываются без особой детализации. Они предусматривают максимальную концентрацию операций на одном рабочем месте. Цехи оснащаются как универсальными, так и специальными станками. Доля специального оборудования увеличивается по мере перехода к крупносерийному производству. В этих цехах преобладают предметно замкнутые участки и поточные линии.

В механических цехах массового производства изготавливается узкая номенклатура деталей в больших количествах с высоким уровнем специализации рабочих мест. Технологические процессы значительно дифференцированы. В таких цехах широко применяется специальное оборудование и технологическая оснастка. Основная тенденция развития машиностроения – автоматизация производственных процессов, заключающаяся во внедрении ГПС (гибких производственных систем) и создании заводов-автоматов на основе роботизации. Передовые предприятия разрабатывают и внедряют непрерывные процессы на основе микроэлектроники, биотехнологии, геной инженерии.

На ряде предприятий совершенствование механообработки связано с осуществлением технического перевооружения и, в первую очередь, с заменой старого изношенного оборудования и созданием комплексно механизированных и автоматизированных участков и цехов.

Совершенствование технологии механической обработки идет по пути снижения удельного веса черновых операций, все более широкого использования процессов электрообработки, ультразвуковой обработки, электрохимических методов обработки, лазерной обработки и т.д.

Централизация или выполнение сторонними организациями ряда функций технического обслуживания обрабатывающего производства в области ремонта, транспортных работ и т.п. также вносит существенные изменения в организацию производства.

К вспомогательным службам цеха относят: инструментальное, ремонтное, складское хозяйства, бюро технического контроля, службы по сбору, переработке и удалению отходов. Состав вспомогательных отделений

ний определяется в зависимости от объема соответствующих работ и особенностей организации общезаводских служб.

Основными направлениями совершенствования работы механических цехов являются:

- применение групповых методов изготовления деталей;
- повышение уровня специализации и концентрации производства однотипных деталей на основе унификации изделий, сборочных единиц, деталей на стадии их конструирования;
- применение безотходных малооперационных технологий;
- механизация и автоматизация производства;
- анализ и соблюдение принципов рационализации структур и процессов;
- анализ и применение современных методов менеджмента и др.

Сборочные подразделения. На большинстве машиностроительных предприятий сборочные цехи завершают процесс производства продукции, включающей сборку, испытания, сертификацию и упаковку. Процесс сборки состоит в соединении и обеспечении правильного взаиморасположения и взаимодействия деталей и сборочных единиц. Технология сборочного процесса определяется характером, конструктивной сложностью, уровнем технологичности конструкции и годовой программой выпуска изделий. С технологической точки зрения сборочные операции имеют много общего, что позволяет использовать универсальную технологическую оснастку, типовые технологические процессы и формы организации сборочных процессов. Сборочные процессы характеризуются высоким удельным весом ручных работ. Специфика сборочных процессов позволяет широко использовать средства механизации и существенно затрудняет автоматизацию сборочных операций.

Трудоемкость сборочных работ, а, следовательно, и длительность цикла сборки существенно зависят от уровня технологичности конструкции по таким показателям, как блочность конструкции, коэффициент стандартизации и унификации, взаимозаменяемости и др. Требуемая точность сопряжения деталей может быть обеспечена за счет высокой точности изготовления деталей, применением деталей-компенсаторов, специального подбора деталей или индивидуальной пригонки сопрягаемых деталей. Каждый из этих методов используется при определении объема производства, характеризуется соответствующими показателями эффективности и оказывает влияние на особенности планирования и организации производства. Следует стремиться к снижению доли слесарно-сборочных и пригоночно-доделочных работ.

При выборе формы организации сборочных работ решающим фактором является тип производства. Основными разновидностями форм организации сборочных работ является индивидуальная (бригадная) и

поточная сборки. В первом случае сборка изделия осуществляется на стационарном рабочем месте одним сборщиком или бригадой. Поточная сборка отличается глубокой дифференциацией сборочного процесса и узкой специализацией рабочих мест. Технология сборки в цехах единичного и мелкосерийного производства предусматривает объем доделочных и пригоночных работ. В цехе используется металлорежущее оборудование и транспорт универсального назначения, создаются участки или рабочие места для слесарной обработки деталей. В этих условиях чаще используется индивидуальная сборка, отличающаяся небольшой длительностью цикла сборки и относительно низкой эффективностью.

В цехах серийного производства доделочные и пригоночные работы или ликвидируются, или сводятся к минимуму. Процесс сборки дифференцируется, поэтому возможна специализация рабочих мест, повышается оснащенность технологических процессов.

В цехах крупносерийного и массового производства сборка ведется на основе взаимозаменяемости деталей. Широко применяется прогрессивная технология, средства механизации и автоматизации, организуется поточная сборка.

Основными направлениями совершенствования сборочных цехов являются:

- повышение уровня специализации и концентрации сборочных работ;
- сокращение пригоночных работ за счет селективной сборки;
- повышение блочности конструкции изделия и взаимозаменяемости деталей;
- повышение уровня механизации и автоматизации сборочного процесса;
- анализ и применение современных методов менеджмента и др.

3.9. Организация производственных процессов в пространстве

3.9.1. Производственная структура предприятия

Под производственной структурой предприятия понимается расчленение его на производственные подразделения, цехи, участки и службы, принципы их построения, взаимной связи и размещения. Все части завода по назначению и исполняемым функциям разделяются на две группы:

- 1) производственную;
- 2) непроизводственную.

В состав производственной группы входят части завода, деятельность которых связана с его основным назначением.

В непроизводственную группу входят части завода, не имеющие прямого отношения к его производству.

Основной структурной единицей является цех. *Цехом называется обособленная в административно-производственном и хозяйственном от-*

ношении специализированная часть завода, предназначенная для изготовления определенной продукции (заготовок, деталей, узлов, изделий) или для выполнения однородных технологических процессов.

Практически цех всегда имеет в своем составе несколько производственных участков, каждый из которых предназначен для изготовления определенной части продукции цеха.

Участок – наименьшее административно-производственное подразделение машиностроительного предприятия.

В зависимости от характера участия в производственном процессе цехи подразделяются на основные, вспомогательные и обслуживающие.

Основные цехи непосредственно участвуют в изготовлении основной продукции завода. Они совместно осуществляют основной производственный процесс завода. К числу основных цехов относятся литейные, кузнечно-штамповочные, кузнечно-прессовые, механические, сборочные.

Вспомогательные цехи своей продукцией и производственными услугами обеспечивают работу основных цехов предприятия. К вспомогательным цехам относятся инструментальные, ремонтные, энергетические.

Обслуживающие хозяйства предназначены для обслуживания производства в основных и вспомогательных цехах. К ним относятся: складское хозяйство, транспортное хозяйство, санитарно-технические и общезаводские устройства.

На производственную структуру завода оказывают влияние следующие факторы:

- состав и конструктивные особенности продукции;
- масштаб выпуска и трудоемкость изделий;
- уровень развития техники и технологии производства;
- специализация завода и характер его кооперирования с другими предприятиями;
- культурно-технический уровень работников.

Номенклатура продукции завода влияет на состав и специализацию цехов. Если предприятие выпускает 2 – 3 типоразмера машин, целесообразно иметь узкоспециализированные цехи, выпускающие отдельные части изделий. Так, например, в автомобильной и тракторной промышленности – цехи шасси, моторов и др.

На заводах же, изготавливающих большую номенклатуру изделий, такую специализацию цехов осуществить не удастся. Большое влияние на состав подразделений завода оказывает конструктивная характеристика продукции. Например, в радиотехнических предприятиях в связи с конструктивными особенностями изготавливаемой продукции холодноштамповочные и сборочно-монтажные работы имеют большой удельный вес в общем объеме производства. На машиностроительных заводах большой удельный вес занимает механическая обработка и т.д.

Масштаб выпуска и трудоемкость продукции. От масштаба производства зависит, прежде всего, количество цехов на заводе, а также их размер, который определяется количеством оборудования и производственных рабочих.

Масштаб производства предопределяет и методы организации производственного процесса и тем самым влияет на производственную структуру.

Уровень техники и технологии производства определяет состав парка оборудования, применяемые материалы, инструмент и влияет на квалификационный уровень и профессиональное деление работников завода. С развитием техники и технологии производства изменяются пропорции в составе оборудования, в применяемых материалах, видах энергии, численности рабочих. Все это непосредственно отражается на производственной структуре завода, на составе и специализации его цехов и отдельных участков.

Специализация завода и его кооперирование является важным фактором, влияющим на производственную структуру. Кроме специализации предприятий по номенклатуре выпуска готовых машин и приборов, большое применение находит специализация заводов по стадиям производственного процесса и по вспомогательному производству. Так, сейчас предусматривается специализация по ремонту, транспорту, инструментальному производству, по изготовлению метизов, а также по заготовительной стадии машиностроительного производства.

В частности, намечается резкое увеличение мощности специализированных заводов и крупных цехов по производству литья, поковок, штамповок. Осуществление этих мероприятий отразится на производственной структуре предприятий.

Культурно-технический уровень работников.

Все пересмотренные выше факторы способствуют применению наиболее рациональных форм построения производственной структуры. Однако создание и внедрение этих форм возможно лишь в результате творческого труда работников, роста их культурно-технического уровня. Так, например, переход от технологической специализации к предметной требует сосредоточения на одном участке нескольких видов механической обработки. Это стало возможным благодаря повышению технического уровня мастеров, бригадиров и рабочих. Однако высокие темпы развития, внедрения новой техники, совершенствования конструкций машин, повышение механизации и автоматизации, рост масштабов производства, совершенствование технологии и развития специализации и кооперирования производства – все это вызывает необходимость периодического пересмотра производственной структуры каждого предприятия с целью приведения ее в соответствии с изменившимися условиями его работы. В противном случае несоответствие начинает тормозить развитие экономики завода.

В зависимости от степени специализации предприятия можно разделить на несколько групп.

1. Заводы-комбинаты характеризуются тем, что их цехи обеспечивают предприятия всеми необходимыми ресурсами.

2. Предприятия с полным производственным циклом имеют свои заготовительные, обрабатывающие, сборочные, вспомогательные и обслуживающие цехи.

3. Предприятия с неполным производственным циклом, как правило, выпускают готовую продукцию.

4. Механосборочные заводы (автосборочные). Для таких предприятий характерна широкая кооперация.

5. Узкоспециализированные предприятия, к которым относятся заводы отливок, поковок, штамповок и т.д.

3.9.2. Генеральный план предприятия

Предприятие является весьма сложным промышленным организмом, не только по производственной структуре, но и по составу зданий, сооружений и по занимаемым площадям. Здания, сооружения и устройства завода можно разделить на группы:

- а) здания основных цехов;
- б) здания вспомогательных цехов;
- в) энергетические и санитарно-технические сооружения и устройства;
- г) складские здания и сооружения;
- д) общезаводские здания и устройства.

Размещение всех этих зданий, сооружений и устройств, а также выделение отдельных незастроенных участков на территории завода осуществляется путем пространственной планировки завода.

Пространственная планировка завода влияет на организацию и экономику производства, она определяет протяженность трасс внутризаводских транспортных потоков, от нее зависит эффективность использования располагаемых производственных площадей завода. Пространственная планировка находит свое отражение в генеральном плане, который представляет собой план взаимного расположения зданий, сооружений и разных устройств в их увязке с условиями отведенного заводу земельного участка (площадки завода). При проектировании генерального плана необходимо обеспечить:

– наибольшую прямолинейность и кратчайшие пути транспортировки грузов, т.е. транспортировку по возможности без встречных и возвратных движений;

– предохранение зданий, сооружений и устройств от воздействия газов, пыли и дыма, выделяемых отдельными производственными помещениями завода;

- максимальное использование естественных условий для освещения, проветривания, предохранения от чрезмерного нагрева солнечными лучами зданий завода;
- рациональное использование площадки завода при обеспечении минимальной стоимости строительства;
- противопожарную и ПВО безопасность;
- удобство и минимальную протяженность пешеходных дорог;
- обеспечение возможности расширения цехов.

Для выполнения этих требований большое значение имеет правильное зонирование площадки завода. Под зонированием понимается сосредоточение зданий и сооружений отдельными группами в определенных частях территории завода. Зонирование площадки завода и расположение зданий и сооружений в каждой зоне необходимо производить с учетом розы ветров.

Большое значение имеет выбор этажности зданий и вида застройки. Существуют следующие виды застройки завода: раздельная и сплошная.

В условиях раздельной застройки в каждом здании размещается один или часть цехов. Размещение в одном здании нескольких цехов может быть осуществлено на основе предметной специализации группы цехов либо исходя из соображений их однородности. Обычно в одном здании (корпусе) располагают штамповочные, термические, механические, сборочные. Это позволяет:

- сократить транспортные операции;
- объединить промежуточные склады;
- облегчить производственную связь цехов;
- сократить стоимость строительства.

При сплошной застройке весь завод размещается в одном (обычно многоэтажном) здании. Многоэтажная сплошная застройка очень эффективна в отношении экономии площади и стоимости строительства. Однако возможность такой застройки ограничена. На нее влияют: вес оборудования, сотрясения от работы оборудования, недостаточность естественного освещения. В связи с этим такая застройка обычно применяется лишь в легком машиностроении и приборостроении.

3.9.3. Принципы образования цехов и их производственная структура

Для создания в составе завода цехов необходимо определить для каждого из них достаточный объем работ. Различие между цехами определяется уровнем их специализации и принципами образования.

Цехи образуются по принципу:

- *технологический*, который предусматривает специализацию каждого цеха на выполнение определенной части общего технологического про-

значительно проще, т.к. весь объем работы по изготовлению узла сосредоточен в одном цехе. Связь между цехами проявляется только на сборке (рис. 3.7);

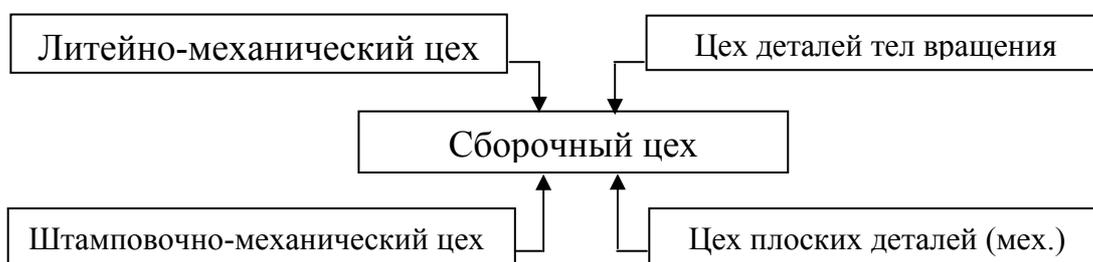


Рис. 3.7. Схема движения деталей по цехам, оборудованным по предметному принципу

– *смешанный*, в данном случае технологические специализированные цехи имеют ограниченную номенклатуру предметного характера (рис. 3.8).

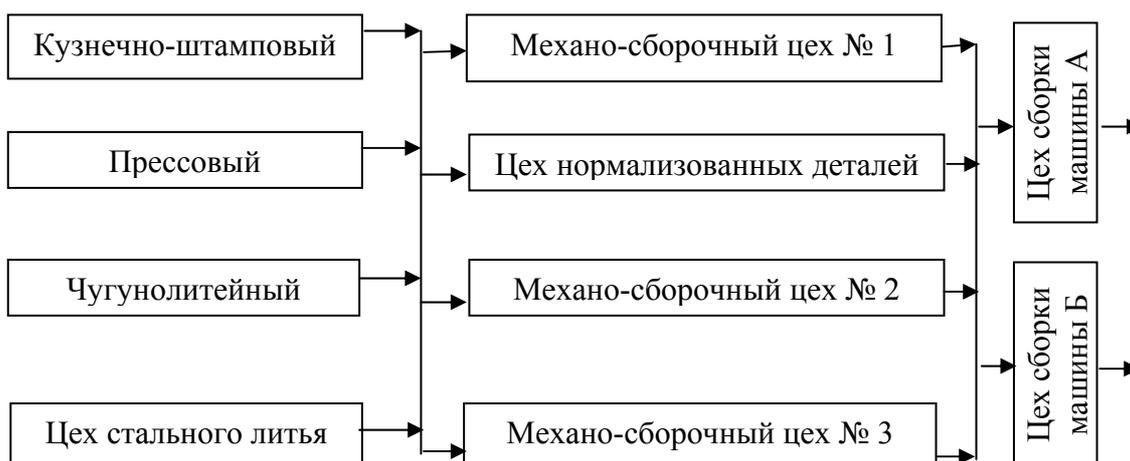


Рис. 3.8. Схема движения деталей по цехам образованным по смешанному принципу

Под производственной структурой цеха понимается состав его производственных участков, рабочих мест и форм их взаимосвязи. В зависимости от характера производства цех имеет различную производственную структуру. Выделение участков производится так же, как и цехов, по технологическому и предметному признаку.

При технологической специализации каждый участок выполняет технологические операции определенного типа. Например, в литейном цехе существуют участки: земельный, стержневой, формовочный, плавильный, очистной; в механическом цехе – револьверный, токарный, фрезерный, шлифовальный и др.

Технологическая специализация участков может быть более или менее широкой в зависимости от наличия числа однородных рабочих мест. При организации участков по предметному принципу на каждом из них выполняется не одна операция, а целые технологические процессы, в результате которых получается законченная в данном цехе продукция.

Конкретные формы специализации участков многообразны. Прежде всего, участки различаются по изготавливаемой ими продукции, зависят от масштабов производства, что влечет за собой увеличение или уменьшение номенклатуры. Предметные участки различаются также по осуществляемым на них стадиям производственного процесса и по степени замкнутости производственных циклов. На участке может осуществляться полностью замкнутый производственный цикл либо цикл без определенных технологических операций, например, без шлифовки, термообработки, гальванопокрытий, окраски и т.д.

Во всех случаях нужно стремиться к тому, чтобы вся продукция предметного участка была по возможности конструктивно и технологически однородна. Это влечет за собой большую технологическую специализацию рабочих мест, что способствует повышению производительности труда. Как показывает опыт многих предприятий, предметный принцип организации производственных участков является более прогрессивным, чем технологический. Предметные участки имеют следующие организационные и экономические преимущества перед технологическими:

- возрастает роль и ответственность мастера, поскольку перед ним ставится ясная производственная задача обеспечить выполнение участком производственного плана;

- заметно упрощаются, а иногда исключаются межучастковые связи, что способствует упрощению и улучшению качества оперативно-производственного планирования, сокращается объем транспортных работ;

- улучшаются все виды обслуживания рабочих мест (снабжение материалами, инструментом, ремонтное обслуживание, наладка оборудования, контроль и т.д.). В результате сокращаются потери рабочего времени, связанные с простоями рабочих из-за несвоевременного получения материалов, инструмента и т.д.

- в связи с закреплением определенной продукции за участками упрощается задача доведения плана до каждого исполнителя и легче достигается специализация рабочих мест, совмещение профессий и многостаночная работа;

- создаются более благоприятные условия для типизации техпроцессов и совершенствования конструкций деталей.

Внутренняя структура построения цехов тесным образом связана с типом производства.

В зависимости от типа производства основные цехи делятся:

– на цехи единичного и мелкосерийного производства. Оборудование в них расстановливается по группам однотипных станков. В начале производственного процесса устанавливается оборудование для начальных операций, а в конце – для отделочных. Технологический процесс строится по принципу маршрутной технологии и концентрации операций на каждом рабочем месте;

– на цехи серийного и крупносерийного производства (организуются по предметному принципу). Основной структурной единицей является пролет (или участок), за которым закрепляется обработка деталей, родственных по конструкции и методам обработки.

Каждый пролет имеет полный комплект оборудования, чтобы производить полную обработку закрепленных за ним деталей. Оборудование в крупносерийном производстве расстановливается по ходу технологического процесса. Могут применяться многопредметные поточные и автоматические линии. Во главе пролета стоит старший мастер, который отвечает за выполнение плана пролетом;

– на цехи массового производства (предметный принцип в них проведен более полно, чем в цехах серийного и крупносерийного производства). Основной структурной единицей цеха является поточная или автоматическая линия, специализированная на обработке одного изделия и оснащенная специальным оборудованием. Технологический процесс обработки разработан досконально, т.е. строится по принципу дифференциации операций. Во главе поточной линии стоит старший мастер, отвечающий за выполнение плана;

– бесцеховая структура. В условиях небольших машиностроительных заводов выделение цехов в качестве самостоятельных административно-производственных частей предприятия оказывается неэффективным. Такие заводы цехов не имеют.

При бесцеховой структуре основной структурной единицей является возглавляемый мастером участок, что положительно отражается на организации и технологии производства. Бесцеховая структура приближает техническое и административное руководство к рабочим местам, это приводит к улучшению качества оперативного руководства.

Заметно возрастает роль мастера (подбор кадров, премирование рабочих и др.). В условиях бесцеховой структуры удастся более эффективно использовать производственные мощности вспомогательных хозяйств и служб завода. Это достигается за счет централизации вспомогательных хо-

зьяйств. Наконец, ликвидация цехов приводит к сокращению численности работников заводоуправления, управления цехов.

Рабочее место является структурным звеном участка и первичным структурным элементом цеха. Оно включает в себя исполнителей работы, технологическое оборудование, оснастку и предметы труда. Рабочее место – это часть производственной площади, оборудованная и оснащенная техническими средствами и устройствами соответственно характеру выполняемых на ней работ и закрепленная за исполнителем этих работ. Разнообразие выполняемых работ на рабочих местах находится в тесной связи с характером и уровнем специализации участка и цеха. При предметной специализации на рабочем месте выполняется либо одна, либо ограниченное число деталей-операций, при технологической – множество деталей-операций в пределах технологической возможности оборудования.

3.9.4. Пути совершенствования производственных структур предприятий

Производственная структура многих действующих предприятий нуждается в существенных изменениях. Это объясняется тем, что большое количество предприятий создавалось давно, и их структура перестала соответствовать современным требованиям. На ряде предприятий отдельные цехи появлялись по мере потребности в них, нарушалась гармоничность развития производства. На некоторых заводах стремление обеспечить собственными силами производства всех полуфабрикатов и услуг приводило к созданию мелких цехов и участков с низким уровнем техники и специализации.

Вопрос о выборе и улучшении производственной структуры решается при строительстве новых и реконструкции старых предприятий. Важнейшими вопросами, связанными с совершенствованием производственной структуры предприятий, являются:

- 1) укрупнение предприятий и цехов;
- 2) выбор принципов построения цехов и производственных участков;
- 3) обеспечение требуемого соотношения между основными производственными и вспомогательными цехами и обслуживающими производствами;
- 4) рационализация планировки предприятия;
- 5) обеспечение пропорциональности между всеми частями предприятия;
- 6) сокращение удельного веса механических цехов за счет внедрения штамповки, точного литья, сварки и т.д.
- 7) для малых предприятий переход на бесцеховую структуру.

Укрупнение цехов и предприятий. Это одно из основных направлений совершенствования структуры предприятий. Концентрация произ-

водства позволяет внедрять более производительную технику, лучше ее использовать, уменьшать удельный вес административно-управленческого, вспомогательного и обслуживающего персонала.

Применение на крупных предприятиях мощных агрегатов снижает затраты, связанные с их изготовлением и эксплуатацией, приходящиеся на единицу мощности. Крупные предприятия имеют больше возможности специализации отдельных участков производства. Однако нужно отметить и то, что создание крупных предприятий требует большого периода строительства, когда вложенные средства не дают в течение длительного периода времени производственного эффекта. Следует учитывать и потребность данного экономического района в производимой продукции, чтобы избежать излишних перевозок, это особенно важно для плохо транспортабельных материалов. Поэтому вопросы размера предприятий следует решать конкретно для каждой отрасли промышленности, а часто и для каждого района.

При выборе размера предприятий необходимо:

- обеспечить наиболее низкую стоимость сметы строительства;
- добиться наиболее низкой полной себестоимости продукции.

При определении размера предприятия необходимо учитывать также удобство руководства этим предприятием, степень специализации и кооперирования. Большое влияние на размеры предприятия оказывают и его отраслевые особенности. В добывающих отраслях учитываются богатство месторождений, в сельском хозяйстве – урожайность и т.д. Отраслевые особенности накладывают отпечаток на размер и с точки зрения состава применяемого оборудования. Аналогичные мероприятия можно использовать и для цехов.

Выбор принципа построения цехов и производственных участков. Выбор целесообразной производственной структуры предприятия связан с решением вопроса о степени охвата предприятием всех стадий производства продукции и массовости, повторяемости ее изготовления. В настоящее время отдается предпочтение структуре, предусматривающей межзаводское кооперирование, и организации на предприятии цехов, каждый из которых по своим размерам обеспечил бы применение передовой техники и современных методов организации производства.

Соотношение между основными и вспомогательными цехами и участками. Для нормальной работы предприятия необходима не только хорошо налаженная работа основных цехов и участков, но и бесперебойная работа вспомогательных и обслуживающих цехов и хозяйств. В современном машиностроении удельный вес вспомогательных цехов очень велик. В условиях сокращения удельного веса вспомогательных цехов в

настоящее время расширяется кооперирование по обслуживанию производства. Специализируются инструментальные и ремонтные цехи.

При проектировании должно решаться также, какие вспомогательные цехи и в какого размера создавать на данном предприятии. При этом необходимо предусматривать централизованное снабжение предприятий электроэнергией, создание кустовых компрессорных, кислородных установок, централизацию производства инструмента, запасных частей, изготовление специального инструмента и оборудования. Улучшить структуру предприятий можно путем более рационального построения обслуживающего хозяйства внутри цехов. Улучшению соотношения между основными и вспомогательными цехами способствует механизация вспомогательных работ.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. Сущность производственного процесса в машиностроении.
2. Основные принципы организации производственных процессов.
3. Основные характеристики типов производства.
4. Производственный цикл изготовления продукции и его структура.
5. Операционный цикл и его характеристика.
6. Определение длительности цикла простоя производства при последовательном сочетании операций.
7. Параллельно-последовательное сочетание операции и его особенности.
8. Основные характеристики параллельного сочетания операции.
9. Перерывы в производственном процессе и их характеристика.
10. Длительность цикла простого производства с учетом перерывов.
11. Характеристика форм организации производства.
12. Каковы особенности организации основного производства в машиностроении?
13. Производственная структура предприятия, ее сущность и назначение.
14. Пространственная планировка предприятия и ее основные характеристики.
15. Производственные структуры цехов и их характеристики.
16. Какие Вы можете назвать и охарактеризовать пути совершенствования производственных структур предприятий?

Тематика исследований и рефератов

1. Дайте характеристику различных фаз и типов производственных процессов.
2. Основные принципы организации производственных процессов, их характеристики и тенденции развития.
3. Основные характеристики типов производства, динамика их развития.
4. Производственный цикл, его структура; зависимость структуры от конкретных ситуаций производства.
5. Факторы, влияющие на длительность производственного цикла, и особенности этого влияния.
6. Перерывы в производственном процессе, причины, их вызывающие, и методы борьбы направленные на уменьшение перерывов.
7. Особенности организации производственного процесса в пространстве.

Тестовые задания

1. Что понимается под принципом параллельности?
 - а) сокращение всех перерывов, как в использовании трудовых и технических ресурсов, так и в продвижении предмета труда в процессе производства;
 - б) равенство пропускных способностей всех подразделений предприятия (цехов, участков, рабочих мест) по выпуску продукции, определенной заданиями плана;
 - в) обеспечение кратчайшего пути прохождения изделием по всем стадиям и операциям производственного процесса;
 - г) одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса, т.е. создание широкого фронта работ по изготовлению данного изделия.
2. Что понимается под принципом прямоточности (варианты ответа см. в тесте 1)?
3. Что понимается под принципом непрерывности (варианты ответа см. в тесте 1)?
4. В каких случаях возникают простои рабочих мест при параллельном виде движения предметов труда?
 - а) вследствие пролеживания предметов труда между операциями;

- б) вследствие различий в длительности операций;
- в) вследствие межсменного пролеживания;
- г) вследствие поштучной передачи предметов труда с операции на операцию.

5. В чем заключается сущность параллельного, последовательного и параллельно-последовательного вида сочетания операций?

а) при изготовлении партии деталей каждая последующая операция начинается только после выполнения предыдущей операции над всей обрабатываемой партией;

б) при изготовлении партии деталей каждая передаточная партия передается на последующую операцию немедленно после окончания обработки на предыдущей;

в) при изготовлении партии деталей выполнение последующей операции начинается до окончания обработки всей партии на предшествующей операции;

г) при изготовлении партии деталей выделяется наиболее сложная деталь, перемещение которой с операции на операцию организуется без пролеживания.

6. Как выразить часовую длительность производственного цикла в календарных днях при работе предприятия в две смены по 8 часов, 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) $часы \cdot 260 \cdot 2 \cdot 8 / 365$; г) $часы \cdot 365 \cdot 2 \cdot 8 / 260$.

7. Какие подразделения включает производственная структура предприятия?

а) обслуживающие хозяйства, органы управления, блок питания, библиотека, здравпункт;

б) основные цехи, вспомогательные цехи, обслуживающие хозяйства, побочные цехи;

в) основные цехи, обслуживающие хозяйства, вспомогательные цехи, органы управления;

г) обслуживающие цехи, побочные цехи, вспомогательные цехи, органы управления, библиотека.

8. Какой фактор не определяет производственную структуру?

а) характер производственного процесса;

б) объем выпуска продукции и трудоемкость ее изготовления;

в) степень специализации предприятия;

г) состав и характер органов управления.

9. Какой цех не является вспомогательным?

- а) электроремонтный;
- б) ремонтно-механический;
- в) инструментальный;
- г) заготовительный.

10. Какой цех не является основным?

- а) кузнечный;
- б) сборочный;
- в) инструментальный;
- г) механический.

11. Какое требование не предъявляется к разработке генерального плана?

- а) прямоточность;
- б) блокировка цехов;
- в) стабильность плана;
- г) учет «розы» ветров.

12. Какого типа производственной структуры не существует?

- а) технологического;
- б) предметного;
- в) смешанного;
- г) универсального.

13. Какой из указанных процессов относится к вспомогательным?

- а) литье;
- б) горячая ковка;
- в) изготовление инструмента;
- г) сборка деталей в узлы.

14. Что понимается под генеральным планом предприятия?

а) размещение всех подразделений предприятия, согласованное с особенностями рельефа местности и требованиями благоустройства территории;

б) комплексный план экономического и социального развития коллектива предприятия;

в) размещение органов управления предприятием;

г) комплексная программа развития научно-технического прогресса на 20 лет.

Задачи

Задача 3.1. Постройте графики движения партии деталей и рассчитайте длительность технологического цикла при различных видах движений, если известно, что партия деталей состоит из 5 штук, технологический процесс обработки включает 5 операций: $t_1 = 2$; $t_2 = 9$; $t_3 = 5$; $t_4 = 8$; $t_5 = 3$. Размер транспортной партии $P = 1$ шт. Каждая операция выполняется на одном станке.

Решение.

1. Длительность технологического цикла обработки партии деталей при последовательном движении предметов труда рассчитывается по формуле

$$T_{\text{цпос}} = n \sum_{i=1}^m (t_i / C_i),$$

где n – число деталей в партии, шт.; t_i – норма штучного времени на i -той операции, мин; C_i – число рабочих мест на i -той операции; m – число операций в технологическом процессе.

$$T_{\text{цпос}} = 5 \cdot (2 + 9 + 5 + 8 + 3) = 135 \text{ мин} = 2,25 \text{ часа}.$$

Расчет приведен на рис. 3.9.

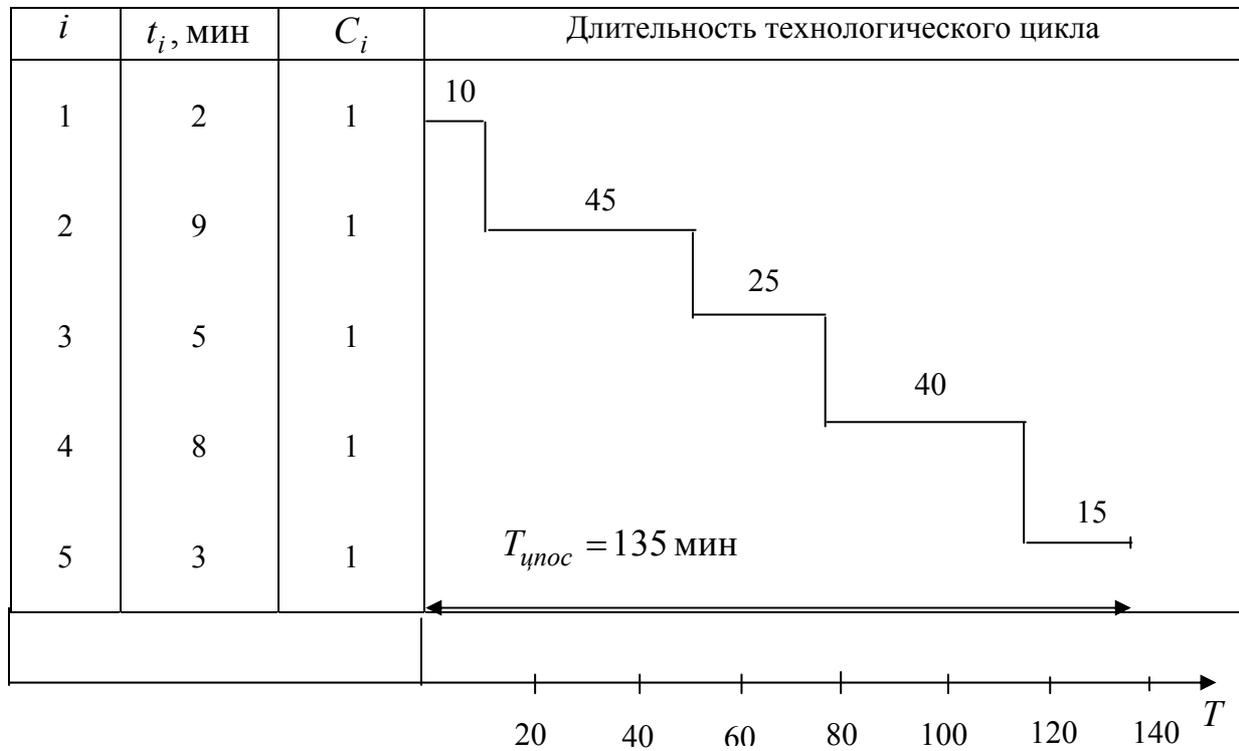


Рис. 3.9. График длительности технологического цикла при последовательном движении партии деталей

2. Длительность технологического цикла обработки партии деталей при параллельно-последовательном движении предметов труда определяется по формуле

$$T_{цп-п} = n \sum_{i=1}^m (t_i / C_i) - (n - p) \sum_{i=1}^m (t_i / C_i)_{нор},$$

где p – размер транспортной партии, шт.; $(t_i / C_i)_{нор}$ – наименьшая норма времени между парой смежных операций с учетом количества единиц оборудования, мин.

$$T_{цп-п} = 5 \cdot (2 + 9 + 5 + 8 + 3) - (5 - 1) \cdot (2 + 5 + 5 + 3) = 75 \text{ мин} = 1,25 \text{ час.}$$

Графически расчет длительности цикла при параллельно-последовательном движении приведен на рис. 3.10.

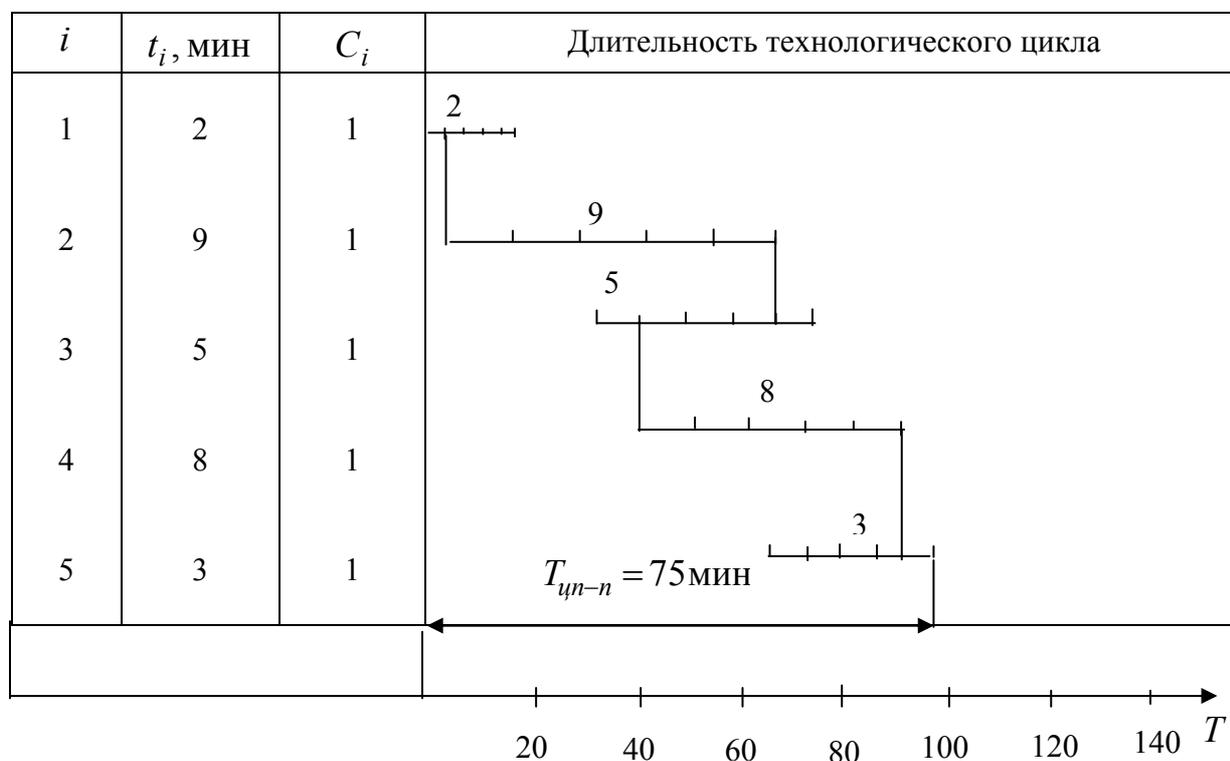


Рис. 3.10. График длительности технологического цикла при параллельно-последовательном движении деталей

3. Длительность технологического цикла обработки партии деталей при параллельном движении предметов труда определяется по формуле

$$T_{цпар} = (n - p) \cdot t_{i \max} + p_i \sum_{i=1}^m (t_i / C_i),$$

где $t_{i\max}$ – норма времени максимальной по продолжительности i -той операции с учетом числа рабочих мест, мин.

$$T_{\text{цпар}} = (5 - 1) \cdot 9 + 1 \cdot (2 + 9 + 5 + 8 + 3) = 63 \text{ мин.}$$

Расчет показан на рис. 3.11.

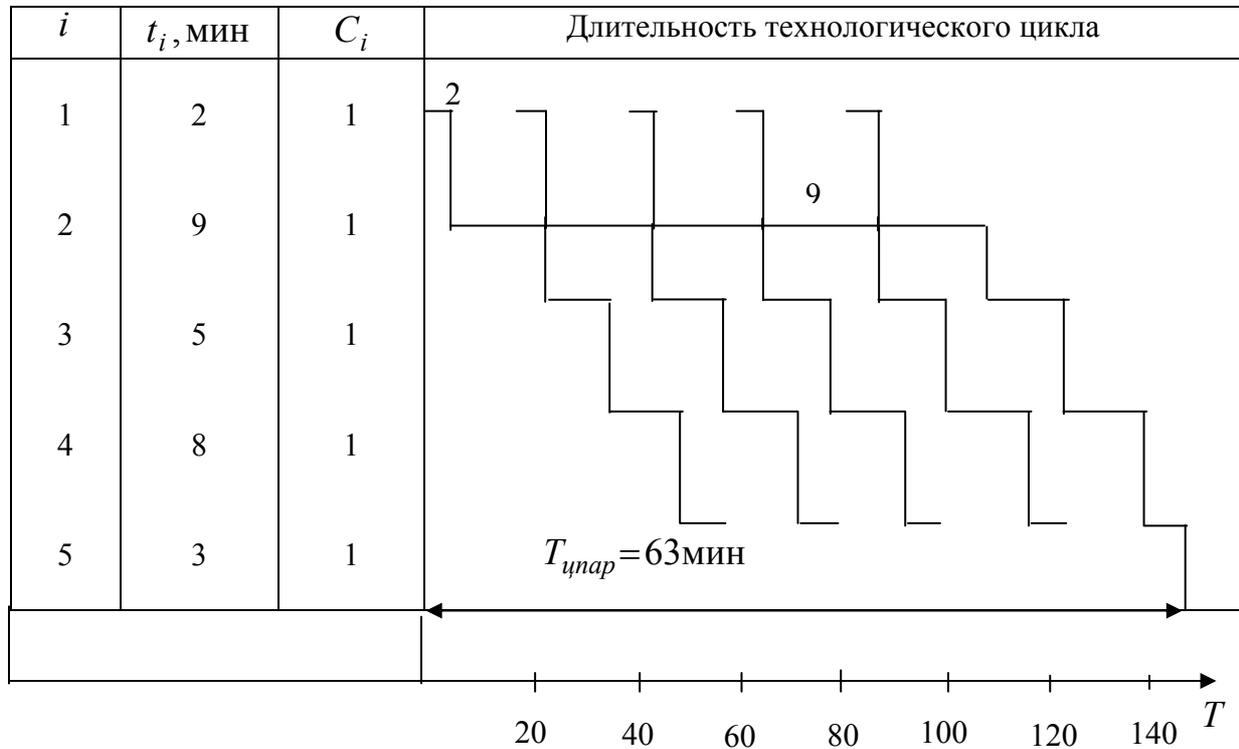


Рис. 3.11. График длительности технологического цикла при параллельном движении партии деталей

Задача 3.2. Определить графически и аналитически длительность технологического цикла обработки партии деталей при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения предметов труда.

Величина партии деталей – 20 шт. Величина передаточной партии – 5 шт. Технологический процесс обработки следующий:

№ операции	1	2	3	4
Норма времени, мин	20	16	8	24
Число станков	2	1	1	2

Задача 3.3. Определить графически и аналитически, как изменится продолжительность обработки партии деталей, если в результате изменения технологии длительность второй операции уменьшилась на 8 мин.

Исходные данные. Партия деталей в 12 шт. обрабатывается при параллельно-последовательном движении предметов труда; передаточная партия – 4 шт. Технологический процесс обработки следующий:

№ операции	1	2	3
Норма времени, мин	10	24	6
Число станков	1	2	1

Задача 3.4. Определить, как изменится длительность технологического цикла обработки партии деталей, если параллельно-последовательный вид движения заменить параллельным. Построить графики.

Исходные данные. Партия деталей в количестве 50 штук обрабатывается при параллельно-последовательном виде движения, передаточная партия – 10 штук. Технологический процесс обработки деталей следующий:

№ операции	1	2	3	4
Норма времени, мин	21	20	6	8
Число станков	3	2	1	1

Задача 3.5. Определить длительность технологического цикла обработки партии деталей 18 шт. при последовательном виде движения ее в производстве. Время естественных процессов 5 минут, среднее межоперационное время 3,5 мин. Технологический процесс состоит из следующих операций:

№ операции	1	2	3	4	5
Норма времени, мин	12	2	5	2	8
Число станков	2	1	1	1	2

Задача 3.6. Определить длительность цикла простого процесса в рабочих днях при параллельном виде движения партии деталей при следующих условиях: величина партии деталей 180 шт., величина передаточной партии 30 шт., на каждой операции работа выполняется на одном станке, суммарное межоперационное время на обработку всей партии составляет 5 часов, работа производится в две смены по 8 часов. Нормы времени по операциям следующие:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени, мин	3,9	4,0	4,4	3,9	3,8	4,2	4,2

Задача 3.7. Определить длительность цикла простого процесса в рабочих днях при последовательном виде движения партии деталей при следующих условиях: величина партии деталей 45 шт., на каждой операции работа выполняется на одном станке, суммарное межоперационное время на обработку всей партии составляет 9 часов, работа производится в две смены по 8 часов. Нормы времени по операциям следующие:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени, мин	3,9	2,0	2,2	1,1	2,9	4,2	1,9

Задача 3.8. Определить длительность цикла простого процесса в рабочих днях при параллельном виде движения партии деталей при следующих условиях: величина партии деталей 180 шт., величина транспортной партии 30 шт., на каждой операции работа выполняется на одном станке, суммарное межоперационное время на обработку всей партии составляет 5 часов, работа производится в две смены по 8 часов. Нормы времени по операциям следующие:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени, мин	3,9	4,0	4,4	3,9	3,8	4,2	4,2

Задача 3.9. Собирается механизм, состоящий из двух узлов и четырех деталей. Длительность цикла следующая:

Деталь	Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-11	Д-12	Д-21	Д-22	Д-23
Длительность цикла изготовления деталей, дней	6	6	2	3	3	4	2	3	5

Длительность производственных циклов сборки узлов следующая:

Узел	М	Сб-1	Сб-2
Длительность цикла сборки, дней	4	3	2

Определить общую продолжительность изготовления сборочных единиц, а также установить сроки начала сборки механизма М, если срок окончания изготовления изделия 16 мая.

Задача 3.10. Партия деталей обрабатывается при параллельно-последовательном виде движения предметов труда на восьми операциях

производственного процесса. Продолжительность операции следующая: $t_1 = 4$ мин; $t_2 = 5$ мин; $t_3 = 2$ мин; $t_4 = 6$ мин; $t_5 = 1$ мин; $t_6 = 2$ мин; $t_7 = 3$ мин; $t_8 = 7$ мин.

Число деталей в партии по вариантам приведено в табл. 3.1.

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число деталей в партии	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38

Величина передаточной партии равна 4 шт.

Определить продолжительность изготовления партии деталей. Исследовать изменение продолжительности:

- а) при уменьшении длительности четвертой операции на 2 мин;
- б) при объединении третьей и пятой операции в одну без изменения длительности каждой из них;
- в) при увеличении седьмой и восьмой операции на 1 мин.

Задача 3.11. На машиностроительном заводе выполняются следующие процессы: литье, горячая ковка, штамповка, ремонт зданий, изготовление и ремонт инструментальной оснастки, транспортировка и хранение материальных ценностей, механическая и термическая обработка деталей, контроль качества технологических процессов, сборка деталей в узлы, сборка узлов в машину.

Какие из перечисленных процессов относятся к основным? вспомогательным? обслуживающим?

Задача 3.12. В состав автомобильного завода входят: цехи – чугунолитейный, кузнечный, сталелитейный, ремонтно-строительный, заготовки шихты, ремонтный цех литейного оборудования, автотранспортный, железнодорожный, электротранспорта, запасных частей, автоматизированно-складской, комплектации, инструментально-штамповочный, механосборочное производство, автоприцепное и автобусное производство; отделы – снабжения металлом, сбыта, маркетинга, планово-экономический, труда и зарплаты, главного конструктора, юридический, управления кадрами, главного технолога и др.

Составить общую и производственную структуру предприятия. Дать классификацию цехов (основные, вспомогательные и обслуживающие).

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1. Общая характеристика поточного производства и основные разновидности поточных линий

Методы машиностроительного производства развивались параллельно с развитием конструкций обрабатывающих машин. От ручного труда и простого инструмента человек переходил к более совершенным орудиям, улучшая организацию производства. Основное направление в развитии производства – переход от единичного и мелкосерийного к крупносерийному и массовому производству. Если в XIX в. выпуск машин ограничивался сериями, то в XX в. выпуск некоторых машин и изделий стал массовым. Потребовался коренной пересмотр методов машиностроительного производства. Был использован известный еще с мануфактурного периода поточный метод.

Известны следующие признаки, характеризующие поточное производство.

1. Поточность производственного процесса, заключающаяся в непрерывном и равномерном движении деталей.

2. Закрепление за каждым рабочим местом одной или группы однородных операций.

3. Расчленение технологического процесса.

4. Расположение рабочих мест по ходу технологического процесса.

5. Поштучная передача деталей (или небольшой транспортной партией) на следующее рабочее место после окончания работы на данной операции.

6. Проведение работ при строгом соблюдении ритмичности операций; запуск в обработку, передача изделий с операции на операцию, выпуск с линии осуществляется равномерно, через одинаковые промежутки времени.

7. Применение прогрессивной технологии, механизации и автоматизации труда с использованием специального оборудования, инструментальной и технологической оснастки.

8. Механизация передачи деталей при помощи специальных транспортных средств.

9. Замкнутый характер производства, включающий в себя все работы по изготовлению детали или сборки узла.

За основу классификации поточных линий взяты следующие признаки:

– степень механизации и автоматизации;

– степень непрерывности процессов;

- количество закрепленных наименований деталей;
- степень механизации транспортных операций;
- способ поддержания ритма;
- ширина охвата производственных процессов;
- расположение линии в пространстве и ее геометрическая форма.

По *степени механизации и автоматизации* различают:

– немеханизированные поточные линии – это линии с преобладанием ручного труда, характерные для сборочных цехов. Процесс сборки разбит на значительное количество несложных операций, большинство которых связано с подготовкой и выполнением всевозможных разъемных и неразъемных соединений;

– механизированные поточные линии. На таких линиях большинство операций (технологических, контрольных, вспомогательных) выполняется на механическом оборудовании;

– автоматизированные поточные линии (полуавтоматические) – линии, на которых основные операции выполняются на автоматах, а загрузка, выгрузка и другие вспомогательные операции – вручную;

– автоматические линии. Линии, на которых все операции, основные и вспомогательные, выполняются автоматически.

По *степени непрерывности процессов* выделяют непрерывно-поточные и прерывно-поточные (прямоточные) линии.

Непрерывно-поточной линией называется линия, на которой изделие в каждый момент времени либо обрабатывается, либо транспортируется, исключая изделия, образующие страховые заделы.

Непрерывно-поточные линии – это наиболее совершенная форма потока.

Характерными признаками являются:

- детальное расчленение технологического процесса;
- закрепление операции за рабочим местом;
- синхронизация операций во времени;
- расположение оборудования по ходу технологического процесса;
- широкое применение специального оборудования технологической и инструментальной оснастки.

Непрерывно-поточные линии применяются в массовом и крупносерийном производстве. В массовом производстве на них обрабатываются крупные и средние детали тракторов, автомобилей, моторов, коленчатые валы, шестерни, маховики, шкивы и др.

В крупносерийном производстве непрерывно-поточные линии распространены менее широко ввиду трудности их полной загрузки. Обычно такие линии организуются для крупных трудоемких деталей с использова-

нием универсальных станков с высокопроизводительной технологической оснасткой.

Транспортировка и установка деталей на этих линиях не автоматизирована. Передача деталей с операции на операцию осуществляется с помощью различных транспортных средств, т.е. транспортировка просто механизирована. Детали передаются поштучно или транспортными партиями в зависимости от размеров детали и такта обработки (первое характерно для крупных и средних деталей, второе – для мелких). На каждой непрерывно-поточной линии обрабатывается только одна деталь, переналадка линий, как правило, исключается. Для лучшего использования линии все вспомогательные операции, такие как переналадка, смена инструмента, ремонт, выполняются в обеденный перерыв или третью смену. Количество рабочих мест, занятых для выполнения отдельных операций, устанавливается в зависимости от продолжительности операции с таким расчетом, чтобы обеспечить одинаковую производительность на каждой операции.

Непрерывно-поточное производство характеризуется малыми межоперационными заделами.

Прерывно-поточные линии (прямоточные) характеризуются частичной несинхронностью операций. Применяются в случае, когда невозможно достигнуть полной синхронизации операций технологического процесса.

Особенности прямоточного производства сводятся к следующему:

- планомерная работа линии обеспечивается межоперационными оборотными заделами;
- рабочие, занятые на недогруженных рабочих местах, выполняют две и более операций;
- ритмичность работы линии соблюдается благодаря твердой периодичности обхода рабочими своих рабочих мест и выполнению заданной программы по всему фронту в течение отрезка времени, равного периоду оборота.

Ввиду того, что производительность рабочих мест не одинакова, некоторая часть оборудования работает с перерывами. Во время перерывов работающие агрегаты накапливают необходимые заделы, которые будут тем больше, чем существеннее разница тактов на рабочих местах. Передача деталей с операции на операцию, как и на непрерывно-поточных линиях, может производиться поштучно и транспортными партиями. Как правило, для передачи деталей используются бесприводные транспортные устройства. Применяется, но очень редко, распределительный конвейер.

Оборудование, применяемое на прямоточных линиях, более универсально, чем на непрерывно-поточных. Наибольшее применение прерывно-поточные линии находят в механических и механосборочных цехах.

По количеству закрепленных за поточной линией наименований деталей различают:

– однопредметные поточные линии – это линии, предназначенные для изготовления одинаковых предметов труда.

Применяются в массовом и крупносерийном производстве, когда трудоемкость и величина программы выпуска данного изделия обеспечивают необходимую загрузку рабочих мест линии. На каждом рабочем месте выполняется только одна операция, которая имеет самую узкую специализацию.

В особых случаях, когда отдельные рабочие места не могут быть полностью загружены основной работой, рабочие могут выполнять другие задания.

Однопредметные линии организуются иногда и на заводах серийного производства, т.к. имеются детали, количество которых изготавливается в массовом порядке;

– многопредметные поточные линии – линии, предназначенные для изготовления или сборки нескольких изделий, имеющих сходные элементы конструктивного и технологического порядка.

За линией закрепляется несколько изделий, на рабочем месте выполняется соответствующее количество операций.

Многопредметные поточные линии характерны для серийного производства, когда объем выпускаемых изделий одного наименования недостаточен для полной загрузки линии.

Детали и их количество подбираются таким образом, чтобы их суммарная трудоемкость при заданной программе обеспечивала необходимую загрузку рабочих мест линии. Детали, закрепленные за линией, могут изготавливаться одновременно и попеременно.

В первом случае вся номенклатура деталей запускается одновременно, передается с операции на операцию и выпускается комплектно. Для этого необходима полная идентичность технологических процессов, а оснащение поточной линии должно быть таким, чтобы можно было работать без переналадок или с минимальными переналадками.

Во втором случае детали обрабатываются последовательно, партиями. После обработки партии деталей оборудование переналаживается.

Линии применяются в механических, сварочных, сборочных, заготовительных и др. цехах.

По степени механизации транспортных операций, выделяют:

– поточные линии с ручной передачей изготавливаемых изделий, без механизированных транспортных устройств;

- поточные линии с ручной передачей изготавливаемых изделий с использованием неприводных транспортных устройств – рольгангов, склизов, основанных на гравитационном принципе;
- поточные линии с использованием различного рода колесного транспорта для перемещения изделий между рабочими местами;
- поточные линии с использованием конвейерных устройств непрерывного транспорта.

По способу поддержания ритма существуют:

- поточные линии со свободным ритмом работы. В данном случае соблюдение такта достигается различными организационными средствами. Он может поддерживаться световыми или звуковыми сигналами. Для соблюдения такта на рабочих местах создаются заделы;
- поточные линии с регламентированным ритмом работы. Необходимым условием поточной работы на таких линиях является использование автоматических устройств, постоянно диктующих каждому рабочему на потоке заданный темп работы. Главным регулятором ритма обычно служит механическое транспортное оборудование – конвейер.

По ширине охвата производственных процессов различают:

- поток внутри агрегата, выполняющего несколько последовательных операций (формовочный автомат для изготовления оболочек-форм при производстве литья по выплавляемым моделям);
- поток, охватывающий ряд рабочих мест, станков или других видов оборудования в одном цехе;
- сквозной поток, охватывающий заготовительные, обрабатывающие, сборочные и другие операции. Этот вид потока обеспечивает наилучшие технико-экономические показатели всего предприятия в целом.

По расположению в пространстве различают поточные линии прямые и замкнутые; по расположению рабочих мест линии могут быть односторонние и двухсторонние.

4.2. Основы организации поточных линий

4.2.1. Общие положения

Поточная линия – цепочка рабочих мест, расположенных по ходу технологического процесса. Количество рабочих мест, занятых выполнением отдельных операций, устанавливается на линии в зависимости от продолжительности операций с таким расчетом, чтобы по возможности обеспечить одинаковую производительность на каждой операции. Обычно поточная линия содержит от 3 – 5 обрабатывающих единиц до нескольких десятков.

При проектировании поточных линий необходимо соблюдать условия:

1. Проектируемый производственный процесс должен предусматривать только высокопроизводительные методы работы, основанные на внедрении передовой технологии и организации производства.

Необходимо в первую очередь широко использовать возможности комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. К числу организационных мероприятий и форм относится рациональная планировка и оснащение рабочих мест, многостаночное обслуживание и др.

2. Проектируемые методы работы должны отличаться стабильностью и возможностью повторения операций без существенного отклонения их длительности и трудоемкости от расчетных величин.

3. Продолжительность выполнения отдельных операций должна быть равна или кратна такту данной линии (характерно для непрерывно-поточных линий).

4. Надежность конструкций машины и стабильность ее выпуска на определенный период времени.

Эти факторы имеют очень большое значение.

В поточном производстве большой объем занимают подготовительные работы (проектирование инструментальной, технологической оснастки, транспорта и др.). Стоимость этих работ велика, и чтобы затраты были эффективны, нужно определенное время для оправдания всех затрат за счет экономии от внедрения линии.

5. Технологичность конструкции машины с точки зрения отливки, штамповки, механической обработки, сборки.

Под технологичностью, применительно к поточному производству, следует понимать такое конструктивное выполнение машины или детали, при котором применение потока обеспечило бы максимальную производительность и минимальную себестоимость для заданного объема производства.

Конструктивное выполнение деталей должно обеспечивать возможность применения высокопроизводительного оборудования.

Технологичность с точки зрения сборки заключается в том, что конструкция должна состоять из взаимозаменяемых узлов. Отдельные узлы должны иметь возможность их обкатки и испытания.

Конструкция должна обеспечить возможность удобной поточной сборки и разборки на конвейере. При сборке на конвейере исключаются все пригоночные работы.

6. Взаимозаменяемость деталей машины (особенно важна при сборке).

Надписей на чертежах «пригнать по месту», «просверлить по месту» и др. не должно быть.

4.2.2. Расчет такта поточной линии

В основе организации поточной линии лежит единый такт потока.

Тактом поточной линии называется промежуток времени между выпуском или запуском отдельных последовательно обработанных деталей.

От такта зависит выбор технологического процесса, характер оборудования и транспортных средств, по такту производится выравнивание технологического процесса.

Величина такта поточной линии находится в зависимости от производственной программы и фонда времени работы оборудования. Чем больше программа, тем меньше такт линии. При большом выпуске изделий такт часто определяют по суточному выпуску.

В общем случае такт линии определяется как частное от деления фонда времени работы оборудования на программу изделий за это время

$$r = \frac{F}{N} \text{ мин,}$$

при этом следует различать такт выпуска и такт запуска

$$r_{\text{вып}} = \frac{F_{\text{ном}}}{N_{\text{вып}}} \text{ мин,}$$

$$r_{\text{зан}} = \frac{F_{\text{д.об}}}{N_{\text{зан}}} \text{ мин,}$$

где $F_{\text{д.об}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования; $N_{\text{зан}}$ – программа запуска; $F_{\text{ном}}$ – номинальный фонд времени; $N_{\text{вып}}$ – программа выпуска.

При сборке машин такт должен быть подсчитан как для главной сборки машин (программа $N_{\text{м}}$), так и для сборки узлов (программа $N_{\text{у}}$) по каждому узлу.

Для сборки машин

$$r_{\text{мвып}} = \frac{F_{\text{ном}}}{N_{\text{вып}}};$$

для сборки узлов

$$r_{\text{увып}} = \frac{F_{\text{ном}}}{N_{\text{вып}}}.$$

Для непрерывно действующих сборочных конвейеров время $t_{\text{шт}}$ на выполнение технологической операции должно быть равным такту $r_{\text{м}}$ или $r_{\text{у}}$.

Для периодически действующих пульсирующих конвейеров время на выполнение технологической операции $t_{ум}$ должно укладываться в величину, равную разности времени такта r_m или r_y и времени быстрого t_{δ} (холостого) перемещения конвейера.

$$t_{ум} = r_y - t_{\delta}$$

или

$$t_{ум} = r_m - t_{\delta}.$$

Исходя из этих формул необходимо стремиться уменьшать t_{δ} :

- за счет увеличения скорости холостого хода;
- за счет уменьшения расстояния между изделиями, т.е. шага.

Однако шаг зависит от размеров изделия, а скорость холостого хода – от массы самого конвейера и изделия. Можно считать приемлемым применение пульсирующего конвейера, если потери холостого хода составляют не более 2 – 5 % и соблюдены условия техники безопасности.

Для вновь проектируемого завода, цеха, линии программа выпуска готовых изделий определяется плановым заданием. Программа запуска должна рассчитываться исходя из условий работы и потребности всех сопряженных участков и линий. Сначала составляется программа для сборки изделий, затем узлов, обработки деталей, получения заготовок деталей.

Нормальная программа запуска ($N_{зан}$) для каждого участка поточной линии отличается от программы выпуска на величину изменения заделов и плановую величину технологически неизбежных потерь.

$$N_{зан} = N_{вып} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) + (Z_{нл} - Z_{\phi}),$$

где α – принятый процент технологически неизбежных потерь производства; $Z_{нл}$ – нормальная суммарная величина планового задела незавершенного производства поточной линии; Z_{ϕ} – фактическая величина этого задела.

При большой программе выпуска иногда рассчитывают суточную программу запуска.

Различают три значения фонда времени.

1. Календарный фонд времени, т.е. весь годовой фонд времени единицы оборудования по календарю в часах

$$F_k = D_k \cdot Ч_k,$$

где D_k – количество календарных дней в году; $Ч_k$ – количество часов в сутках.

Календарный фонд времени применяется для оценки использования оборудования.

$$k = \frac{F_{\phi}}{F_{\kappa}},$$

где k – коэффициент использования оборудования по календарному времени; F_{ϕ} – фактически отработанное число часов.

Чем больше смен работает оборудование, тем выше k ; при непрерывной работе, например, в металлургии (тоннельные печи для отжига ковкого чугуна и др.), k приближается к единице.

2. Номинальный фонд времени ($F_{ном}$) – количество часов работы оборудования в течение года, которое можно максимально выработать при заданном количестве рабочих смен и определенном календарном количестве рабочих дней.

Величина номинального фонда может быть рассчитана по формуле

$$F_{ном} = D_1 \cdot \sum_1^s T_{см1} - D_2 \sum_1^s (T_{см1} - T_{см2}) \text{ часов,}$$

где D_1 – количество дней работы оборудования в году, равное количеству календарных дней за вычетом выходных и праздничных дней; D_2 – число предвыходных и предпраздничных дней в году; s – сменность работы; $T_{см1}$ – продолжительность смены в часах в нормальные рабочие дни; $T_{см2}$ – продолжительность смены в часах в сокращенные рабочие дни.

3. Действительный годовой фонд времени работы оборудования F_{∂} .

Он равен номинальному фонду времени, умноженному на коэффициент β , который учитывает потери времени работы оборудования в связи с его ремонтом.

Можно вычислить F_{∂} по формуле

$$F_{\partial} = F_{ном} \cdot \frac{100 - \beta}{100}.$$

Процент потерь времени на ремонт зависит от категории сложности оборудования и от сменности его работы.

Для непрерывно-поточных линий, исходя из напряженности режима работы такой линии, кроме потерь β , необходимо учитывать регламентированные перерывы, которые устанавливаются для организационно технического обслуживания линии и отдыха рабочих в течение смены.

Количество регламентированных перерывов и их продолжительность зависят от условий работы на данной линии и сложности ее технического и организационного обслуживания.

Для сборки на линии простых изделий можно ограничиться двумя перерывами по 10 минут в смену: один перерыв в первой полусмене и один – во второй. При производстве на поточной линии с принудительным тактом и при выполнении тяжелых работ число перерывов возрастает.

Механическая обработка инструментом высокой стойкости может проводиться с 4 перерывами. При механической обработке инструментом малой стойкости предусматривается 6 перерывов по 10 минут.

В практике наиболее приемлемой длительностью каждого регламентированного перерыва считается 10 минут, однако могут быть допущены отклонения от этой величины в соответствии с условиями производства.

Работа на непрерывно-поточных линиях со свободным тактом менее напряжена, чем на линии с принудительным тактом. Поэтому работу линии можно планировать без учета регламентированных перерывов, а при расчете такта учитывать только потери времени на ремонт оборудования.

В среднем потери времени на регламентированные перерывы можно принимать – $(7 \div 10) \% F_{д.об}$.

4.2.3. Синхронизация операции и организационная регламентация потока

После расчета такта запуска поточной линии проводится синхронизация операций технологического процесса обработки детали.

Синхронизация операции – это разбивка технологического процесса на операции и уравнивание их длительности до величины, равной или кратной такту потока. Синхронизация операций является одной из существенных составных частей по проектированию поточной линии и основным условием обеспечения поточного производства. Синхронизация дает возможность организовать бесперебойную работу на рабочих местах линии и производить непрерывную передачу деталей с одной операции на другую.

Весь процесс синхронизации разделяется на грубую синхронизацию и точную.

Вначале проводится грубая синхронизация операций с допустимыми отклонениями от такта, как правило, в сторону превышения на $10 \div 15 \%$, а в сторону уменьшения – на $5 \div 10 \%$.

Методами грубой синхронизации могут быть технические и организационные мероприятия:

- введение станков-дублеров;
- соединение и разделение операций и переходов таким образом, что длительность их становится равной или кратной такту;
- перенос трудоемких операций, выходящих за пределы такта, на более производительные станки.

Точная синхронизация осуществляется в процессе отладки линии в производственных условиях. Она достигается рядом технологических и организационных приемов.

При точной синхронизации могут иметь место случаи, когда:

- штучное время операции больше такта линии;
- штучное время операции меньше такта линии.

При $t_{um.} > r$ необходимо стремиться повысить производительность и довести продолжительность работы до величины, равной или кратной такту ($t_{um.} = C \cdot r$) за счет осуществления мероприятий:

- применение на лимитирующих переходах многолезвийного и наборного инструмента;
- применение механизированных конструкций зажимных приспособлений;
- ужесточение режимов резания;
- уменьшение припусков на обработку;
- улучшение конструкции детали с точки зрения ее технологичности;
- применение автоматических устройств;
- применение многопредметной обработки;
- сокращение последовательно обрабатываемых поверхностей.

При $t_{um.} < r$ проводятся мероприятия:

- концентрация операций с доведением их длительности до величины такта;
- замена дорогостоящего оборудования менее производительным и более дешевым, если такая замена не сказывается на себестоимости продукции;
- снижение режимов обработки.

Организационной синхронизацией называется обеспечение на поточной линии непрерывности процесса при наличии технологических невыравненных режимов операций.

Важнейшим способом организационной синхронизации является многостаночное обслуживание. Одним из важных условий многостаночной работы в потоке является обеспечение выпуска равного количества деталей за время каждого цикла.

Кроме многостаночного обслуживания, на синхронизацию операций влияют:

- рациональная планировка рабочих мест;
- организация рабочих мест;
- совершенствование рабочих приемов;
- наличие удобной тары и транспортных средств.

Если выравнивать продолжительность операции техпроцесса с помощью синхронизации не удастся, то проводится организационная регламентация.

Под организационной регламентацией понимается внесение определенной ритмичности и пропорциональности в прерывное протекание потока при наличии технологически невыравненных режимов операций.

Необходимость в организационной регламентации появляется в тех случаях, когда рабочий не может быть полностью загружен одной какой-либо операцией, при этом отсутствуют условия для многостаночной работы. Увеличение загрузки рабочего становится возможным на основе последовательного выполнения им ряда операций потока. Пропорциональность здесь достигается не в каждом такте, а лишь за большой промежуток времени.

Многостаночное обслуживание не применяется:

– в линиях с малым машинным временем и с преобладанием ручного труда;

– с большими масштабами выпуска и небольшим штучным временем;

– если такт потока слишком мал для того, чтобы можно было обслужить два станка ($r < 0,5$ мин).

Во всех этих случаях возникает необходимость организационной регламентации.

Она включает:

– подбор операций для последовательного их обслуживания одним рабочим;

– определение периодичности обслуживания;

– определение порядка и очередности обслуживания и необходимых оборотных заделов.

При подборе операции необходимо, чтобы количественная сторона подбираемых операций удовлетворяла одному из условий:

1. Сумма штучных времен должна равняться (примерно) такту $\sum t_{ум.} \approx r_{зан.}$ или целому числу тактов $\sum t_{ум.} = C \cdot r_{зан.}$, где C – любое целое число.

Эта форма организации прерывного потока представляет собой ритмичное последовательное выполнение каждым рабочим в течение смены ряда операций на различных станках.

Данный способ наиболее распространен на практике.

2. Штучное время каждой из операций должно равняться половине такта плюс любое целое число тактов.

$$t_{ум.} = 0,5r_{зан.} + C \cdot r_{зан.}$$

Этот способ представляет собой разносменную работу на операциях. Рабочий в течение смены выполняет одну операцию только на одном станке. Однако, чтобы выравнивать количество деталей, обрабатываемых на различных операциях, сменность работы оборудования должна быть разной.

Пример:

$$N_{см1} = 80 \text{ шт.}, \quad t_{ум.1} = 6 \text{ мин}, \quad r_{зан.} = 4 \text{ мин},$$

$$N_{см.2} = 48 \text{ шт.}, \quad t_{ум.2} = 10 \text{ мин.}$$

Задание в две смены равно 240 шт.

$$\text{Для первой операции } t_{ум.1} = \frac{6}{4} = 1,5r_{зан.}$$

Необходимое количество станко-смен $1,5 \times 2 = 3$, т.е. в первой смене должны работать два станка, а во второй – один.

$$\text{Для второй операции } t_{ум.} = \frac{10}{4} = 2,5r_{зан.}.$$

Количество необходимых станко-смен $2,5 \times 2 = 5$.

В первой смене работает 3 станка, а во второй – 2.

Второй способ имеет преимущество перед первым благодаря целосменной работе рабочего на одной операции, что способствует повышению производительности труда. Он проще, не требует четкого регламента и контроля за переходом рабочих с операции на операцию, однако требует больше оборотных заделов, а это иногда является решающим, особенно при обработке крупных деталей.

3. Сумма штучного времени двух операций должна равняться половине такта плюс любое целое число тактов.

$$\sum_1^z t_{ум.} = 0,5r_{зан.} + C \cdot r_{зад.}$$

Представляет собой что-то среднее между первым и вторым способами. В одной смене работа на каждой операции носит целосменный характер, в следующей смене один рабочий последовательно обслуживает две операции.

Пример:

$$t_{ум1} = 2,6 \text{ мин}, \quad t_{ум2} = 3,4 \text{ мин}, \quad r_{зан.} = 4 \text{ мин}, \quad \sum t_{ум} = 1,5r_{зан.};$$

загрузка первой операции $2,6 : 4 = 0,65$;

число потребных станко-смен $0,65 \times 2 = 1,3$;

загрузка второй операции составляет $3,4 : 4 = 0,85$;

число необходимых станко-смен $0,85 \times 2 = 1,7$.

В первой смене каждую операцию обслуживает один рабочий, а во второй смене один рабочий последовательно обслуживает две операции ($0,3 + 0,7$).

Этот способ хорош тем, что имеет целосменную нагрузку и небольшие оборотные заделы.

Вопрос периодичности обслуживания имеет большое значение. Длительность периода обслуживания влияет на величину оборотных заделов и продолжительность непрерывных простоев на недогруженных рабочих местах. Чем больше величина периодичности обслуживания, тем крупнее партия деталей, которую рабочий должен последовательно обрабатывать, тем реже он переходит от станка к станку. Это оказывает влияние на про-

изводительность труда. При увеличении периода обслуживания непрерывные простои оборудования увеличиваются, что делает целесообразным в течение этих простоев загрузить его работами, не связанными с работой поточной линии. Однако увеличение периода обслуживания приводит к увеличению задела, требует большей производственной площади, больше оборотных средств. Преимущества малой периодичности обслуживания заключаются в малой величине оборотных заделов, меньшей производственной площади и меньших оборотных средствах. Следует учитывать, что частые переходы рабочих от одних рабочих мест к другим повышают утомляемость и снижают производительность их труда. Опыт ряда заводов показал, что наиболее рациональные периоды обслуживания следующие:

- для крупных деталей – порядка 30 мин;
- для средних деталей – порядка 1 – 2 часа;
- для мелких деталей – порядка 3,5 – 7 час.

4.2.4. Расчет количества рабочих мест поточных линий

После разработки технологии, норм времени на операции и их синхронизации рассчитывается количество потребного оборудования.

Количество рабочих мест рассчитывается для каждой операции отдельно. Расчет проводится по формуле

$$Cp_i = \frac{t_{умi}}{r_{зан.}}$$

где $t_{ум}$ – норма штучного времени на операцию; $r_{зан.}$ – такт запуска поточной линии.

Необходимо заметить, что если такт рассчитывался для свободного нерегламентированного потока, время t должно соответствовать норме штучного времени.

Если же такт определялся для регламентированного потока, когда из фонда времени смены были вычтены все внутрисменные потери, то t должно соответствовать норме оперативного времени.

При синхронизированном потоке величина C – целое число, а при несинхронизированном потоке C – дробь (при округлении расчетного количества рабочих мест следует использовать все практические возможности решения этой задачи в сторону меньшего числа).

При выборе станков для поточной линии необходимо брать за основу оптимальные режимы работы, минимальную трудоемкость и себестоимость изготовления детали, стремясь к высокой загрузке станков, но не принимая ее в качестве главного показателя.

При расчете количества станков на операциях для обработки чугунных деталей следует стремиться, чтобы станки на первых операциях линии были меньше загружены, т.к. весь брак литья обычно обнаруживается на этих операциях.

Количество рабочих мест определяется с учетом резервных мест на отладку линии и для контроля продукции.

По результатам расчета количества рабочих мест можно судить о степени загрузки оборудования, он служит проверкой целесообразности организации потока.

Для оценки правильности выбора оборудования поточной линии используются показатели:

1. Коэффициент загрузки оборудования

$$\eta_{\text{загр.р.м.}} = \frac{C_p}{C_{np}},$$

где C_p – расчетное количество оборудования; C_{np} – принятое количество оборудования;

$$\eta_{\text{лин}} = \frac{\sum_1^m C_{pi}}{\sum_1^m C_{pi}},$$

где $\eta_{\text{лин}}$ – коэффициент загрузки линии в целом.

При универсальном оборудовании нижний предел коэффициента загрузки:

- для массово-поточного производства – 85 %;
- для серийно-поточного производства – 75 %.

При использовании специального оборудования степень загрузки не всегда является решающим критерием, окончательный выбор формы организации производства осуществляется с помощью сравнительного экономического расчета.

2. Станкоемкость обработки детали на поточной линии. Сумма штучных времен всех операций

$$T_{\text{с-мб}} = \sum_1^m t_{um}.$$

3. Коэффициент использования оборудования по основному времени показывает долю основного времени в штучном

$$\eta_o = \frac{t_o}{t_{um}}; \quad \eta_{\text{оср}} = \frac{\sum_1^m t_o}{\sum_1^m t_{um}},$$

где $\eta_{\text{оср}}$ – средний коэффициент использования оборудования по основному времени (его значение должно быть не менее 70 %).

4.2.5. Расчет заделов поточной линии

После определения потребного количества рабочих мест рассчитываются заделы.

Заделом называются находящиеся в производстве заготовки, полуфабрикаты, детали, узлы и изделия, обработка или сборка которых не окончена.

Задел – это натуральное выражение незавершенного производства. Особое значение заделы имеют в поточном производстве.

Заделы бывают внутрилинейные (цикловые) и межлинейные (складские).

Внутрилинейный задел представляет собой общее количество деталей находящихся в любой момент в процессе обработки, сборки или контроле на всех операциях потока.

Внутрилинейный задел подразделяется на 4 вида:

- технологический;
- транспортный;
- страховой;
- межоперационный оборотный.

Технологический задел представляет собой детали, узлы или изделия, находящиеся непосредственно на рабочих местах в обработке или на контрольных операциях.

Величина технологического задела рассчитывается по формуле

$$Z_{mex} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot q, \text{ шт.},$$

где C_i – количество рабочих мест на i -той операции; q – количество деталей, одновременно обрабатываемых на станке; m – количество технологических операций, включая контрольные.

Если передача деталей осуществляется партиями, то расчет технологических заделов производится по формуле

$$Z_{mex} = P \cdot \sum_{i=1}^m C_i, \text{ шт.},$$

где P – величина транспортной партии.

При включении в технологический процесс термических операций, испытательных и др. расчет производится по формуле

$$Z_{mex} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot q + \frac{\sum t_{um}}{r_{зан}},$$

где $\sum t_{um}$ – суммарное время операций, связанных с использованием различных установок (термических и др.).

Транспортный задел образуют детали, находящиеся на поточной линии между рабочими местами. Максимальная величина транспортного задела определяется исходя из расчета заполнения межоперационных транспортных средств. Они компенсируют небольшие простои оборудования, возникающие из-за его подналадки.

Расчет величины транспортного задела производится по-разному в зависимости от используемых транспортных средств.

При расчете нужно ориентироваться на минимальную величину транспортного задела, и только при напряженном темпе работы поточной линии принимается его максимальное значение.

При непрерывном транспортировании и поштучной передаче деталей или изделий

$$Z_{mp} = \frac{L}{l},$$

где L – рабочая длина транспортного устройства; l – шаг конвейера, расстояние между осями двух соседних изделий.

При непрерывном транспортировании и передаче деталей партиями

$$Z_{mp} = p \frac{L}{l}.$$

При периодической транспортировке деталей

$$Z_{mp} = \frac{R_{mp}}{r_{зан.}} \cdot m.$$

где R_{mp} – периодичность транспортировки; m – число операций.

При использовании на транспортировке простых устройств и поштучной передаче деталей транспортный задел рассчитывается по формуле

$$Z_{mp} = \sum_{i=1}^m C_i q,$$

т.е. он равен технологическому заделу.

Если передача деталей осуществляется партиями, то

$$Z_{mp} = p \sum_{i=1}^m C_i = Z_{mex}.$$

Страховой (резервный) задел составляют детали или узлы, необходимые для обеспечения бесперебойной работы поточной линии в случае возникновения на одном из рабочих мест аварий, брака, или другого перебоа и задержки.

Заделы создаются на случаи:

а) невыхода рабочего по болезни (величина задела должна учитывать лишь время, необходимое для подыскания замены);

- б) невыполнения установленных норм выработки;
- в) ликвидации мелких неполадок в работе оборудования.

Величина страховых заделов зависит не только от продолжительности перерыва, но и от способа их восстановления.

Страховые заделы бывают двух видов.

1. Заделы, создаваемые на всех поточных линиях независимо от их типа. Обычно такие заделы создаются после каждого относительно самостоятельного участка линии и после уникального оборудования. Для линий поточно-механической обработки страховые заделы должны находиться примерно после каждых 15 – 20 рабочих мест и обеспечивать питание последующего потока в течение 0,75 – 4 часа в зависимости от характера обработки и величины суточной программы;

2. Специальные запасы на рабочих местах, которые создаются на строго отлаженных линиях и линиях с распределительным конвейером.

Данные заделы предназначаются для компенсации задержек в оперативной работе линии (смена инструмента и др.).

Заделы на рабочих местах строго отлаженных линий и линий с распределительными конвейерами планируются сверх заделов первого вида, но их наличие позволяет снизить участковые заделы в 1,5 – 2 раза.

Страховые заделы на рабочих местах можно рассчитать по формуле

$$Z_{cmp} = \kappa \sum_{i=1}^m C_i .$$

Примерное значение коэффициента κ для расчета страховых заделов на распределительных конвейерах при двухчасовой периодичности восстановления заделов в штуках определяется из табл. 4.1. Страховые заделы даже при нормальной работе поточной линии должны периодически расходоваться и вновь пополняться, так как конструкция деталей может меняться в связи с появлением новых изделий.

После использования страхового задела или части его необходимо немедленно, как только появится возможность, восстановить до требуемой величины.

Таблица 4.1

Нормативы страховых заделов на рабочих местах на непрерывно-поточных линиях механической обработки (в штуках на одно рабочее место)

Характер технологического процесса	Суточная программа линии (в штуках)			
	100	200	500	2000
1. Преимущественно ручная или простая механическая обработка.	2	3	5	10
2. Сложная и ответственная механическая обработка.	3	5	10	30

Задел восстанавливается:

- за счет планирования резерва в загрузке оборудования (только на автоматических линиях);
- за счет обеденного перерыва;
- за счет дополнительной смены;
- за счет внутренних резервов операции.

Межоперационные оборотные заделы – это количество деталей, узлов, или изделий, необходимое для обеспечения нормальной работы в тех случаях, когда на смежных рабочих местах выпускается различное количество продукции в единицу времени. Возникают оборотные заделы при наличии перерывов на одних рабочих местах поточной линии во время непрерывной работы на других рабочих местах. Они возникают на несинхронизированных поточных линиях.

Межоперационные оборотные заделы, при определенном сочетании операции, требуются на начало смены (периода оборота) и могут образовываться внутри смены (периода оборота).

Случаи возникновения заделов внутри периода оборота:

1. Обе операции начинаются одновременно в начале периода, первая операция производительнее второй. Обе операции заканчиваются раньше, чем заканчивается период оборота (рис. 4.1).

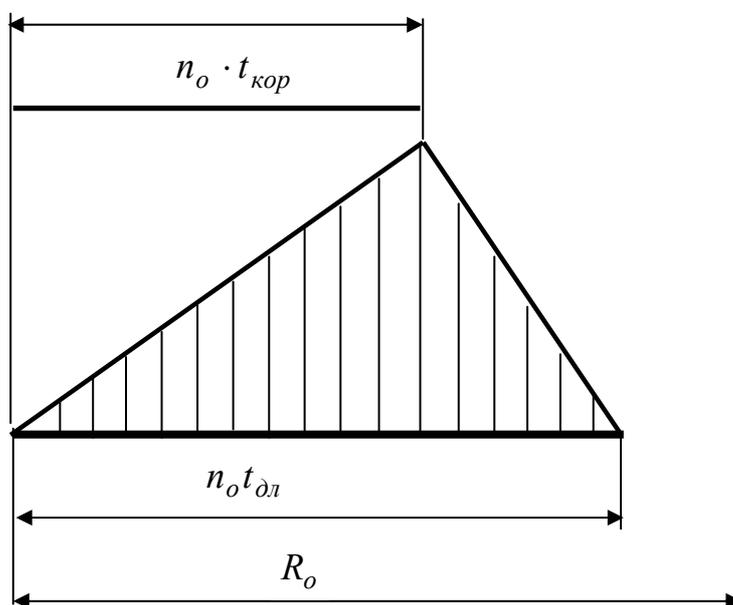


Рис. 4.1. Характер формирования задела при $P_k > P_{k+1}$

2. Первая операция, менее производительная, начинается с начала периода, вторая операция, более производительная, начинается не с начала периода. Обе операции кончаются в конце периода (рис. 4.2).

3. Вторая операция начинается тогда, когда кончается первая (последовательное обслуживание) (рис. 4.3).

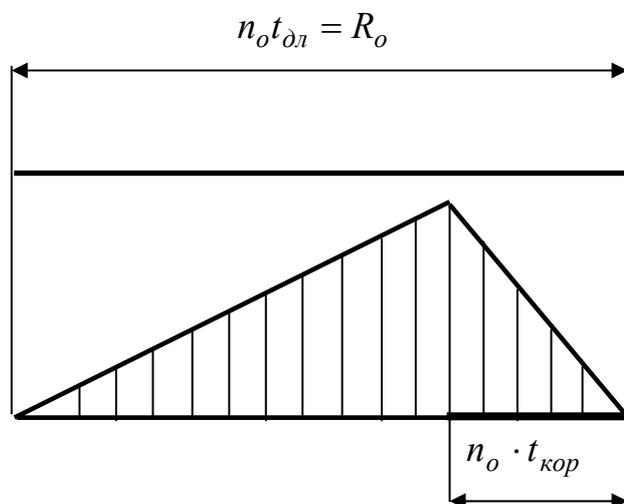


Рис. 4.2. Характер формирования задела при $P_k < P_{k+1}$

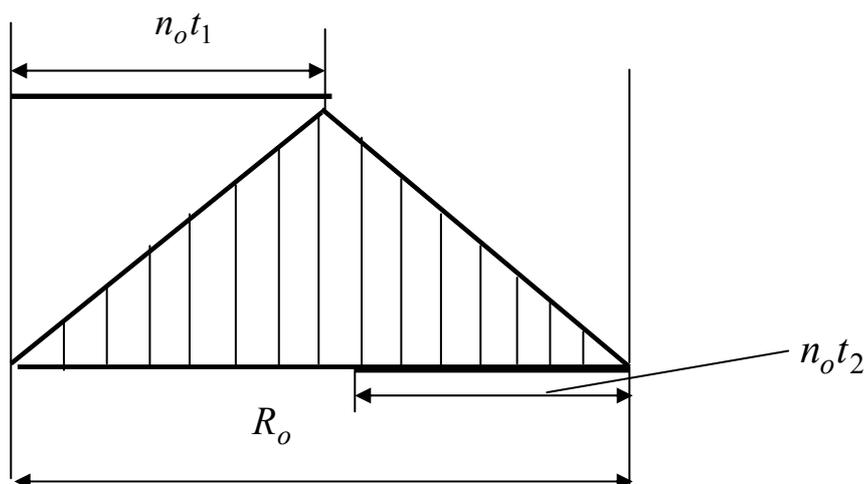


Рис. 4.3. Схема формирования задела при последовательном обслуживании

4. Первая операция начинается с начала периода, в середине периода обе операции работают вместе, затем первая кончается, а вторая продолжается до конца периода (рис. 4.4).

На начало периода требуются заделы при следующем сочетании операций:

1. Первая операция более продолжительная, чем вторая, и обе начинаются с начала периода (рис. 4.5).

2. Первая операция менее продолжительная, чем вторая, и обе заканчиваются в конце периода (рис. 4.6).

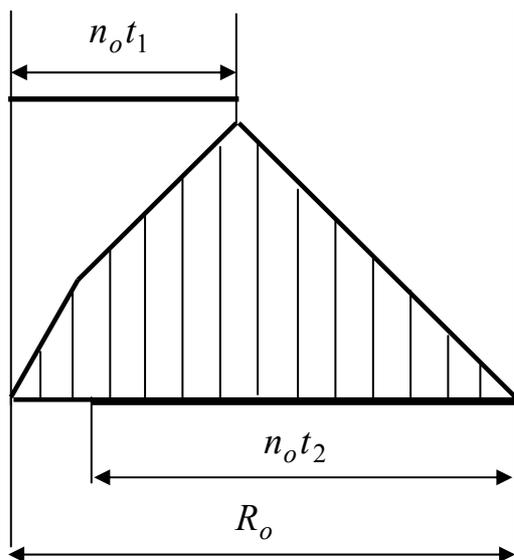


Рис. 4.4. Схема формирования задела при частичном совмещении операций

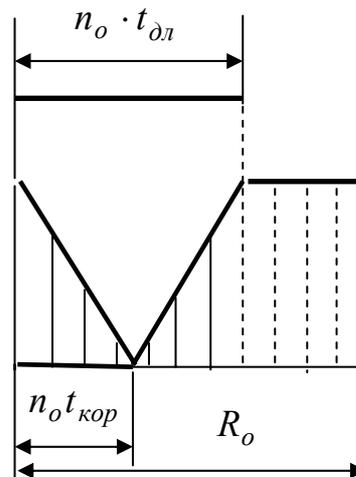


Рис. 4.5. Схема формирования задела при $P_k < P_{k+1}$

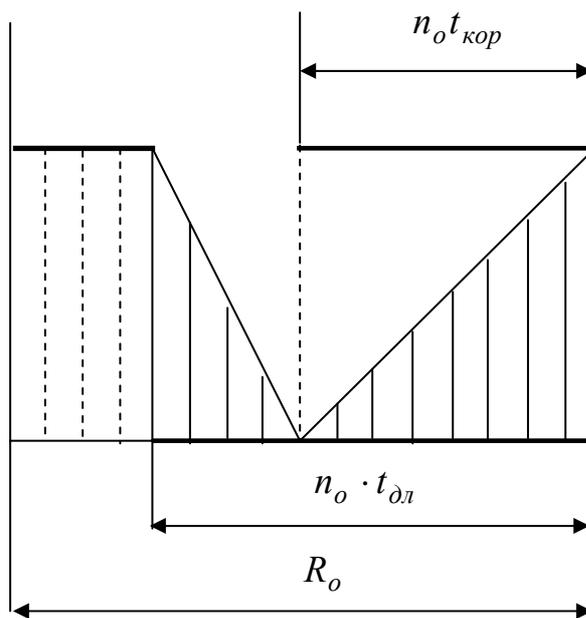


Рис. 4.6. Схема формирования задела при $P_k > P_{k+1}$

3. Первая операция заканчивается в конце периода, а вторая начинается в начале его (рис. 4.7).

Величина оборотных заделов непрерывно уменьшается от максимального значения до 0, а затем возрастает от 0 до максимального значения, т.к. более производительное оборудование периодически останавлива-

ется. Их значение зависит от производительности смежных операций и рассчитывается по формуле

$$Z_{об} = (P_k - P_{k+1}) \cdot T_n,$$

где P_k и P_{k+1} – часовая производительность станков на двух смежных операциях;

T_n – время работы станков, в течение которого производительность каждой из двух смежных операций остается постоянной.

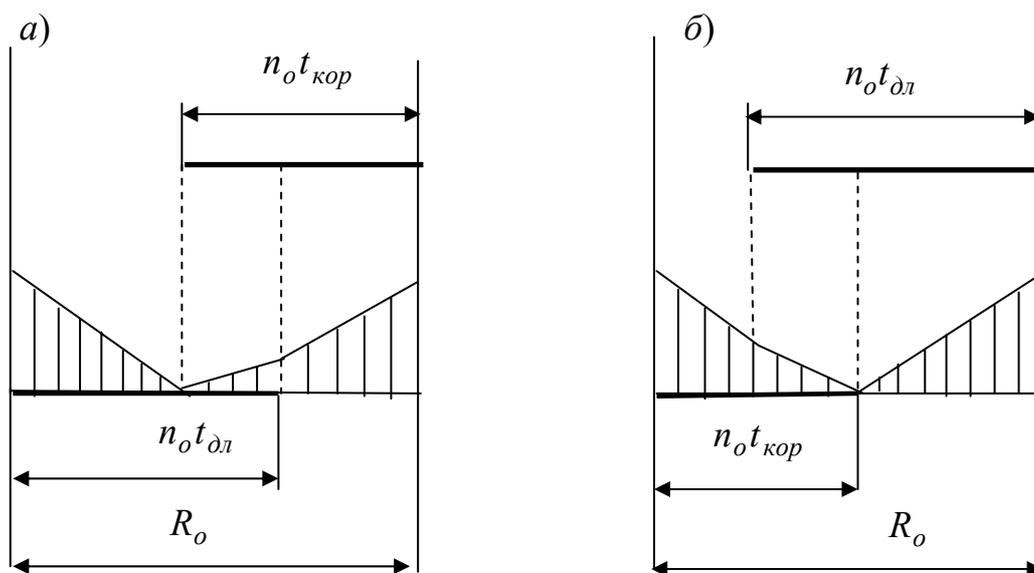


Рис. 4.7. Схема формирования задела при различных сочетаниях операций

Если на операции работает несколько параллельных станков, то

$$Z_{об} = (P_k \cdot C_k - P_{k+1} \cdot C_{k+1}) \cdot T_n$$

или

$$Z_{об} = T_n \cdot P_k \cdot C_k - T_n \cdot P_{k+1} \cdot C_{k+1},$$

где C_{k+1} и C_k – количество станков, параллельно работающих в течение T_n на соответствующих операциях.

Часовая производительность рассчитывается по формуле

$$P = \frac{60}{t_{шт}}.$$

Величина оборотных заделов рассчитывается для каждой двух смежных операций (1,2; 2,3; 3,4; ...).

Для определения оборотного задела перед первой операцией необходимо знать такт линии и интервалы подвозок заготовок:

$$Z_{об1} = \frac{T_3 \cdot 60}{r},$$

где T_3 – интервал подвозок заготовок в часах.

Если рассчитанная величина оборотного задела имеет знак «-», то это означает, что задел меняется от максимального к 0, и наоборот, знак «+» показывает, что задел меняется от 0 к максимальному.

Для нахождения общей величины оборотных заделов арифметически суммируются все значения заделов между операциями. Суммирование производится по максимальным значениям

$$Z_{об.линии} = \sum_{i=1}^m Z_{об_i}.$$

Величина оборотных заделов является основным мерилем для оценки рациональности построения того или иного организационного регламента прерывного потока. Чем меньше величина оборотных заделов, тем лучше организован поток. Величину оборотного задела можно уменьшить за счет следующих мероприятий.

1. Сокращение периода регламента или периодичности обслуживания.
2. Увеличение соотношения времени обработки на операциях. Чем больше $\frac{t_{кор}}{t_{ол}}$, тем меньше оборотный задел.
3. Размещение более производительных операций в начале обработки, а менее производительных – в конце (или наоборот).
4. Доведение до минимума количества сочетаний таких операций, которые требуют создания оборотных заделов на начало смены. Необходимо стремиться размещать операции ступенями слева направо, в этом случае заделов на начало периода не будет.

4.2.6. Транспортные средства поточных линий

Транспортные устройства наравне с металлорежущим оборудованием являются составной, неотъемлемой частью оснащения поточных линий. Они существенно влияют и на степень использования оборудования, и на производительность всей линии. Их отсутствие или использование малоэффективных транспортных устройств может в несколько раз снизить производительность станков поточной линии. Межоперационные транспортные устройства позволяют:

- регламентировать движение изделий на линии;
- значительно улучшить и облегчить условия работы, благодаря уменьшению количества движений рабочего снизить его утомляемость.

Межоперационные транспортные устройства, сокращая до минимума вспомогательное время операции, обеспечивают наилучшее использо-

вание оборудования, сводят к минимальным потери, связанные с подноской и установкой деталей на станок.

Межоперационные транспортные устройства должны обеспечить:

а) надежную бесперебойную передачу деталей от станка к станку;

б) возможность размещения на них деталей, накапливающихся перед станком в период остановки станка на подналадку;

в) быструю и легкую передачу деталей от станка к станку.

Ввиду того, что трудоемкость транспортных и погрузочно-разгрузочных работ на машиностроительных заводах составляет от 25 до 40 % общей трудоемкости, необходимо проводить механизацию и автоматизацию транспортных работ.

Рекомендации по рационализации транспортных работ:

1. Материалы, заготовки и детали должны находиться хотя бы примерно на одном уровне, как во время обработки, сборки, контроля, так и в процессе транспортировки.

2. Детали после очередной операции должны сразу попадать в тару, механически или автоматически, и подаваться на следующую операцию или склад с помощью механизированного транспорта.

3. Следует избегать транспортных работ, не предусмотренных технологическими требованиями; уменьшать количество загрузок, разгрузок и перевозок, выполнять эти операции с помощью механизмов и, по возможности, совмещать их с технологическими операциями.

4. Транспортировать материалы, требующие промежуточного перемещения или складирования, в стандартной таре или крупными партиями.

5. Принимать во внимание не только требования технологического процесса, но и рационального транспортирования и хранения.

6. Тщательно анализировать перемещение заготовок в перерывах между смежными операциями.

7. Экономить площадь пола, применяя по возможности подвесные транспортные устройства.

8. В первую очередь механизировать подъемно-транспортные работы, связанные с перемещением массовых и тяжелых грузов на значительные расстояния.

Выбор транспортных средств производится на основе количества, габаритов, веса изготавливаемых изделий, характера операций, такта линии, характера зданий и др. Необходимо предусмотреть, помимо транспорта для передачи деталей с операции на операцию, транспорт, обслуживающий линию, т.е. для перемещения к линии и от линии материалов, заготовок, деталей, готовых изделий, стружки и других отходов.

Транспортные средства, применяемые в поточном производстве, можно разделить на группы:

- приводные средства непрерывного транспорта;
- бесприводные средства непрерывного транспорта;
- оборудование периодического действия.

Представителем приводных средств непрерывного транспорта являются конвейеры.

Конвейер – вид транспорта, который играет организационную роль в потоке, т.е. регламентирует ритм или распределяет работу между параллельными рабочими местами.

В качестве конвейеров используются напольные рельсовые, тележечные, пластинчатые, цепные и различные ленточные транспортеры, а также подвесные, большей частью цепные транспортеры, несущие крюки, корзины, клещи и т.п.

Конвейеры – это удобные и высокопроизводительные транспортные средства. Применение конвейеров дает более рациональную организацию рабочих мест, облегчает труд, повышает производительность труда рабочих. Наличие конвейера в поточном производстве обычно служит показателем высокого уровня его организации.

Однако следует иметь в виду, что конвейер – это наиболее сложные и дорогие транспортные средства. Недостатком конвейеров является то, что они требуют большой площади (исключая подвесные конвейеры) и трудно переналаживаемы. Поэтому применяются конвейеры на поточных линиях с массовым выпуском продукции, где затраты могут окупиться за счет эффекта от их внедрения.

В зависимости от своего назначения применяемые в поточном производстве конвейеры могут быть транспортными, рабочими и распределительными.

Транспортные конвейеры предназначены для межоперационного перемещения объектов производства. Для выполнения операции изделия снимают с конвейера, а после операции возвращают обратно. Используются транспортные конвейеры в потоках со свободным ритмом.

Рабочим конвейером является такой конвейер, который осуществляет перемещение изготавливаемых объектов, обеспечивает регламентированный ритм и служит местом выполнения операции. Как правило, рабочие конвейеры используются в непрерывно-поточных линиях с регламентированным ритмом. Рабочие конвейеры имеют либо непрерывное, либо пульсирующее движение.

Распределительным конвейером является такой конвейер, с помощью которого не только осуществляется регламентированное перемеще-

ние предметов в соответствии с установленным ритмом работы, но и обеспечивается распределение общего количества транспортируемых предметов по стационарным рабочим местам, на которых выполняется одна и та же операция.

Распределительные конвейеры предназначены для непрерывно-поточных линий с параллельными рабочими местами на отдельных операциях.

С помощью распределительного конвейера осуществляется взаимная связь параллельных рабочих мест, на которых выполняется одна операция. Используются конвейеры при механической обработке деталей, на сборке мелких изделий. Технологические операции выполняются не на конвейере, а на соответствующих рабочих местах.

Бесприводные средства непрерывного транспорта. К ним относятся средства транспорта, основанные на гравитационном принципе, при котором используется сила тяжести: рольганги, используемые для транспортировки крупных и тяжелых изделий, склизы, спуски, скаты, желоба и т.п. в комбинации с рольгангами часто применяются поворотные приспособления и простые подъемники.

Транспортные средства данного типа наименее совершенны по сравнению с другими, но обладают большими достоинствами. Они просты, дешевы, компактны, требуют минимальных затрат на обслуживание, легко перемещаемы при перестройке потока. Сейчас расширились перспективы эффективного применения желобов с подводом к ним сжатого воздуха. Изделия на таком лотке скользят при угле наклона в 1° .

Наиболее распространенными являются рольганги.

Рольганги обычно применяются на непрерывно-поточных и переменнo-поточных линиях. Существуют однорядные рольганги (для однопредметных линий), а также двух- и трехрядные (для многопредметных линий).

Второй или средний ряд служит для передачи деталей через несколько станков, назад, в обгон. Рольганги бывают не только прямолинейными, но и с разветвлениями, стрелками, закруглениями.

В местах, где требуется проход, делают подъемный мостик. Детали, имеющие плоские поверхности (корпусные детали, плиты, крышки и др.), передвигаются по рольгангу без подставок, мелкие детали – в таре. Располагаются рольганги обычно на высоте около 800 мм от пола.

Таковыми же эффективными межоперационными транспортными средствами являются склизы и лотки. Они применяются для деталей типа длинных валов и некруглых стержней. Как и рольганги, склизы располагаются вдоль прохода между станками поточной линии.

Транспорт периодического действия может быть, в свою очередь, подразделен на две группы.

К одной относятся грузоподъемные машины – мостовые, консольные и другие краны, подвесные монорельсовые пути с тельферами.

Другую группу составляет наземное транспортное оборудование: электро- и автокары, а также ручные тележки и передвижные стеллажи.

Краны обычно применяются для транспортировки крупных и тяжелых деталей. Средства этой группы менее производительны, чем конвейеры, но более универсальны, не занимают производственной площади и могут использоваться не только для обслуживания потока, но и для других нужд.

4.2.7. Планировка поточных линий

Планировка линий оказывает существенное влияние на станкостроительную и трудоемкость обработки деталей, т.е. на производительность оборудования поточной линии. От выбора планировки зависит количество рабочих-станочников, размещение подъемно-транспортного оборудования и конструкция приспособлений.

При планировке поточных линий необходимо предусмотреть размещение следующих элементов:

- собственно линии;
- рабочих мест;
- оборудования;
- заделов;
- кладовых;
- служебных и бытовых помещений.

При проектировании планировки необходимо обеспечить:

- непосредственную близость конечных пунктов линии к сборке, а линии узловой сборки – к общей сборке;
- условия для удобной транспортировки материалов и деталей к рабочим местам;
- удобные подходы к рабочим местам для их обслуживания и ремонта;
- достаточные площади и устройства для требуемых запасов материалов и деталей.

Необходимо предусмотреть рабочие места для регулировочных и контрольных операций, а также для ремонта оборудования; обеспечить возможность подвода к оборудованию смазки, охлаждающей жидкости, удаления стружки и поддержания чистоты.

Оборудование следует располагать по ходу технологического процесса. Черновые операции должны располагаться в начале линии и примыкать к проезду для подвоза заготовок. Необходимо заметить, что если черновые линии находятся в начале линии, то от них легче убирать стружку.

Разделение точных операций и черновых необходимо. Это связано с выделением на черновых операциях большого количества стружки, пыли, которые отрицательно сказываются на чистовых операциях. Станки можно располагать вдоль фронта линии, поперек, под углом в зависимости от типа станков и удобства их обслуживания.

Детали должны быть расположены на уровне рук рабочего, недопустимо поднимать их с пола.

Расположение станков может быть не только прямолинейным. Иногда отказ от прямолинейности расположения создает большие удобства, что особенно важно для многостаночного обслуживания.

Совершенно недостаточно расставить станки в порядке операций. Необходимо тщательно продумать каждое движение рабочего, создать все удобства для работы, предупредить и ликвидировать утомляемость, обеспечить нужную механизацию, удобную подачу деталей.

Расстояния между станками не должно быть излишним, но должно обеспечивать проходы для соблюдения правил техники безопасности.

В среднем для механических цехов поточного производства площадь на один станок составляет 10 – 14 м². Конфигурация линии может быть самой разнообразной: прямолинейной, Г-образной, П-образной, Ш-образной, зигзагообразной, круговой, криволинейной и др.

На выбор конфигурации влияют:

- площадь участка, предназначенного для размещения станков;
- тип, размеры и количество технологического оборудования;
- тип и конструкция транспортных устройств;
- условия подачи заготовок, выхода продукции и уборки отходов;
- сетка колонн;
- расположение вентиляционных каналов;
- система подвода всех видов энергии.

В зависимости от количества объединяемых рабочих мест, длины пролета, а также количества оборудования, занятого на отдельных операциях, линии выполняются как однорядные, так и двухрядные.

Однорядная поточная линия представлена на рис. 4.8.

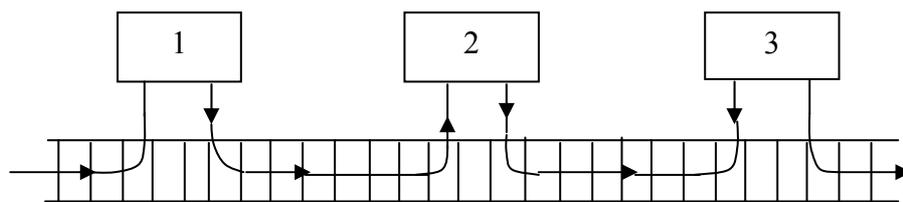


Рис. 4.8. Схема движения изделий на однорядных поточных линиях

Такая линия удобна для монтажа оборудования, имеет легкую подачу заготовок, вывоз готовой продукции и уборку отходов, рабочее место достаточно просто сочетается с конвейером.

Двухрядные поточные линии представлены на рис. 4.9.

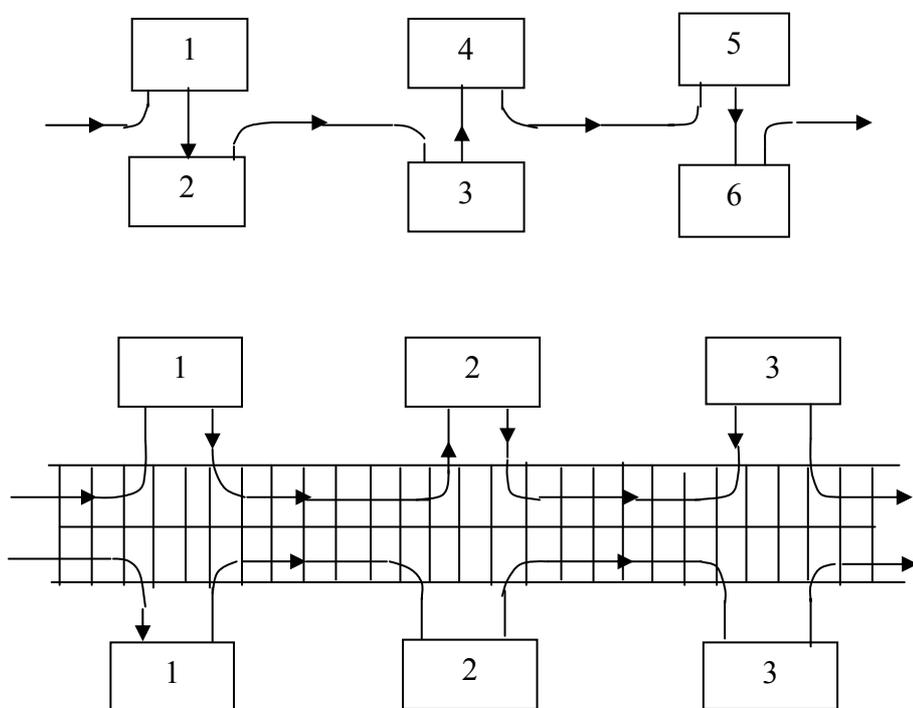


Рис. 4.9. Схема движения изделий на двухрядной поточной линии

Применяются чаще всего при наличии нескольких рабочих мест на одной операции и незначительной длине пролета.

Как в односторонних, так и в двухсторонних поточных линиях возможны различные варианты размещения оборудования относительно межоперационных транспортных средств (рис. 4.10, 4.11, 4.12).

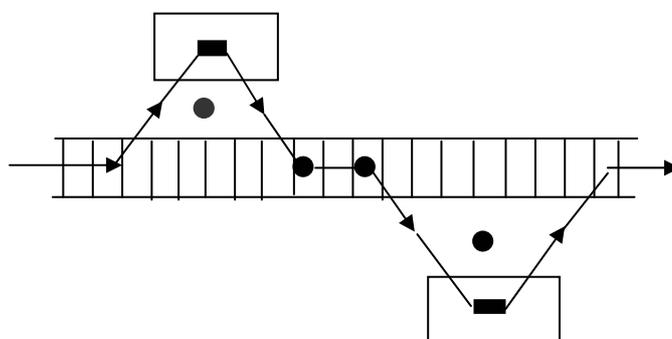


Рис. 4.10. Параллельное размещение рабочих мест относительно транспортных средств

Вариант, приведенный на рис. 4.10, распространен и удобен. При таком расположении станков и транспортного устройства рабочий, чтобы положить деталь, делает очень мало движений (пол-оборота вправо).

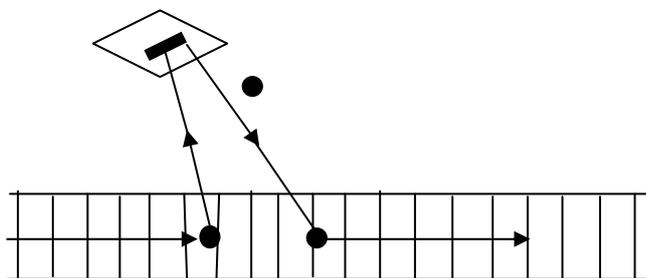


Рис. 4.11. Расположение рабочего места относительно транспорта по углам

Для возврата детали на рольганг рабочему нужно сделать полшага к рольгангу, т.е. выполнить одно дополнительное движение.

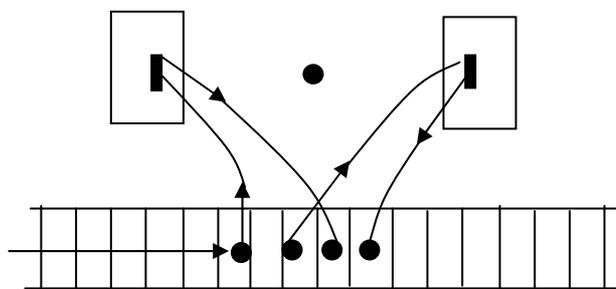


Рис. 4.12. Торцовое расположение оборудования относительно транспортных устройств

При торцовом размещении оборудования относительно транспортных устройств рабочее место удалено от них на 2000 – 2300 мм вместо 700 – 800 мм. Рабочий должен делать несколько шагов вперед и назад, чтобы взять деталь и положить ее обратно. Это увеличивает число движений рабочего и увеличивает время, затрачиваемое на установку и сьем детали.

4.2.8. Особенности организации работы некоторых типов поточных линий

Непрерывно-поточные линии с рабочими конвейерами организуются главным образом для сборки и отделки средних и крупных изделий при больших программах.

Изделия на конвейере устанавливаются на равных расстояниях друг от друга и закрепляются. В зависимости от конструкции изделий, их габаритов, веса и конструкции конвейера для установки и крепления изделий служат тележки, сборочные кондукторы и др. Расстояние между этими элементами называется шагом конвейера (l_o). Минимальная длина деления равна 1,0 – 1,2 м; если изделие большое, то l_o определяется его величиной и величиной ми-

нимального зазора между соседними изделиями. Максимальная величина l_o лимитируется допустимой скоростью движения конвейера.

Скорость движения конвейера должна быть связана с тактом линии, т.е. за такт конвейер должен передвинуться на шаг

$$U = \frac{l_o}{r_{зан}}, \text{ м/мин.}$$

Кроме этого, необходимо, чтобы скорость конвейера обеспечивала удобство выполнения операций. В связи с этими фактами скорость конвейера выбирается в пределах 0,1 – 2 м/мин.

Для сборки небольших изделий наиболее удобны скорости 0,1 – 0,5 м/мин. Изменяя длину l_o в допустимых пределах или увеличивая такт линии путем создания параллельных конвейеров, можно достигнуть необходимой скорости конвейера.

Для каждой операции на конвейере отводится рабочая зона. Границы зоны лучше отметить какими-либо знаками. Величина рабочей зоны равна столько шагов, сколько тактов длится операция; если длительность операции равна одному такту, то длина рабочей зоны равна шагу конвейера.

Длина рабочей зоны определяется по формуле

$$L_{i(\text{норм.})} = \frac{l_o \cdot t_i}{r_{зан}},$$

где t_i – нормальная продолжительность i – той операции.

Так как продолжительность операции колеблется около своего среднего значения, то, чтобы использовать это среднее значение, а не максимальное (максимальное значение продолжительности операции применять не целесообразно, т.к. это приводит к понижению производительности труда), на рабочих местах организуются резервные зоны

$$L_{i(\text{рез.})} = l_o \cdot \Delta i,$$

где Δi – число резервных шагов.

$$L_{\text{общ.}i} = L_{i(\text{норм.})} + L_{i(\text{рез.})} = l_o (C_i + \Delta i).$$

Для определения Δi необходимо знать интервал колебаний фактической продолжительности от $t_{i(\text{max})}$ до $t_{i(\text{min})}$.

Резервные зоны лучше выделять определенными знаками.

Рабочий при выполнении операции перемещается вместе с конвейером вдоль своей зоны, возвращаясь после окончания операции в исходное место. Каждый рабочий должен выполнить свою операцию в строго заданное время, т.е. не выходя за свою рабочую зону. Отдых должен осуществляться во время регламентированных перерывов. На линии создается штат запасных рабочих (2 – 3 %) для экстренных случаев.

При наличии на операции параллельных рабочих мест в зоне ее выполнения в любой момент будут находиться несколько рабочих. Ввиду того, что изделия поступают в зону данной операции через такт, рабочие будут начинать и заканчивать операции поочередно тоже со сдвигом в один такт.

Непрерывно-поточные линии с распределительным конвейером. Линии такого типа организуются главным образом для обработки, отделки и сборки мелких деталей при больших величинах программных заданий. Изделия располагаются на конвейере на равном расстоянии друг от друга на специально отведенных местах. Расстояние между изделиями, как и для рабочего конвейера, называется длиной деления или шагом конвейера l_o . Величина шага определяется либо габаритами изделия и зазорами между изделиями, либо габаритами рабочих мест и расстоянием между ними. Скорость конвейера строго соответствует такту, т.е. путь, равный шагу, конвейер проходит за такт. Рациональные значения скоростей конвейера лежат в пределах $0,2 \div 0,5$ м/мин. Необходимую скорость движения конвейера можно получить, изменяя величину такта и шага конвейера.

В настоящее время применяются распределительные конвейеры двух видов: с автоматическим распределением и с распределением при помощи разметочных знаков.

На конвейерах с автоматическим распределением рабочие освобождаются от необходимости снимать поступающие детали или изделия и укладывать их обратно. Эта задача решается с помощью установленных у каждого рабочего места приемных и сдаточных устройств, заблокированных с движущимся конвейером. Непрерывно-поточная работа в этом случае основывается на определенном расположении изготавливаемых изделий на конвейере, надлежащей скорости конвейера, применении системы разметки конвейера и определенном порядке организации труда на линии.

Распределительные конвейеры с разметочными знаками применяются чаще. Назначение разметки – распределение движущихся изделий по рабочим местам и регламентирование ритма работы. Особое значение она приобретает при большом числе параллельных рабочих мест на операциях. Одним из способов разметки является установка на каждом делении конвейера флажка с порядковым номером. При большой длине конвейера номера могут периодически повторяться. Повторяющийся комплект номеров называется периодом конвейера. Номера периода распределяются и закрепляются за рабочими местами. Если на операции одно рабочее место, то за ним закрепляются все номера периода. Если на операции несколько рабочих мест, то чередующиеся номера периода распределяются между ними поровну при равной производительности рабочих, или пропорционально их индивидуальной выработке. При равномерном распределении номеров между рабочими период конвейера принимают как наименьшее

общее кратное из числа рабочих мест на всех операциях линии. При неравномерном распределении номеров это требование отпадает, но величина периода должна быть достаточно большой для удобства распределения номеров в разных пропорциях в зависимости от индивидуальной производительности. Т.к. на проектируемых линиях количество рабочих мест составляет 1, 2, 3, 4 и редко более, то наиболее удобным наименьшим общим кратным является 12, удобны также 24 и 36 как достаточно большие и кратные многим числам. По длине конвейера должно разместиться целое число периодов, т.е.

$$\frac{L}{L_k} = C,$$

где L_k – длина комплекта конвейера; L – длина конвейера; C – любое целое число.

Выбрав период конвейера, составляют вариант распределения номеров по операциям (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Распределение разметочных знаков по рабочим местам конвейера

№ операции	Рабочие	Число номеров	Закреплены номера
1	1	6	1 3 5 7 9 11
	2	6	2 4 6 8 10 12
2	1	3	1 5 9
	2	5	2 4 7 10 12
	3	4	3 6 8 11

Движущиеся по конвейеру изделия с флажками адресуются определенному рабочему. При подходе деления конвейера с закрепленным за ним номером рабочий снимает поступившее с предыдущей операции изделие, положив взамен обработанное, которое переместится в зону следующей операции, где его возьмет рабочий, за которым закреплен этот же номер.

При большом количестве участков для облегчения пользования значительным числом закрепленных за каждым рабочим номеров применяется окраска участков в различные цвета или использование разных опознавательных знаков, изображенных на ленте.

Чтобы случайные задержки во времени не привели к нарушению порядка, на каждом рабочем месте следует иметь небольшой задел обработанных (по данной операции) изделий. Операторы к концу смены обязаны сдать сменщикам рабочее место с нормально укомплектованным заделом.

Прямоточные линии. Особенности прямоточного производства сводятся к следующему:

– планомерная работа линии обеспечивается межоперационными обратными заделами;

– рабочие, занятые на недогруженных рабочих местах, выполняют две и более операции;

– ритмичность работы линии соблюдается благодаря твердой периодичности обхода рабочими своих рабочих мест и выполнению заданий по всему фронту в течение отрезка времени, равного периоду оборота T_o .

Наиболее часто к прямотоку прибегают при технологических процессах механической обработки, особенно при небольших программах и при невозможности полной синхронизации операций.

Все расчеты производятся так же, как и для непрерывно-поточных линии:

$$r_{зан} = \frac{F_{д.об.}}{N_{зан}}.$$

Определение количества рабочих мест осуществляется по формуле

$$C_p = \frac{t_{шт}}{r_{зан}}.$$

При расчете количество рабочих мест получается дробным, и увеличение их до целого вызывает недогрузку. При проектировании и организации работы прямоточных линий, как правило, принимаются все меры для полной загрузки рабочих, а простои оборудования допускаются. Однако такое решение правильное лишь в случае, когда на недогруженных рабочих местах используется недорогое и недефицитное оборудование.

Коэффициент загрузки рабочего места рассчитывается по формуле

$$\eta_z = \frac{C_p}{C_{пр}}$$

Средняя загрузка линии по универсальному оборудованию не должна быть ниже 85 %. В противном случае необходимо осуществить дополнительную загрузку линии одной или несколькими деталями.

Для установления режима работы линии необходимо выбрать период обслуживания. После выбора периода обслуживания определяется коэффициент загрузки недогруженного рабочего места и время его работы в течение принятого периода обслуживания. Этот коэффициент равен числу, стоящему после запятой в $C_{рас}$.

Время работы недогруженного рабочего места на протяжении периода обслуживания определяется по формуле

$$t_{нед} = \frac{T_o \cdot \kappa_{нед}}{100}, \%,$$

где T_o – период обслуживания прямоточной линии, в час.; $\kappa_{нед}$ – коэффициент загрузки недогруженного рабочего места, в %.

На основании установленного числа рабочих мест, режима их работы и нормы обслуживания на операциях определяется требуемое количество рабочих на линии. Для прерывно-поточной линии характерно совмещение рабочими ряда профессий. Рабочим, работающим на недогруженных рабочих местах, поручается последовательное выполнение двух и более коротких операций. При этом за период обслуживания рабочий обязан обеспечить обработку заданного количества изделий на каждой из операций. Период обслуживания можно считать ритмом прерывно-поточной линии. С целью обеспечения подбора нагрузки для рабочих-совместителей важно, чтобы сумма норм времени двух или более операций была равна или кратна такту.

Организация и режим работы прерывно-поточной линии регламентируется стандарт-планом, составляемым на период обслуживания, в течение которого обеспечивается ритмичный выпуск с линии одинакового количества изделий. Пример расчета приведен в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Расчет параметров прерывно-поточной линии

№ п/п	Наименование операции	$t_{um}(\text{min})$	Кол-во рабочих мест		$t_{нед}(\text{час})$	Период обслуживания (часы)						
			C_p	C_{np}		1	2	3	4	5	6	7
1	"-	1,0	2	2	-							
2	"-	0,1	0,2	1	1,4							
3	"-	0,1	0,2	1	1,4							
4	"-	0,3	0,6	1	4,2							
5	"-	1,2	2,4	3	2,8							
6	"-	0,175	0,35	1	2,4							
7	"-	0,125	0,25	1	1,8							

4.3. Особенности организации многопредметных поточных линий

Признаки поточного производства и требования, предъявляемые к поточным линиям, в наибольшей степени выполнимы в условиях массового производства. Однако богатый опыт предприятий показал, что, применяя научно-обоснованные методы в области конструирования объектов, технологии и организации производства, можно внедрять поточные методы не только в массовом, но и в серийном производстве. Внедрение поточных методов в серийное производство связано с применением группового метода обработки и типизацией технологических процессов.

Для серийного производства в машиностроении наиболее характерны групповые и переменнo-поточные (последовательно-партионные) линии.

Групповой называют многопредметную линию, на которой технологически родственные изделия обрабатываются без переналадок оборудования. Каждое рабочее место оборудуется групповыми приспособлениями, необходимыми для обработки изделий, закрепленных за линией. Изделия передаются от станка к станку поштучно или партиями. Станки размещаются по ходу выполнения операций технологического процесса. Подбор изделий (деталей) для закрепления за групповой линией должен обеспечивать единство технологического маршрута и возможность синхронизации операций.

Переменно-поточные линии характеризуются следующими особенностями:

- на таких линиях попеременно собираются или обрабатываются различные наименования изделий или деталей;
- за каждым рабочим местом закрепляется несколько технологических операций;
- на обрабатывающих переменнo-поточных линиях партии деталей запускаются в производство поочередно, через строго определенный период времени;
- эти линии периодически переналаживаются с обработки деталей одного наименования на другое.

В каждый данный период на линии изготавливают изделия только одного наименования.

В основе организации и расчета многопредметных линий лежат общие принципы организации поточного производства с учетом специфики, обусловленной серийностью производства. При подборе номенклатуры деталей необходимо стремиться к тому, чтобы она обеспечивала наибольшую непрерывность производства, единство применяемого оборудования и оснастки, а также высокую степень их использования. Для решения такой задачи необходимо произвести конструктивно-технологическую классификацию изделий с учетом требований, предъявляемых к технологии различными формами поточного производства, а именно: возможность бо-

лее полного совпадения технологических маршрутов обработки всех закрепляемых за линией изделий; возможность синхронизации операций техпроцесса; обеспечение полной загрузки оборудования. Нужно стремиться к тому, чтобы однородные операции для всех деталей выполнялись на станках одинаковых моделей. Это создает условия для высокой загрузки оборудования поточной линии и для организации работы по групповому методу на каждом рабочем месте.

При закреплении за линией изделий с одинаковой трудоемкостью их обработка будет вестись с единым тактом, при расчете которого должны быть учтены только потери времени на переналадку, т.е.

$$r_{зан.} = F_{д.л.} (1 - \eta) / \sum_{i=1}^n N_{зан.i},$$

где $F_{д.л.}$ – действительный фонд времени работы линии в планируемом периоде; η – допустимый коэффициент потерь времени на переналадку линии (0,02 ÷ 0,09); n – число наименований изделий, закрепленных за линией; $N_{зан.i}$ – программа запуска i – того изделия на этот период.

Если закрепленные за линией изделия имеют различную трудоемкость, то обработка их с единым тактом невозможна. В этих случаях целесообразнее вести обработку деталей на линии с различными, частными для каждого изделия тактами.

Частный такт может быть рассчитан различными способами, наиболее распространенным среди них является распределение общего действительного фонда времени работы линии по объектам обработки пропорционально трудоемкости программных заданий.

$$\Phi_a = F_{д.л.} (1 - \eta) \cdot N_{зан.a} \tau_a / \sum_{i=1}^n N_i \tau_i,$$

где $N_{зан.a}$ – программа запуска a ; τ_a – трудоемкость обработки изделия a .

Тогда частный такт обработки изделия одного наименования

$$r_{зан.a} = \frac{\Phi_a}{N_a}.$$

Требования к пространственной планировке многопредметных линий аналогичны требованиям к планировке однопредметных поточных линий.

Оперативно-календарное планирование на многопредметных линиях предусматривает: разработку графика изготовления всех закрепленных за линией изделий с определением размера партий, периодичности и очередности запуска; установление необходимой величины заделов, составление графиков переналадки линии с учетом минимальных потерь времени и полной загрузки наладчиков.

4.4. Организация автоматизированного производства

Развитие поточного производства идет по пути автоматизации процессов.

Комплексно-механизированное и автоматизированное поточное производство – это система машин, оборудования, транспортных средств, обеспечивающая строго согласованное во времени выполнение всех стадий изготовления изделий, начиная от получения исходных заготовок и кончая контролем готового изделия и выпуска продукции через равные промежутки времени. Конечное свое выражение процесс автоматизации производства находит в создании автоматических линий, цехов и заводов-автоматов.

Автоматическая поточная линия (АПЛ) – это система согласованно работающих и автоматически управляемых машин, расположенных по ходу технологического процесса, транспортных и контрольных механизмов, выполняющих весь цикл операций по обработке, контролю и перемещению деталей. Автоматические станочные линии зависят от вида исходных материалов (заготовок), габаритов, массы и технологической сложности изготавливаемых изделий.

Такт (ритм) автоматической линии (r) определяется по формуле

$$r = t_o + t_g + t_{mp},$$

где t_o – основное время; t_g – вспомогательное время (на установку, закрепление и снятие изделия); t_{mp} – время транспортировки изделия (детали) с одной позиции на другую.

Широкое применение в практике нашли роторные машины и роторные автоматические линии (АРЛ). Ротор представляет собой барабан, на периферии которого на разном расстоянии друг от друга расположены рабочие инструменты (смонтированные в быстросъемных блоках) и рабочие органы, сообщающие инструментам перемещения в процессе вращения ротора. Главное преимущество АРЛ – высокая производительность, безотказность, возможность получения синхронного процесса, непрерывность транспортного движения, быстросъемность инструментальных блоков. Роторные линии отличаются также определенной гибкостью. Они позволяют автоматизировать обработку некоторых однотипных деталей и получать высокие технико-экономические показатели. На автоматических роторных линиях выполняются операции холодной и горячей штамповки, прессования из металлопорошков, обработки пластмасс, точного литья, токарной обработки, нанесения покрытий, сборки и упаковки, контроля форм и размеров изделий.

Прогрессивная область техники – робототехника. Основным видом применяемой робототехники является робот. Робот – это механизм, предназначенный для выполнения, главным образом, вспомогательных операций производственного процесса (установка, снятие, манипуляция предметом, кантовка, поворот, контроль и др.), осуществляемых автоматически по заданной программе и траектории движения исполнительных механизмов без участия человека. Применение роботов в машиностроении обусловлено тем, что на предприятиях большинство действий рабочих движений по изготовлению изделий носит чисто манипуляционный характер, не требующий затрат умственного труда. Промышленные роботы имеют перед человеком преимущество в скорости и точности выполнения однообразных операций; манипулятор может осуществлять такие движения, которые человек не может выполнять физически.

Роботы успешно заменяют человека на химических предприятиях, где приходится иметь дело с вредными химическими или радиоактивными веществами, в кузнечных цехах для работы с раскаленными и тяжелыми заготовками и в других случаях.

Достоинством роботов является их широкая универсальность и гибкость при переходе на выполнение других операций. Однако нужно помнить, что при выполнении вспомогательных операций, где приходится чередовать механический труд с умственным, применение роботов неэффективно, так как для таких операций пришлось бы использовать сложные дорогостоящие и малонадежные устройства.

Разнообразие производственных процессов определяют различные типы роботизированных технологических комплексов (РТК). Простейшим типом РТК является роботизированная технологическая ячейка (РТЯ), в которой выполняется небольшое количество технологических операций. РТЯ лежит в основе более крупных роботизированных комплексов: роботизированного технологического участка (РТУ), роботизированной технологической линии (РТЛ). РТК может быть представлен в виде цеха, состоящего из нескольких РТУ, автоматизированных складов и транспортных промышленных роботов. Высшей формой развития роботизированного производства является роботизированный завод.

В результате внедрения роботов меняется организация управления технологическими процессами, ликвидируются ручные операции, сокращаются межоперационные запасы предметов труда, повышается производительность труда и качество продукции.

Важным направлением внедрения достижений научно-технического прогресса является создание гибких производственных систем (ГПС).

ГПС в соответствии с государственным стандартом представляет собой совокупность в разных сочетаниях оборудования с числовым про-

граммным управлением, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающих свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры, в установленных пределах значений их характеристик.

Гибкие производственные системы применяются в различных типах производства и различаются по характеру выпускаемой продукции и видам выполняемых работ, по количеству агрегатов, объединенных в систему, по степени автоматизации отдельных элементов и всей системы в целом, уровню организационной структуры и др.

По организационным признакам различают следующие виды ГПС:

- гибкая автоматизированная линия (ГАЛ) – гибкая производственная система, функционирующая по технологическому маршруту, в котором предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования;

- гибкий автоматизированный цех (ГАЦ) – гибкая производственная система, представляющая собой в различных сочетаниях совокупность гибких автоматизированных и роботизированных технологических участков для изготовления изделий заданной номенклатуры;

- система обеспечения функционирования технологического оборудования ГПС – совокупность взаимосвязанных автоматизированных систем, обеспечивающих проектирование изделий, технологическую подготовку их производства, управление гибкой производственной системой при помощи ЭВМ и автоматическое перемещение предметов производства и технологической оснастки.

Составными частями ГПС являются подсистемы:

- технологическая;

- транспортно-накопительная;

- инструментального обслуживания;

- автоматизированного управления с помощью ЭВМ.

Кроме того, ГПС может включать в себя: системы автоматизированного контроля (САК); автоматизированную систему удаления отходов (АСУО); автоматизированную систему научных исследований (АСНИ), систему автоматизированного проектирования (САПР); автоматизированную систему технологической подготовки производства (АСТПП) и др.

Обязательным требованием при проектировании ГПС является обеспечение блочно-модульного принципа. Гибкий производственный модель (ГПМ) – это автономно функционирующая единица технологического оборудования. Основными характеристиками ГПМ являются: способность

работать некоторое время автономно, без участия человека; автоматическое выполнение всех основных и вспомогательных операций; гибкость, удовлетворяющая требованиям мелкосерийного производства; простота наладки, устранения отказов основного оборудования и систем управления и др. Одной из важнейших подсистем ГПС является автоматизированная система управления (АСУ).

АСУ – это комплекс технологических средств с ЭВМ, способных воспринимать информацию от автоматизированных систем предприятия – АСУП (календарные планы, графики), САР (чертежи), АСПЛ (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 поток обеспечивает выполнение всех основных и вспомогательных операций процесса обработки предметов:

- подачу заготовок и инструмента, установку их на станках;
- механическую обработку деталей;
- снятие готовых деталей и перемещение их на склад;
- замену инструмента и его перемещение;
- контроль обработки и состояния инструмента;
- уборку стружки и подачу смазочно-охлаждающей жидкости.

Информационный поток дает возможность определить:

- очередность, сроки и количество обрабатываемых изделий, предусмотренные планами работы ГПС;
- момент передачи программ обработки непосредственно к исполнительным органам станков.

Кроме того, на основе информационных потоков можно обеспечить:

- программу работы роботов, установочных и переналадочных механизмов;
- групповое управление станками, транспортно-накопительными механизмами, системой инструментального обслуживания.

Используя информационный поток, можно разработать программу обеспечения заготовками, инструментами, вспомогательными материалами, а также управления всем комплексом и учетом его работы.

Интеграция всех автоматизированных систем в рамках АСУП ведет к созданию гибкого автоматизированного производства (ГАП).

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 отличаются гибкостью, что позволяет обрабатывать с их помо-

щью широкий ассортимент деталей и осуществлять быструю смену объекта производства, что практически невозможно осуществить при применении автоматических линий.

От производств, оснащенных универсальным оборудованием и станками с ЧПУ, ГПС отличаются высокой производительностью оборудования и труда за счет одновременного выполнения многих операций процесса, используя одну установку обрабатываемого предмета. Кроме того, ГПС может работать в автоматическом режиме круглосуточно.

Важнейшим отличием ГПС от производств, построенных по традиционной технологии, является возможность их интеграции с автоматизированной системой технической подготовки производства (САПР, АСТПП), что позволяет 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 связана с социальным аспектом. При этом определяющими факторами экономии при замене универсальных станков является рост производительности оборудования и труда, высвобождение большого количества станочников. ГПС можно использовать в третьи смены и в выходные дни по безлюдной технологии.

При сравнении эффективности ГПС с автономными станками с ЧПУ определяющим фактором экономии является снижение затрат на переналадку при переходе к обработке других деталей.

Главный недостаток ГПС – большие затраты на их создание, приобретение, содержание и использование. Однако высокая производительность ГПС, возможность использования в безлюдные смены, экономия производственных площадей, сокращение незавершенного производства свидетельствуют об экономических преимуществах гибкого автоматизированного производства.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика поточного производства. Разновидности поточных линий.
2. Основы организации поточных линий.
3. Синхронизация операций технологического процесса обработки детали.

4. В чем заключается особенность расчета количества рабочих мест поточной линии?
5. Заделы в поточном производстве, их виды и характеристика.
6. Межоперационные оборотные заделы и их основные характеристики.
7. Общие характеристики применяемых в поточном производстве транспортных средств.
8. Виды конвейеров, их характеристики и назначение.
9. Особенности проектирования планировки поточных линий.
10. Непрерывно-поточные линии с рабочими конвейерами и их характеристика.
11. Непрерывно-поточные линии с распределительными конвейерами, особенности их функционирования.
12. Прямоточные линии и основные особенности организации их работы.
13. Многопредметные поточные линии, их характеристики и организация работы.
14. Автоматизированное производство и организация его работы.

Тематика исследований и рефератов

1. Сущность поточной организации производства, пути ее развития.
2. Классификация поточных линий.
3. Синхронизация операций технологического процесса, ее методы и приемы.
4. Организационная регламентация потока и ее варианты.
5. Заделы на поточных линиях и их разновидности.
6. Транспортные средства поточных линий и их характеристики.
7. Планировка поточной линии и основы ее проектирования.
8. Дайте понятие рабочего и распределительного конвейера.
9. Особенности определения количества рабочих мест поточной линии.
10. Организация гибких производственных систем.
11. Особенности организации и расчета многопредметных поточных линий.

Тестовые задания

1. Определить такт поточной линии:

$$\text{а) } \frac{N}{F_q}; \quad \text{б) } \frac{F_q}{N}; \quad \text{в) } \frac{N \cdot p}{F_q}; \quad \text{г) } \frac{F_q \cdot p}{N}.$$

2. Определить такт автоматической линии:

$$\text{а) } r = \frac{F_q}{N}; \quad \text{б) } r = t_o + t_e + t_{mp}; \quad \text{в) } r = t_o + t_e,$$

где t_o – время обработки изделия; t_e – время, необходимое для установки, закрепления и снятия детали; t_{mp} – время транспортировки изделия с одной позиции на другую.

3. Определить фактическую производительность автоматической линии:

$$\text{а) } q_{\phi} = \frac{N_u}{T_u}; \quad \text{б) } q_{\phi} = \frac{N_u}{T_u + t_{обс.м.} + t_{обс.о.}};$$

$$\text{в) } q_{\phi} = \frac{N_u}{T_u + t_{обс.м.}}; \quad \text{г) } q_{\phi} = \frac{N_u}{T_u + t_{обс.о.}},$$

где N_u – количество изделий, изготовленных за 1 цикл; T_u – время одного цикла; $t_{обс.м.}$ – время технического обслуживания; $t_{обс.о.}$ – время организационного обслуживания.

Задачи

Задача 4.1. На однопредметной прямоточной линии (ОППЛ) обрабатывается вал. Технологический процесс состоит из операций: токарной, сверлильной, фрезерной и шлифовальной. Длительность операций соответственно составляет, мин: $t_1 = 1,9$; $t_2 = 1,1$; $t_3 = 2,1$; $t_4 = 1,3$. Месячная программа – 12 600 шт. В месяце 21 рабочий день. Режим работы линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 часов. Период оборота линии – 0,5 смены. Брак на операциях отсутствует. Определите такт линии, число рабочих мест и их загрузку, число рабочих. Составьте график регламентации рабочих мест и рабочих на линии (постройте стандарт-план работы ОППЛ). Рассчитайте величину межоперационных оборотных заделов и постройте график их движения. Определите величину среднего оборотного задела на линии, длительность производственного цикла обработки партии деталей.

Решение.

1. Программа запуска за период оборота линии, равный 0,5 смены, составит

$$N_3 = 12600 / 21 \cdot 2 \cdot 2 = 150 \text{ шт.}$$

2. Такт ОППЛ определяется по формуле

$$r_{зан.} = F_3 / N_3 = 8 \cdot 0,5 \cdot 60 / 150 = 1,6 \text{ мин.}$$

3. Число рабочих мест рассчитывается по формуле

$$C_{pi} = t_i / r_3;$$

$$C_{pi} = 1,9 / 1,6 = 1,19.$$

Принимаем 2 рабочих места ($C_{npi} = 2$).

Аналогично производим расчеты по всем операциям, а результаты заносим в стандарт-план работы ОППЛ (рис. 4.13).

4. Коэффициент загрузки рабочих мест определяется по формуле

$$K_{zi} = C_{pi} / C_{npi};$$

$$K_{zi} = 1,19 / 2 = 0,6 \text{ и т.д.}$$

Аналогично проводятся расчеты по остальным операциям.

5. Составляется стандарт-план. Стандарт-план строится в виде таблицы (рис. 4.13), в которую заносят все операции технологического процесса и нормы времени их выполнения. Затем проставляется число рабочих мест по каждой операции (расчетное и принятое). Строится график работы оборудования на каждой операции в соответствии с его загрузкой. Рассчитывается необходимое число рабочих на каждой операции и строится график-регламент их труда на линии путем подбора работ (как это показано на втором, третьем, пятом и шестом рабочих местах). Определяется окончательная численность рабочих, работающих на линии; присваивают рабочим номера или в буквенные индексы и устанавливают порядок обслуживания рабочих мест.

6. Рассчитывается списочная численность рабочих для работы в две смены

$$\Phi_{cn} = \Phi_{я} \cdot S \cdot \kappa_{пер}$$

где $\Phi_{я}$ – явочная численность рабочих; S – сменность работы; $\kappa_{пер}$ – коэффициент перехода от явочной численности рабочих к станочной.

$$\Phi_{cn} = 4 \cdot 2 \cdot 1,1 = 9 \text{ чел.}$$

7. Расчет межоперационных оборотных заделов производится по стандарт-плану ОППЛ между каждой парой смежных операций по формуле

$$Z_{об} = (T_j \cdot C_j) / t_j - (T_{j+1} \cdot C_{j+1}) / t_{j+1},$$

где T_j – продолжительность j -того частного периода между смежными операциями при неизменном числе работающих единиц оборудования, мин; C_j и C_{j+1} – число единиц оборудования, работающих в течение частного периода T_j соответственно на j -той и $(j+1)$ -й операциях; t_j и t_{j+1} – нормы штучного времени соответственно на j -той и $(j+1)$ -й операциях технологического процесса, мин.

№ п/п	Опера-ция	t	Число рабочих мест		№ рабочих мест	Загрузка рабочих мест		Число рабочих на операции	Обозначение Рабочих мест	Порядок обслуживания рабочих мест	График работы оборудования и переходы рабочих за период оборота линии 0,5 смены (240 мин)								Выпуск изделий за $T = 240$
			C_p	C_{np}		%	мин				30	60	90	120	150	180	210	240	
1	Токарная	1,9	1,19	2	1 2	100 19	240 45	2	А Б	1 2+6									126 24
2	Свер-лильная	1,1	0,69	1	3	69	165	1	В	3+5									150
3	Фрезер-ная	2,1	1,31	2	4 5	100 31	240 74	2	Г Д										114 36
4	Шлифо-вальная	1,3	0,81	1	6	81	194	1	Е										150
Итого рабочих на линии								6	4										

Такт запуска в данном примере $r_3 = 1,6$.

Рис. 4.13. Стандарт-план работы ОППЛ

Этот расчет можно осуществлять в табличной форме (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Расчет межоперационных оборотных заделов

Частный период T_j	Длительность периода T_j , ч	Расчет заделов Z , шт.	Площадь эпюр
		Между операциями 1 и 2	
T_1	45,6	$Z'_{1-2} = (45,6 \cdot 2)/1,9 - (45,6 \cdot 1)/1,1 = +7$	1938
T_2	120	$Z''_{1-2} = (120 \cdot 2)/1,9 - (120 \cdot 1)/1,1 = -46$	2760
T_3	74,4	$Z'''_{1-2} = (74,4 \cdot 2)/1,9 - (74,4 \cdot 0)/1,1 = +39$	1450
		Итого:	6148
		Между операциями 2 и 3	
T_1	165,6	$Z'_{2-3} = (165,6 \cdot 2)/1,1 - (165,6 \cdot 1)/2,1 = +71$	5879
T_2	74,4	$Z''_{2-3} = (74,4 \cdot 0)/1,1 - (74,4 \cdot 2)/2,1 = -71$	2641
		Итого:	8520
		Между операциями 3 и 4	
T_1	45,6	$Z'_{3-4} = (45,6 \cdot 1)/2,1 - (45,6 \cdot 0)/1,3 = +22$	1140
T_2	120	$Z''_{3-4} = (120 \cdot 1)/2,1 - (120 \cdot 1)/1,3 = -36$	2160
T_3	74,4	$Z'''_{3-4} = (74,4 \cdot 2)/2,1 - (74,4 \cdot 1)/1,3 = +14$	521
		Итого:	3821
		Всего:	18489

8. Расчет площади эпюр оборотных заделов выполняется по рис. 4.14, а результаты записываются в табл. 4.4. Исходя из площадей эпюр оборотных заделов определяется средняя величина межоперационных оборотных заделов между каждой парой смежных операций и в целом по линии.

9. Среднюю величину межоперационного оборотного задела в целом по линии определяем по формуле

$$Z^{cp}_{об} = \sum_{i=1}^m S_i : T_{об} = 18489 : 240 = 77 \text{ шт.}$$

10. Величину незавершенного производства без учета затрат труда в предыдущих цехах рассчитываем по формуле

$$H = Z_{об} \left[\left(\sum_{j=1}^m t_j \right) / Z + t_{np} \right],$$

где t_{np} – суммарные затраты времени в предыдущих цехах.

Тогда $H = 77 \cdot (6,4/2 \cdot 60 + 0) = 4,1$ нормо – ч. .

11. Длительность производственного цикла определяется по формуле

$$t_{ц} = Z^{cp}_{об} \cdot r_{зан} = 77 \cdot 1,6 = 123,2 \text{ мин} = 2,05 \text{ часа} .$$

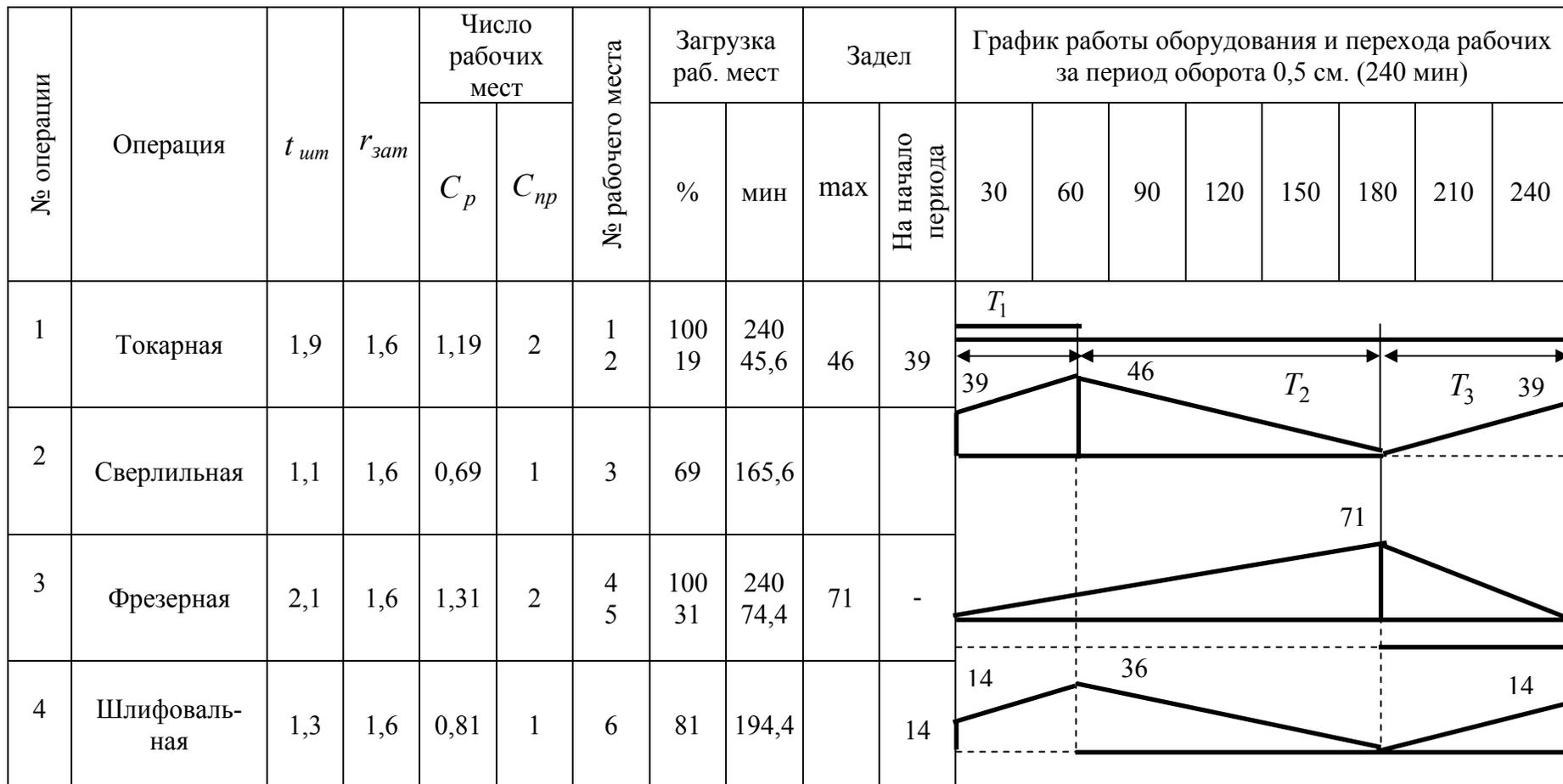


Рис. 4.14. График движения межоперационных оборотных заделов

Задача 4.2. Изделие собирают на рабочем конвейере. Сменная программа сборки – 100 шт., цех работает в две смены по 8 часов. Шаг конвейера – 2 м. Регламентированные перерывы составляют 20 минут в смену. Технологический процесс сборки:

№ операции	1	2	3	4	5	6
Норма времени, мин	8,0	5,5	14,2	3,7	12,5	6,4

Определить такт линии, рассчитать необходимое число рабочих мест на линии, определить основные параметры конвейера и продолжительность цикла сборки.

Задача 4.3. На линии с распределительным конвейером обрабатывается деталь. Шаг конвейера – 1 м, суточная программа для линии – 500 штук, линия работает в две смены по 8 часов, радиус натяжного и приводного барабанов 0,4 м. Технологический процесс обработки:

№ операции	1	2	3
Норма времени, мин	10,4	5,2	7,0

Определить такт линии, рассчитать необходимое число рабочих мест и их загрузку. Рассчитать основные параметры конвейера. Составить таблицу распределения разметочных знаков конвейера.

Задача 4.4. На прямоточной линии обрабатывается валик. Определить величину межоперационных оборотных заделов и построить график их движения. Период комплектования задела 2 часа. Линия работает с тактом 8 мин. Нормы времени по операциям следующие:

№ операции	1	2	3	4	5
Норма времени, мин	6	8	4	12	4

Задача 4.5. На поточной линии обрабатываются детали А. Суточные задания по вариантам представлены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Программа выпуска изделий за сутки

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Программа выпуска изделий, шт.	180	190	185	170	165	175	155	150	160	185

Линия работает в две смены, продолжительность смены – 8 часов. Регламентированные перерывы за смену – 20 минут. Нормы времени на выполнение операции приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Нормы времени по операциям, мин

Операция	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Норма времени, мин	6,4	5,4	8,2	6,7	8,5

Определить такт линии, число рабочих мест, количество рабочих и степень их занятости, основные параметры конвейера (скорость, длину, длительность цикла обработки деталей) при шаге конвейера 1,5 м. Рассчитать разметочные знаки конвейера и составить таблицу их распределения.

Задача 4.6. На рабочем конвейере собирается редуктор. Суточная программа по вариантам приведена в табл. 4.5. Режим работы – двухсменный, продолжительность смены – 8 часов. Нормы времени по операциям представлены в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Нормы времени по вариантам

Операции	1	2	3	4	5	6	7	8
Нормы времени, мин	2,3	7,2	2,8	2,6	5,0	7,0	6,5	5,1

Определить такт линии, темп, продолжительность цикла сборки. Рассчитать необходимое число рабочих мест на линии, длину, скорость конвейера.

Задача 4.7. Поточная линия работает в одну смену, продолжительность смены – 8 часов. Нормы времени на выполнение операций приведены в табл. 4.8.

Определить, при какой программе выпуска за смену и при каком количестве рабочих мест поточная линия будет работать как непрерывно поточная.

Таблица 4.8

Нормы времени по операциям

Операции	1	2	3	4
Нормы времени, мин	2,2	4,0	1,8	20

Задача 4.8. Обеспечению бесперебойной работы ГПС способствует склад изделий, где хранятся заготовки и детали. Склад представляет собой определенное количество ячеек (как в местных накопителях, так и в центральном складе). Вместимость ячейки может быть принята равной размеру партии деталей. Для надежного функционирования и упрощения оснастки проводится специализация ячеек, т.е. закрепление их за определенным оборудованием. Одним из наиболее возможных критериев определения вместимости склада может служить вероятность его переполнения,

которая влияет на сохранение его работоспособности. Вероятность переполнения склада будет равна

$$P_{cp} = \sqrt[n]{P_i},$$

где P_i – вероятность переполнения ячеек, закрепленных за i -тым оборудованием: $i = 1, \dots, n$ – количество оборудования.

Вероятность нахождения на складе N_i деталей определяется через коэффициент загрузки оборудования κ_{zi}

$$P_i(m \leq N_i) = 1 - \kappa_{zi}^{N_i+1},$$

где N_i – программа выпуска i -той группы деталей.

Решив это уравнение, получим вместимость склада i -того оборудования N_i

$$N_i = \frac{l_n(1 - P_{cp})}{l_n \cdot \kappa_{zi}} + 1.$$

Суммарная вместимость склада $N_{скл}$ ГПС будет равна

$$N_{скл} = \sum_{i=1}^n N_i.$$

В ГПС имеется три станка с коэффициентами загрузки: $\kappa_{z1} = 0,85$; $\kappa_{z2} = 0,94$; $\kappa_{z3} = 0,77$. Задана вероятность переполнения склада – 0,989.

Рассчитаем среднюю вероятность

$$P_{cp} = \sqrt[3]{0,989} = 0,997.$$

Тогда вместимость склада каждого оборудования будет равна:

$$N_1 = \frac{l_n(1 - 0,997)}{l_n \cdot 0,85} + 1 = 37 \text{ ячеек};$$

$$N_2 = \frac{l_n(1 - 0,997)}{l_n \cdot 0,94} + 1 = 95 \text{ ячеек};$$

$$N_3 = \frac{l_n(1 - 0,997)}{l_n \cdot 0,77} + 1 = 23 \text{ ячеек};$$

Вместимость склада ГПС равна

$$N_2 = 37 + 95 + 23 = 155 \text{ ячеек}.$$

Задача 4.9. Рассчитать вместимость склада ГПС, состоящих из пяти станков с ЧПУ типа «Обрабатывающий центр» (коэффициенты загрузки соответственно равны 0,57; 0,72; 0,93; 0,88; 0,94) при условии, что вероятность переполнения склада не превышает 0,98.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ НЕПОТОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ (СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО)

В машиностроении преобладают предприятия с серийным типом производства. В серийном производстве номенклатура изготавливаемых изделий или оказываемых услуг более или менее стабильно и регулярно повторяется в программе выпуска. Число выполняемых в цехах деталей-операций значительно превышает количество рабочих мест, требующихся для изготовления заданной продукции, что предопределяет необходимость изготовления деталей (сборочных единиц) на рабочих местах партиями в порядке чередования с другими деталями, изготавливаемыми на тех же рабочих местах.

Важнейшей задачей оперативно-календарного планирования в этих условиях является установление и обеспечение периодичности изготовления изделий в соответствии с производственным заданием.

Ритмичная работа предприятия, отдельных его цехов и участков с минимальными материальными и трудовыми затратами возможна только в условиях соблюдения строгого календарного режима запуска-выпуска и передвижения деталей и сборки по операциям производственного процесса. Календарный режим движения деталей и узлов определяется производственными календарно-плановыми нормативами. Правильный расчет этих нормативов позволяет создать надежные предпосылки взаимно согласованной ритмичной работы во всех звеньях производства и одновременно обеспечить лучшее использование основных и оборотных фондов, способствует росту производительности труда и тем самым снижает себестоимость продукции.

Расчеты календарно-плановых нормативов в серийном производстве включают:

- определения размера партии деталей;
- определение периодичности запуска-выпуска партии деталей, узлов;
- определение продолжительности производственных циклов обработки партии деталей;
- построение календарных планов-графиков работы производственных участков;
- расчет заделов.

Ведущее место в оперативно-производственном планировании в серийном производстве принадлежит определению размера партий деталей и периодичности их запуска в обработку.

В организации производства под партией понимается определенное количество одинаковых заготовок, полуфабрикатов, деталей, узлов, обрабатываемых или собираемых на каждой операции непрерывно с однократной затратой времени (подготовительно-заключительного).

Организация работы партиями дает:

- сокращение затрат подготовительно-заключительного времени на штуку;
- повышение производительности труда рабочего за счет приобретения устойчивых навыков в результате многократного повторения одних и тех же приемов труда;
- упрощение организации и планирования производства за счет сокращения количества объектов планирования, учета.

Однако работа партиями имеет и ряд недостатков:

- работа партиями затрудняет организацию и планирование равномерного производства, т.к. партии разного размера имеют различную ритмичность;
- длительность производственного цикла и величина незавершенного производства увеличивается с увеличением размера партии, появляются дополнительные задержки в производстве и дополнительные издержки, связанные с увеличением оборотных средств.

Из всего приведенного выше можно сделать вывод о том, что всякое изменение размера партии изделий приводит к противоречивым экономическим результатам. Поэтому нельзя неограниченно ни уменьшать, ни увеличивать размер партии, необходимо найти ее оптимальный размер.

Расчет размера партии деталей можно произвести различными методами:

- определение экономически выгодного размера, обеспечивающего минимальные затраты на изготовление одной штуки;
- по допустимому проценту подготовительно-заключительного времени и др.

Расчетный размер партии корректируется. Корректировка должна отвечать следующим условиям:

- число различных размеров партий на участках и в цехах должно быть максимально ограничено; т.к. размер партии предопределяет периодичность производства, то этот размер должен быть принят в соответствии с принятой системой периодичности повторения производства;
- партия должна быть кратна месячному выпуску. Это способствует ритмичности и упрощает оперативно-производственное планирование.

$$R = \frac{n}{n_{qn}},$$

где n – расчетная или принятая величина партии, шт.; n_{qn} – среднеедневное потребление деталей, шт.; R – периодичность повторения, дн.

Обычно кратность берется:

$\frac{1}{12}, \frac{1}{10}, \frac{1}{8}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2, 1$ партий в месяц;

– размер партии должен быть кратен тому количеству деталей, которое определяется стойкостью технологической оснастки (особенно инструментальной);

– размер партии должен быть таким, чтобы производственные и складские площади были достаточны для хранения изделий или деталей, особенно крупногабаритных, во время межоперационных перерывов;

– размер партии должен быть кратен или равен размеру партий в смежных цехах по всему циклу;

– размер партии должен обеспечить загрузку станков и рабочих не менее чем на смену;

– при определении величины партии следует принимать во внимание металлоемкость деталей, чтобы учесть возможность материально-технического снабжения, а также предотвратить необоснованный рост незавершенного производства вследствие установления недопустимо крупных партий.

Размер партии следует определять, начиная с завершающей стадии техпроцесса:

- главная сборка – n_u изделий;
- узловая сборка – n_y узлов;
- изготовление деталей – n_d деталей;
- изготовление заготовок – n_z заготовок.

При определении экономически выгодного размера партии должна быть решена задача наименьшей себестоимости изготовления изделия. Сущность этого метода состоит в том, что изменение величины партии различно отражается на отдельных частях стоимости обработки.

Часть затрат изменяется с изменением величины партии, другие не зависят от ее величины (рис. 5.1).

$$C_{обр.} = C_n + \frac{C_z}{n},$$

где C_n – затраты на обработку, не зависящие от величины партии (зарплата, материал, топливо, энергия и т.д.); C_z – затраты, зависящие от размера партии (затраты, связанные с наладкой и переналадкой оборудования).

С другой стороны, с ростом размера партии прямо пропорционально ей увеличивается цикл и размеры незавершенного производства (рис. 5.2).

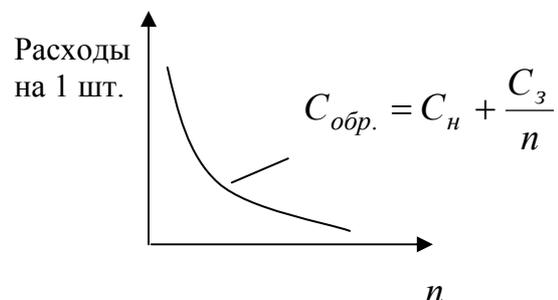


Рис. 5.1. Зависимость затрат на обработку от размера партии

Оптимальный размер партии находится построением суммарной параболы кривой (рис. 5.3).

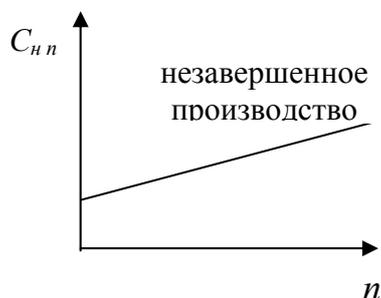


Рис. 5.2. Зависимость незавершенного производства от размера партии

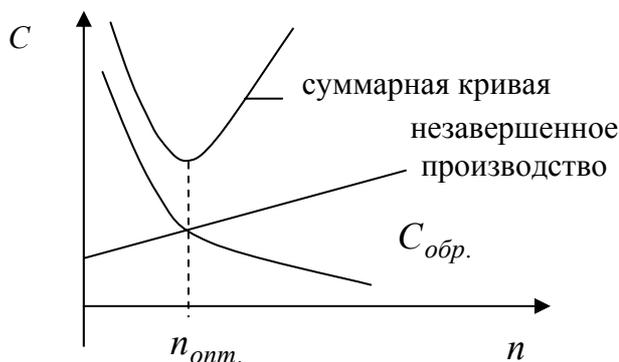


Рис. 5.3. Зависимость затрат производства от размера партии

Из графика видно, что оптимальный размер партии соответствует точке пересечения прямой и гиперболы, которая соответствует наименьшей сумме затрат на наладку и потерь от связывания средств.

Метод определения экономически выгодного размера партии изделий достаточно сложен, поэтому на практике пользуются упрощенным расчетом, определяя размер партии по формуле

$$n = \frac{t_{нз}}{t_{ум} \alpha_{пер}},$$

где n – размер партии ведущей (с наибольшей длительностью операции) детали; $t_{нз}$ – подготовительно-заключительное время (время на наладку, оформление документации, включение партии в график выпуска, учет и контроль движения партии в технологическом процессе и т.п.), мин на партию деталей; $t_{ум}$ – норма штучного времени, мин/шт.; $\alpha_{пер}$ – процент допустимых потерь на переналадку оборудования. Значение $\alpha_{пер}$ тем меньше, чем меньше число операций в технологическом процессе изготовления детали и ее себестоимость. Например, в машиностроении для изготовления детали с числом операций до 10 и наименьшей себестоимостью $\alpha_{пер}$ рекомендуется принимать равным 2 %. Для процесса с 20 операциями и высокой себестоимостью детали значение $\alpha_{пер}$ рекомендуется устанавливать на уровне 8 %.

В основе комплектности и равномерности производства лежит принцип периодичности, т.е. периодическое повторение производства одних и тех же предметов через равные промежутки времени. Эти промежутки называют периодами повторения производства. При партионном производстве

периодом повторения называется отрезок времени между запуском в производство или выпуском двух смежных партий одних и тех же предметов.

Период повторения зависит от размера партии n и масштаба выпуска (r) предметов по программе и не зависит от трудоемкости и длительности производства.

В массовом производстве период совпадает с тактом производства.

Обозначим: Π – период повторения производства; n – число штук деталей в партии; r – такт выпуска готовых деталей, соответствующий программе выпуска.

Согласно определению в массовом производстве $\Pi = r$, а в серийном в n раз больше, т.е.

$$\Pi = r \cdot n$$

В практической деятельности часто пользуются отношением $T_{ц}$ (длительность цикла) к Π , определяющим количество партий, которые всегда должны находиться в производстве, чтобы обеспечить равномерную работу и планируемый выпуск продукции.

Пример:

$n = 25$ шт., $T_{ц} = 167$ ч, $F = 2000$ ч, $N_1 = 100$ шт., $N_2 = 300$ шт., $N_3 = 600$ шт.

1 случай (рис. 5.4): $N_1 = 100$ шт.; $r = \frac{F}{N_1} = \frac{2000}{100} = 20$ ч;

$\Pi = n \cdot r = 25 \cdot 20 = 500$ ч; $\frac{T_{ц}}{\Pi} = \frac{167}{500} = 0,33$.

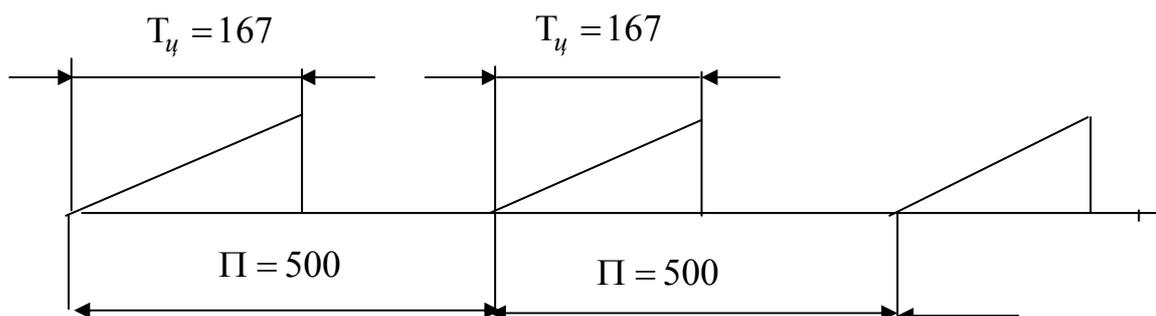


Рис. 5.4. График движения партии деталей при $\frac{T_{ц}}{\Pi} < 1$

Из графика видно, что длительность цикла занимает только часть периода повторения, равную $0,33\Pi$. Производство в данном случае характеризуется прерывностью ($0,67\Pi$ – предметы труда совсем отсутствуют в производстве).

2 случай (рис. 5.5): $N_2 = 300$ шт.; $r = \frac{2000}{300} = 6,7$ ч; $\Pi = 6,7 \cdot 25 = 167$;

$$\frac{T_u}{\Pi} = \frac{167}{167} = 1.$$

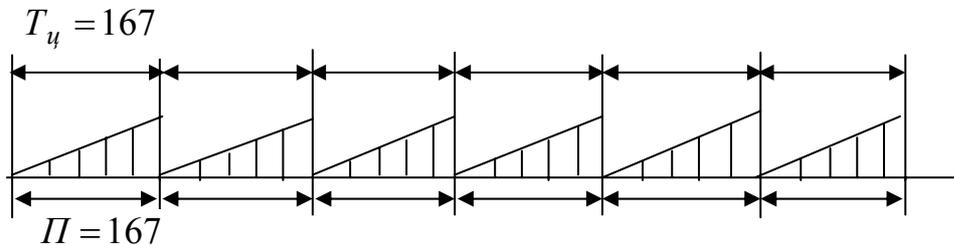


Рис. 5.5. График движения партии деталей при $\frac{T_u}{\Pi} = 1$

В этом случае в производстве всегда должна находиться одна партия предметов, т.е. после окончания обработки одной партии начинается обработка второй.

3 случай (рис. 5.6): $N_3 = 600$ шт.; $r = 3,4$ ч; $\Pi = 83,5$ ч;

$$\frac{T_u}{\Pi} = \frac{167}{83,5} = 2.$$

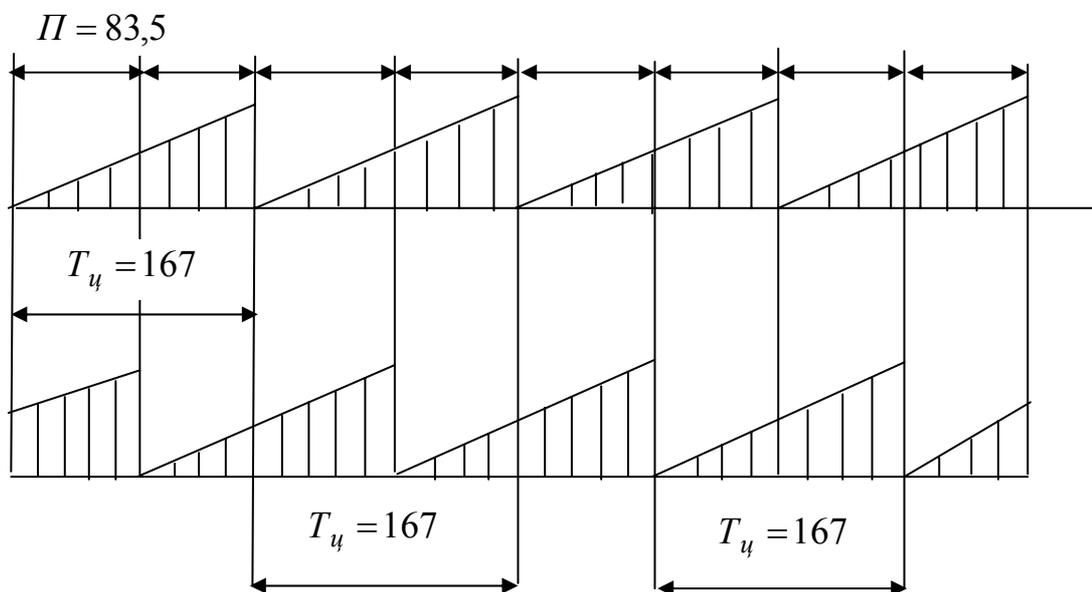


Рис. 5.6. График движения партии при $\frac{T_u}{\Pi} = 2$

В этом случае в производстве всегда должны находиться две партии предметов. Производство каждой партии начинается еще до того, как за-

канчивается предыдущая. Обе партии находятся в разных стадиях обработки.

Из графиков видно, что во всех отрезках II движение предметов и объем выполненной работы одинаковы, т.е. при ритмичном повторении запуска-выпуска партии предметов каждого наименования выполняется основное условие равномерности производства.

Содержание и методы построения календарного плана видоизменяются в широких пределах в зависимости от степени неизменности производственных условий. Но сущность и целевое назначение разработки календарного плана является неизменными.

Укрупненная схема движения продукции в процессе производства показана на рис. 5.7.

Техника планирования заключается в том, чтобы установить такую систему сроков движения планируемой детали по операциям и стадиям техпроцесса, чтобы обеспечить своевременное поступление ее в готовом виде на стадию сборки в точке e .

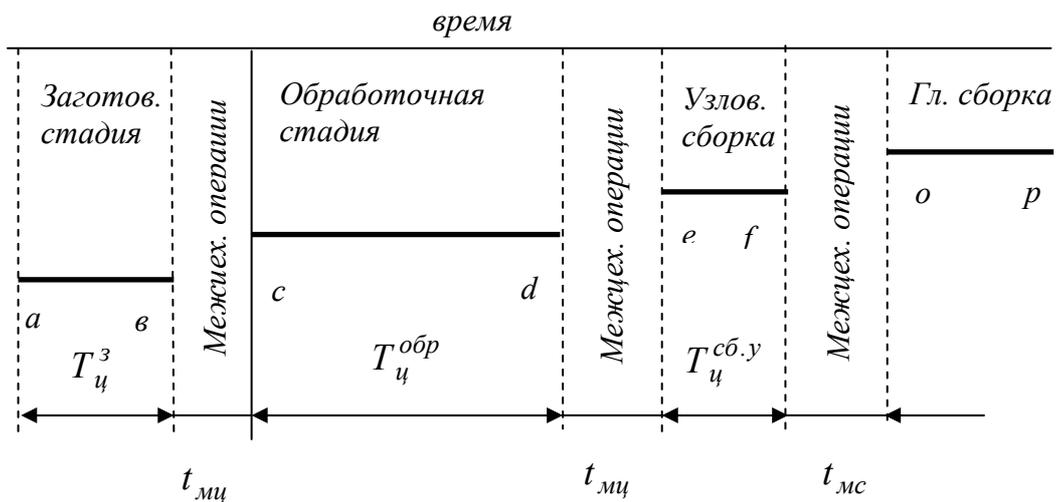


Рис. 5.7. Схема движения продукции в процессе производства

Решение этой задачи состоит из совокупности расчетов и построений:

1. Расчет и построение плана или графика производственного цикла главной сборки изделия и определение срока подачи готового узла к началу соответствующего этапа.

2. Расчет длительности производственного цикла сборки узла ef и определение срока (в точке e) подачи готовой детали;

3. Построение плана движения детали по операциям обработки и заготовки и определение длительности нахождения ее на этапах cd и av .

4. Определение длительности межцеховых перерывов в производстве.

График позволяет получить данные о календарных опережениях каждой стадии технологического процесса детали как по отношению к по-

следующей стадии, так и по отношению к сроку выпуска готового изделия. Так, отрезки ac и ap показывают опережения заготовительной операции по отношению к механической обработке (t, c) и срок выпуска готового изделия (p) .

Календарный план производства изделия в целом является сочетанием графиков-планов изготовления отдельных деталей.

Как правило, календарные планы разрабатываются по стадиям производства, т.е. в разрезе цехов, причем календарный план цеха охватывает только те изделия и детали, которые проходят в процессе своего производства через данный цех. Если в программу цеха включены изделия разных наименований, то и календарный план цеха должен охватить путем целесообразного сочетания по времени и по объему работ весь комплект частей от различных изделий, подчиняя это сочетание принципу комплектности производства. Календарный план разрабатывается, в первую очередь, для завершающей сборочной стадии, затем – для обработочной и заготовительной. Техника построения календарного плана для цеха или участка должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечение своевременного начала производства и сроков выпуска по каждой позиции плана;
- соответствие планируемой системы сроков пропускной способности оборудования и площадей;
- соответствие планируемой системы сроков, установленных планом по труду, численности и квалификации производственных рабочих.

Порядок составления плана следующий:

1. Исходя из конечного срока изготовления партии предметов в данном цехе на календарном плане графически наносят все операции, начиная с последней и кончая первой.

2. Каждая операция изображается графически в виде линии, длина которой соответствует количеству рабочих дней.

3. Каждая операция проверяется на возможность выполнения в установленные сроки путем нанесения ее на плане загрузки соответствующего рабочего места. Для этой цели параллельно с календарным планом строится график загрузки всех рабочих мест или рабочих участков. Сроки начала и конца каждой операции в календарном плане должны совпадать со сроками этих операций в плане загрузки соответствующего рабочего места.

4. В связи с этим первоначально установленные в календарном плане сроки выполнения операций корректируются и окончательно определяются только в процессе планирования загрузки рабочих мест. В результате этого взаимное расположение технологических операций данной партии предметов может иметь в календарном плане самый различный вид сочетания.

Необходимыми предпосылками составления стандарт-плана являются: строгое закрепление детали-операций за рабочими местами, баланс за-

грузки и пропускной способности оборудования, расчет периодичности запуска-выпуска партий.

Периодичность устанавливается единая для всего участка. Строить стандарт-план следует, соблюдая условия:

1. Партию деталей запускать в обработку с начала смены и загружать станок по возможности на всю смену.

2. Применять по возможности параллельно-последовательный вид движения.

3. Предусматривать некоторый резерв времени в загрузке станков.

Одним из важнейших вопросов организации серийного производства является расчет заделов. Заделы в серийном производстве принято различать по месту их образования. Выделяют две их взаимосвязанные разновидности:

– цикловые заделы, которые включают партии узлов, деталей или заготовок, запущенные в производство, но еще не законченные обработкой на той или иной технологической стадии и находящиеся в цехах, на производственных участках;

– складские межцеховые заделы в составе уже изготовленных заготовок, деталей или сборочных единиц, ожидающие дальнейшей обработки на последующей стадии производства или постепенно потребляемые в процессе узловой или монтажной сборки.

Цикловые заделы, находящиеся в процессе обработки в каждый данный момент времени, определяются по формуле

$$Z_{uj} = T_{uj} \cdot N_{сб},$$

где Z_{uj} – цикловой задел по предметам труда j -того наименования, шт.; T_{uj} – длительность производственного цикла изготовления или сборки деталей j -того наименования, дн.; $N_{сб}$ – среднесуточная потребность сборки в деталях j -того наименования, шт.

Расчет циклового задела может основываться на ранее установленных нормативных величинах периодичности изготовления партий соответствующих деталей Π и длительности производственного цикла их обработки.

Нормативные цикловые заделы на любую дату можно определить непосредственно из календарных графиков работы производственных участков.

Складские заделы устанавливаются для необходимости создания резерва на случай возможного опоздания изготовления очередной партии. При равномерном расходе деталей для питания дальнейших технологических стадий производства складской задел $Z_{скл}$ рассчитывается по формуле

$$Z_{склj} = \frac{n_{j1} - n_{j2}}{2} + Z_{jстр},$$

где $Z_{склj}$ – складской задел по предметам труда j -того наименования, шт.; n_{j1}, n_{j2} – величина партии предметов труда j -того наименования цеха-поставщика и цеха-потребителя соответственно; $Z_{jстр}$ – страховой задел предметов труда j -того наименования.

Складские заделы могут устанавливаться методом статистического моделирования на основе данных фактических отклонений в сроках изготовления предметов труда в условиях данного производственного участка.

Нормативная величина переходящих цикловых и складских заделов на 1-е число месяца может быть точно определена на основе конкретного графика, определяющего календарные сроки запуска и выпуска партий деталей по отдельным участкам (цехам). Нормативная величина незавершенного производства включает цикловой и складской заделы. В стоимостном выражении она определяется по формуле

$$Z_{нзj} = C_j (Z_{цj} \cdot K_{нз} + Z_{склj}),$$

где $Z_{нзj}$ – незавершенное производство по предмету труда j -того наименования, руб.; C_j – себестоимость предмета труда j -того наименования, руб.; $K_{нз}$ – коэффициент нарастания затрат при изготовлении предметов труда j -того наименования (в укрупненных расчетах $K_{нз} = 0,5$).

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. Календарно-плановые нормативы, рассчитываемые для организации серийного производства и их краткая характеристика.
2. Методы расчета размера партии деталей и их особенности.
3. В чем заключаются основные требования корректировки расчетного размера партии деталей?
4. Что такое периодичность запуска деталей (изделий) в производстве и как она определяется?
5. Сущность и целевое назначение разработки календарного плана производства продукции.
6. Виды заделов в серийном производстве и методы определения их величины.

Тематика исследований и рефератов

1. Понятие равномерного выпуска и ритмичной работы предприятия.
2. Календарно-плановые нормативы, их сущность, назначение и методы расчета.
3. Понятие размера партии деталей. Что дает организация работ партиями?
4. Основные методы расчета величины партии деталей, их сущность, достоинства и недостатки.
5. В чем заключается сущность корректировки расчетного размера партии деталей и каким требованиям она должна удовлетворять?
6. Сущность определения экономически выгодного размера партии деталей.
7. Периодичность производства продукции, ее суть и условия обеспечения.
8. Содержание и методы построения календарного плана производства продукции.
9. Заделы в серийном производстве, их разновидности и методы расчета.

Тестовые задания

1. Назовите календарно-плановые нормативы для серийного типа производства:
 - а) нормативный размер партии деталей и периодичность запуска, заделы цикловые и складские;
 - б) такт поточной линии, график режима работы поточной линии, заделы внутрилинейные и межлинейные;
 - в) длительность производственного цикла изготовления изделий, сводный график запуска-выпуска, объемно-календарные расчеты;
 - г) такт поточной линии, нормативный размер партии деталей, длительность производственного цикла изготовления изделий.

2. Величина партии деталей определяется по формуле:

$$а) n = \frac{t_{нз} \alpha}{(1 - \alpha)};$$

$$б) n = \frac{t_{ум} \alpha}{(1 - \alpha)};$$

$$в) n = \frac{t_{ум} (1 - \alpha)}{t_{нз} \alpha};$$

$$в) n = \frac{t_{нз}}{t_{ум} \alpha}$$

3. Увеличение размера партии деталей обеспечивает (найти неправильный ответ):

- а) лучшее использование оборудования;
- б) дополнительную потребность в производственных и складских площадях;
- в) повышение производительности труда рабочих;
- г) уменьшение длительности производственного цикла.

4. Периодичность запуска партии в производство определяется по формуле:

- а) $P = n \cdot r$;
- б) $P = n / r$;
- в) $P = r / n$;
- г) $P = \frac{r}{n} + 1$.

5. Программа запуска продукции i -того наименования в j -том цехе определяется по формуле

- а) $N_{занij} = N_{выпij} + (Z_{нli} - Z_{фи})$;
- б) $N_{занij} = N_{выпij} + (Z_{нli} + Z_{фи})$;
- в) $N_{занij} = N_{выпij} / K_{вд} + (N_{нli} - Z_{фи})$;
- г) $N_{занij} = N_{выпij} - (Z_{нli} - Z_{фи})$;

где $K_{вд}$ – коэффициент выхода годных деталей.

6. Назовите систему оперативно-производственного планирования, характерную для единичного типа производства:

- а) по ритму выпуска;
- б) по заделам;
- в) по заказам;
- г) по цикловым комплектам.

7. Под ритмичной работой предприятия понимается:

- а) четкое соблюдение графика изготовления и поставки продукции потребителям;
- б) систематическое выполнение предприятием плана выпуска продукции соответствующего ассортимента и качества по заранее установленному графику;
- в) систематические выполнения всеми подразделениями предприятия плана выпуска продукции соответствующего ассортимента и качества по заранее установленному графику.

Задачи

Задача 5.1. Рассчитайте минимальный размер партии деталей и периодичность запуска-выпуска этой партии в обработку. Определите оптимальный размер партии и потребное число станков для обработки деталей *a, б, в, г, д, е* изделия А, месячный выпуск которого в сборочном цехе составляет 1000 шт. Число рабочих дней в месяце – 20. Режим работы механообрабатывающего цеха – двухсменный, сборочного – односменный. Продолжительность рабочей смены – 8 часов. Время на плановый ремонт и переналадку оборудования составляет 6 % номинального фонда времени работы.

Рассчитайте длительность производственного цикла обработки партии деталей в механообрабатывающем цехе, если межоперационное пролеживание партий деталей составляет 1 смену. Рассчитайте длительность операционного цикла, опережение запуска-выпуска партии деталей между смежными цехами и технологическое опережение между смежными операциями в механообрабатывающем цехе. Определите величину цикловых заделов в механообрабатывающем цехе и складских заделов между механообрабатывающим и сборочным цехами. Составьте календарный план-график работы механообрабатывающего цеха. Страховой задел между смежными цехами равен однодневной потребности в деталях для сборки изделия А.

Состав операции технологического процесса обработки деталей и нормы штучного времени приведены в табл. 5.1, а группировка комплекта деталей по однородности внутрицеховых технологических маршрутов и очередность их прохождения в цехе механической обработки деталей – в табл. 5.2.

Таблица 5.1

Состав операции и нормы штучного времени обработки деталей

Операции	Норма штучного времени детали (t_{nz}), мин						Подготовительно-заключительное время (t_{nz}), мин	Допустимые потери времени на переналадку оборудования (α), %
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>		
Фрезерная	6	10	25	2	6	6	20	4
Сверлильная	10	3	6	2	4	4	20	4
Шлифовальная	4	2	6	3	2	2	20	4
Строгальная	-	4	10	-	2	2	20	4
Зубофрезерная	-	9	9	-	-	-	60	5
Токарная	-	-	-	8	4	2	20	4

Группировка комплекта деталей по однородности технологического маршрута прохождения по участку

Наименование деталей, имеющих одинаковый технологический маршрут	Маршрут прохождения деталей по участку механической обработки
А	С(2,6)-Ф(1,6)-Ш(1,1)
Б	Ф(2,6)-С(0,8)-Ст(1,1)-З(2,5)-Ш(0,6)
В	Ф(6,6)-С(1,6)-Ст(2,6)-З(2,5)-Ш(1,6)
Г	Т(4,2)-С(1,1)-Ф(1,1)-Ш(1,1)
Д	Ф(3,2)-С(2,1)-Ст(1,1)-Ш(1,1)
Е	Ф(3,2)-С(2,1)-Т(1,1)-Ст(1,1)-Ш(1,1)

Примечания:

1. Условные обозначения: Ф – фрезерный, С – сверлильный, Ш – шлифовальный, Ст – строгальный, З – зуборезный, Т – токарный станки.

2. В скобках после условного обозначения проставляется длительность обработки партии деталей в сменах.

Решение.

1. Рассчитывается минимальный размер партии деталей. Для его определения может быть использован метод постепенного подбора, согласно которому сначала определяют минимально допустимый размер партии, а затем его корректируют, руководствуясь конкретными производственными условиями. Минимальный размер партии определяется двумя способами в зависимости от характера оборудования, на котором обрабатываются детали.

Первый способ: для обработки деталей применяется оборудование, требующее значительного времени на переналадку. Применительно к задаче этому требованию отвечает зубофрезерная операция, для выполнения которой требуется 60 мин подготовительно-заключительного времени. В данном случае для обработки деталей *б* и *в* минимальный размер партии определяется по формуле

$$n_{\min} = t_{n-3} / t_{um} \cdot \alpha,$$

где α – допустимые потери времени на переналадку оборудования, доли единицы.

Второй способ: для обработки деталей применяется оборудование, не требующее значительного времени на переналадку. Применительно к задаче этому требованию отвечают все остальные операции, требующие 20 мин подготовительно-заключительного времени. Для деталей *а*, *г*, *д* и *е* минимальный размер партии деталей рассчитывается по формуле

$$n_{\min} = T_{см} / t_{um},$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин; t_{um} – норма штучного времени (минимальная из всех выполняемых операций), мин.

Расчет минимального размера партии деталей приведен в табл. 5.3 (графы 2 и 3).

Таблица 5.3

Расчет минимального размера партии деталей

Детали	Расчетный минимальный размер партии деталей (n_{\min}), шт.		Кратность n_{\min} месячному заданию ($N_m : n_{\min}$)	Периодичность запуска деталей, раб. дн.		При- нятый раз- мер Π
				рас- четная Π_3^p	при- нятая Π_3^n	
1	2	3	4	5	6	7
<i>a</i>		$480 : 4 = 120$	$1000 : 120 = 8,3$	2,4	2,5	125
<i>б</i>	$60 : 9 \cdot 0,05 = 133$	-	$1000 : 133 = 7,5$	2,66	2,5	125
<i>в</i>	$60 : 9 \cdot 0,05 = 133$	-	$1000 : 133 = 7,5$	2,66	2,5	125
<i>г</i>		$480 : 2 = 240$	$1000 : 240 = 4,2$	4,8	5,0	250
<i>д</i>		$480 : 2 = 240$	$1000 : 240 = 4,2$	4,8	5,0	250
<i>е</i>		$480 : 2 = 240$	$1000 : 240 = 4,2$	4,8	5,0	250

2. Периодичность запуска-выпуска партии деталей определяется по формуле

$$\Pi_{zn} = n_{\min} : N_{срд},$$

где $N_{срд}$ – среднедневная потребность в деталях. Она рассчитывается по формуле

$$N_{срд} = N_m : D_p,$$

где N_m – месячный выпуск изделий, шт.; D_p – число рабочих дней в месяце.

Подставив в формулу соответствующие данные, получим

$$N_{срд} = 1000 : 20 = 50 \text{ шт.}$$

Периодичность запуска-выпуска для детали *a* равна

$$\Pi_3^a = 120 : 50 = 2,4 \text{ дня.}$$

Аналогично производим расчет по всем остальным деталям (см. табл. 5.3, графа 5), а в графе 6 проставляем планируемый ритм производства.

3. Определяется оптимальный размер партии деталей по формуле

$$n = \Pi_3^n \cdot N_{срд}.$$

Для детали *a* оптимальный размер в партии составляет

$$n = 2,5 \cdot 50 = 125 \text{ шт.}$$

Аналогично проводятся расчеты по остальным деталям (см. табл. 5.3, графа 7).

4. Определяется количество партии деталей в месяц. По деталям *a*, *б* и *в* имеем

$$n = N_m : n_7 = 1000 : 125 = 8 \text{ партий;}$$

по деталям *г*, *д*, *е* $n = 1000 : 250 = 4$ партии.

5. Потребное число станков на месячную программу выпуска деталей рассчитывается по формуле

$$C_p = \left(N_{\text{мес}} \sum_{i=1}^m t_{\text{шт}} + t_{n-3} \cdot n \right) / 60 F_9 \cdot K_9,$$

где *m* – число запусков партий деталей в производство; *F*₉ – эффективный месячный фонд времени работы одного станка. Он определяется по формуле

$$F_9 = K_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot D_p \cdot (1 - \alpha/100);$$

$$F_9 = 2 \cdot 8 \cdot 20 \cdot (1 - 6/100) = 301 \text{ ч.}$$

Подставив в формулу соответствующие значения по фрезерным станкам, получим

$$C_p^{\phi} = [1000 \cdot (6 + 10 + 25 + 2 + 6 + 6) + 20 \cdot 6] / (60 \cdot 301 \cdot 1) = 3,05$$

или 3 станка.

Аналогично выполняются расчеты по другим видам оборудования. Результаты расчетов приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Расчет потребного количества станков и их загрузка

Оборудование	Штучное время по деталям (<i>t_{шт}</i>), мин						<i>t_{нз}</i>	Число запусков в месяц	Количество станков		Коэф- фици- ент <i>K_з</i>
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>			<i>C_p</i>	<i>C_{нр}</i>	
Фрезерное	6	10	25	2	6	6	20	6	3,05	3	1,02
Сверлильное	10	3	6	2	4	4	20	6	1,61	2	0,8
Шлифовальное	4	2	6	3	2	2	20	6	1,06	1	1,06
Строгальное	-	4	10	-	2	2	20	4	1,0	1	1,0
Зуборезное	-	9	9	-	-	-	60	2	1,0	1	1
Токарное	-	-	-	8	4	2	20	3	0,77	1	0,77
ИТОГО	20	28	56	15	18	16	-	-	8,49	9	0,94

6. Длительность производственного цикла обработки партии деталей определяется по формуле

$$T_{ц} = \left[n \sum_{i=1}^m t_{ум.i} / C_{пр} + \sum_{i=1}^m t_{нzi} + (m-1) \cdot t_{мо} \right] \cdot K_{пар},$$

где m – число операций по обработке деталей i -того наименования; $t_{мо}$ – время межоперационного пролеживания деталей, мин; $K_{пар}$ – коэффициент параллельности (условно принимается равным 0,6).

Подставляя в формулу соответствующие данные, получаем значение длительности производственных циклов обработки партий деталей всех наименований

$$T_{ца} = [125(6/3 + 10/2 + 4/1) + 3 \cdot 20 + (3-1) \cdot 480] \cdot 0,6/60 = 24 \text{ часа}$$

или 3 смены;

$$T_{цб} = [125(10/3 + 3/2 + 2/1 + 4/1 + 9/1) + 4 \cdot 20 + 60 + (5-1) \cdot 480] \cdot$$

$$\cdot 0,6/60 = 24,8 \text{ час}$$

или 3,1 смены;

$$T_{цв} = [125(25/3 + 6/2 + 6/1 + 10/1 + 9/1) + 4 \cdot 20 + 60 + (5-1) \cdot 480] \cdot$$

$$\cdot 0,6/60 = 66,0 \text{ часа}$$

или 8,2 смены;

$$T_{цг} = [250(2/3 + 2/2 + 3/1 + 9/1) + 4 \cdot 20 + (4-1) \cdot 480] \cdot$$

$$\cdot 0,6/60 = 46,9 \text{ часа}$$

или 5,9 смены;

$$T_{цд} = [250(6/3 + 4/2 + 2/1 + 2/1 + 4/1) + 5 \cdot 20 + (5-1) \cdot 480] \cdot$$

$$\cdot 0,6/60 = 50,2 \text{ часа}$$

или 6,3 смены;

$$T_{це} = [250(6/3 + 4/2 + 2/1 + 2/1 + 2/1) + 5 \cdot 20 + (5-1) \cdot 480] \cdot$$

$$\cdot 0,6/60 = 45,2 \text{ часа}$$

или 5,7 смены.

7. Рассчитываем опережения запуска-выпуска партии деталей. Различают общее и частное опережение запуска-выпуска. Под общим опережением запуска понимается время со дня запуска в производство партии деталей в первом (по ходу технологического процесса) цехе и до момента

окончания сборки готовых изделий, комплектующихся из деталей этой партии. Опережение выпуска меньше опережения запуска на величину длительности производственного цикла в этом цехе. Под частным опережением понимается время между запуском-выпуском партии деталей в предыдущем цехе и запуском-выпуском этой же партии в последующем цехе.

Величина опережения состоит из двух элементов – времени технологического опережения и времени резервного опережения. Время технологического опережения определяется продолжительностью производственного цикла обработки партии деталей в данном цехе. Если по ходу технологического процесса величина партии не изменяется или уменьшается в кратное число раз, то время технологического опережения равно суммарной длительности производственного цикла во всех цехах, т.е.

$$T_{ГО} = \sum_{i=1}^{K_{ц}} T_{цi} ,$$

где $K_{ц}$ – число цехов, в которых обрабатывается данная партия деталей.

Применительно к рассматриваемому примеру известна только длительность производственного цикла по всем партиям деталей, обрабатываемым в механическом цехе. Поэтому выбирается максимальная периодичность запуска-выпуска. По расчету она составляет 5 дней (см. табл. 5.3). В сборочный цех детали поступают из механического цеха партиями по 250 штук, из которых будет собрано 250 изделий за 5 дней, так как суточная производительность цеха равна 50 изделий. Следовательно, длительность производственного цикла сборочного цеха составляет 5 дней, т.е. $T_{ц}^{сб} = 5$ дней.

Для заготовительного цеха длительность производственного цикла принимаем равной 1 день, т.е. $T_{ц}^3 = 1$ день, а для механообрабатывающего цеха по детали *в* – равной максимальной продолжительности, т.е. $T_{ц}^6 = 8,2$ смены, или 4,1 дня.

Время резервного опережения предусматривается между смежными цехами на случай возможной задержки выпуска очередной партии в предыдущем цехе. Величина такого опережения устанавливается равной 3 – 5 календарным дням.

Исходя из вышеизложенного строится график производственного процесса по детали *в* (рис. 5.8) и определяется опережение запуска-выпуска.

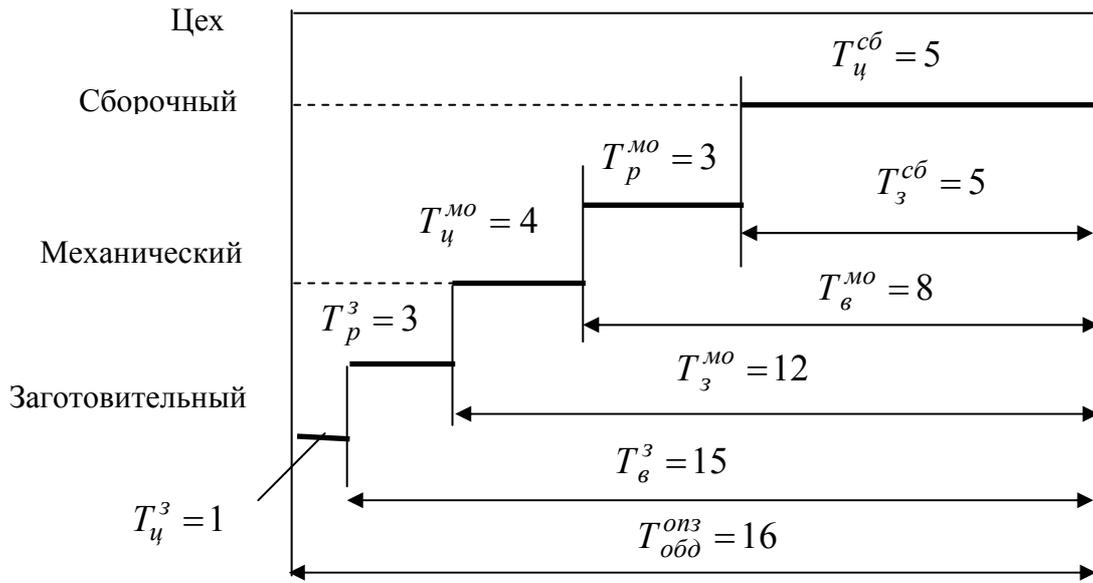


Рис. 5.8. Производственный процесс и опережения запуска-выпуска партии изделий

$T_{\text{ц}}^{\text{з}}, T_{\text{ц}}^{\text{мо}}, T_{\text{ц}}^{\text{сб}}$ – длительность цикла заготовительных работ, механообработки и сборки соответственно; $T_p^{\text{з}}$ и $T_p^{\text{мо}}$ – резервное время между заготовительными и механообрабатывающими, механообрабатывающими и сборочными работами соответственно; $T_p^{\text{сб}}$ и $T_3^{\text{мо}}$ – время опережения запуска в сборочный и механический цехи соответственно; $T_6^{\text{мо}}$ и $T_6^{\text{з}}$ – время опережения выпуска изделий из механического цеха и выпуска заготовок соответственно; $T_{\text{обд}}^{\text{онз}}$ – общая длительность цикла и опережения запуска.

Из рисунка видно, что общая длительность производственного процесса и опережение запуска составляет 16 дней. Время технологического опережения рассчитывается таким образом: $T_{\text{ТО}} = 1 + 4 + 5 = 10$ дней. Время резервного опережения $T_p = T_p^{\text{з}} + T_p^{\text{мо}} = 3 + 3 = 6$ дней. Технологическое опережение определяется и пооперационно. Для этого необходимо рассчитать длительность цикла обработки партии деталей по операциям

$$T_{\text{цон}} = (n_n t + t_{\text{нз}}) / 60.$$

Подставляем в эту формулу соответствующие данные по партии деталей a и получаем

$$T_{\text{цон}}^a = (125 \cdot 6 + 20) / 60 = 12,83 \text{ часа} \approx 1,6 \text{ смены};$$

$$T_{\text{цон}}^{a''} = (125 \cdot 10 + 20) / 60 = 21,16 \text{ часа} \approx 2,6 \text{ смены};$$

$$T_{\text{цон}}^{a'''} = (125 \cdot 4 + 20) / 60 = 9,7 \text{ часа} \approx 1,1 \text{ смены}.$$

Графически это показано на рис. 5.9.

Аналогично рассчитываются данные по всем видам деталей. Расчеты длительности цикла обработки партии деталей по операциям и технологического опережения приведены в табл. 5.5.

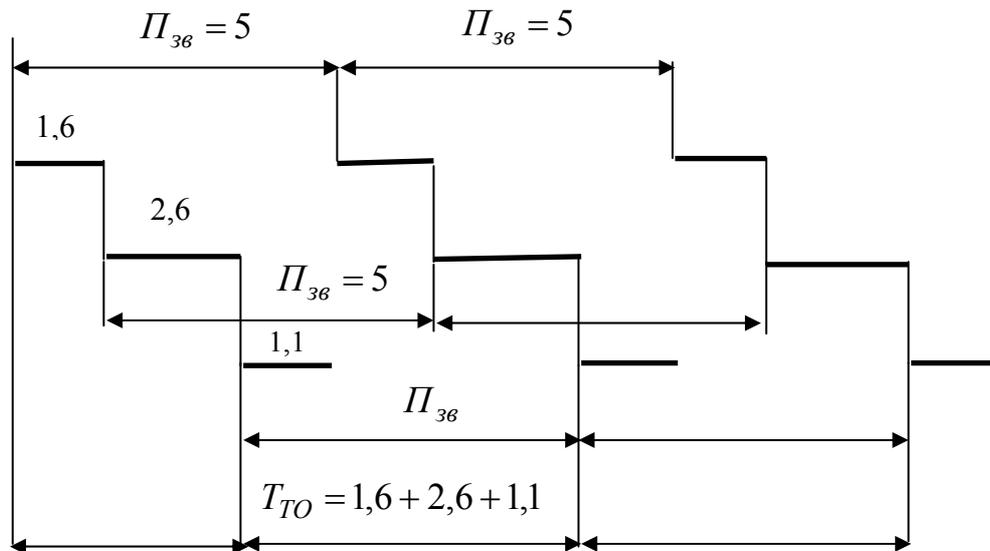


Рис. 5.9. Опережение при обработке партии деталей *a* в механообрабатывающем цехе

Таблица 5.5

Расчет длительности цикла обработки партии деталей и технологического опережения запуска-выпуска

Операция	Длительность цикла обработки партии деталей по операциям, смен					
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>
Фрезерная	1,6	2,6	6,6	1,1	3,2	3,2
Сверлильная	2,6	0,8	1,6	1,1	2,1	2,1
Шлифовальная	1,1	0,6	1,6	1,6	1,1	1,1
Строгальная	-	1,1	2,6	-	1,1	1,1
Зуборезная	-	2,5	2,5	-	-	-
Токарная	-	-	-	4,2	2,1	1,1
ИТОГО T_{TO}	5,3	7,6	14,9	8,0	9,6	8,6

8. Определяется нормативная величина цикловых и складских заделов. Цикловые заделы – это внутрицеховые, в частности, технологические,

транспортные, оборотные и страховые, а складские – это заделы, создаваемые между цехами.

Величина технологического задела в механообрабатывающем цехе определяется по формуле

$$Z_{\text{м}} = n_n \cdot T_{\text{цон}} / \Pi_{\text{зв}},$$

где n_n – оптимальный размер партии деталей, шт.; $T_{\text{цон}}$ – длительность цикла обработки партии деталей на рабочем месте, смен; $\Pi_{\text{зв}}$ – принятая периодичность запуска-выпуска деталей, смен.

Подставив в эту формулу соответствующие данные по детали a , обрабатываемой на фрезерном станке, получаем

$$Z_{\text{м}}^a = 125 \cdot 1,6 : 5 = 40 \text{ шт.}$$

Аналогично выполняются расчеты по другим операциям и деталям, результаты заносятся в табл. 5.6.

Величина страхового задела в механообрабатывающем цехе рассчитывается по формуле

$$Z_{\text{стр}} = t_{\text{мо}} \cdot N_{\text{м}} : T_{\text{пл}},$$

где $t_{\text{мо}}$ – время ожидания партии деталей между выпуском ее на предыдущем рабочем месте и запуском на последующем, смен; $N_{\text{м}}$ – программа выпуска деталей в плановом периоде, шт.; $T_{\text{пл}}$ – плановый период, смен.

Подставив в эту формулу соответствующие данные, получим размер страхового запаса по каждой детали на каждом рабочем месте

$$Z_{\text{стр}}^a = 1 \cdot (1000 / 20 \cdot 2) = 25 \text{ шт.}$$

Результаты расчетов приведены в табл. 5.6.

Оборотный межоперационный задел возникает, если детали от одного рабочего места к другому передаются различными по размеру партиями. В задаче детали передаются неизменными партиями, следовательно, оборотный задел не создается

Таблица 5.6

Расчет технологических и страховых заделов
в механообрабатывающем цехе, штук

Операция	Технологический задел						Страховой задел					
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Фрезерная	40	65	165	28	80	80	25	25	25	25	25	25
Сверлильная	65	20	40	28	52	52	25	25	25	25	25	25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шлифовальная	27	15	40	40	28	28	25	25	25	25	25	25
Строгальная	-	27	65	-	28	28	-	25	25	-	25	25
Зуборезная	-	63	63	-	-	-	-	25	25	-	-	-
Токарная	-	-	-	105	52	28	-	-	-	25	25	25
ИТОГО	132	190	373	201	240	216	75	125	125	100	125	125

Величина транспортного задела устанавливается в зависимости от вида транспортных средств. Предположим, что изделия перевозятся установленными партиями.

Складской задел состоит из страхового и оборотного. По условию задачи величина страхового задела равна суточной потребности сборочного цеха. Средняя величина оборотного задела определяется по формуле

$$Z_{об} = (n_n^{об} - n_n^{сб}) : 2,$$

где $n_n^{об}$ и $n_n^{сб}$ – соответственно оптимальный размер партии деталей в механообрабатывающем цехе и сборочном.

Подставляя в формулу соответствующие данные, получаем величину складского задела по каждой детали. Результаты расчетов приведены в табл. 5.7.

Таблица 5.7

Расчет страховых и оборотных заделов, штук

Деталь	Складской задел		
	Страховой	Оборотный	Всего
<i>a</i>	50	37	87
<i>б</i>	50	37	87
<i>в</i>	50	37	87
<i>г</i>	50	100	150
<i>д</i>	50	100	150
<i>e</i>	50	100	150

9. Строится календарный план-график механообрабатывающего участка (рис. 5.10).

Задача 5.2. Определить минимальный размер партии деталей, запускаемой в производство, если время на обработку деталей по ведущей операции составляет 2 мин, подготовительно-заключительное время на обработку партии – 28 мин, допустимые потери на переналадку оборудования – 10 %.

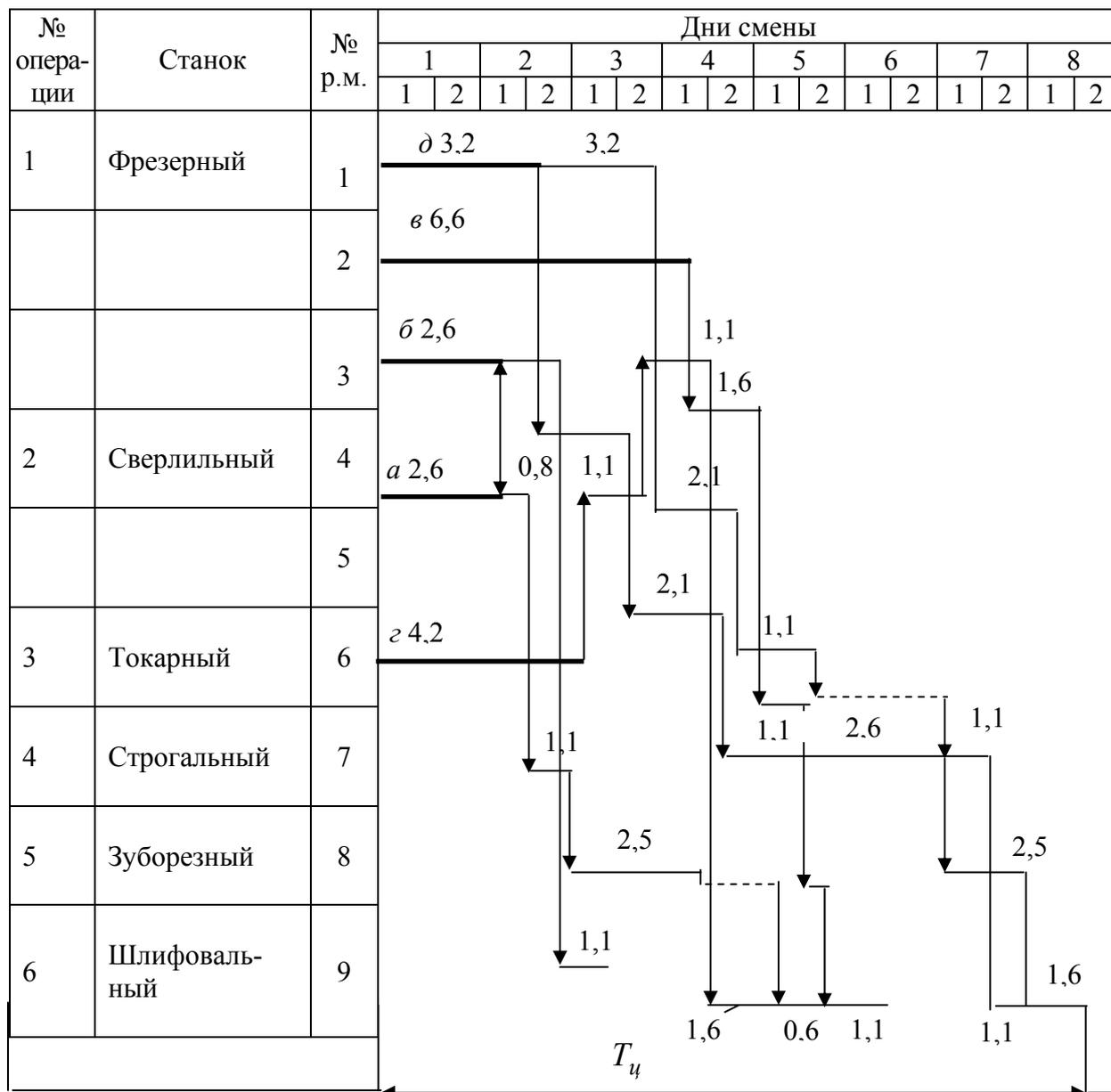


Рис. 5.10. График обработки и прохождения по участку партии деталей изделия А

6. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

6.1. Понятие производственной мощности предприятия и факторы, ее определяющие

Под производственной мощностью понимается максимально возможный выпуск продукции предприятием, цехом, участком в течение определенного промежутка времени (обычно год) по установленной планом номенклатуре и установленного качества, рассчитанный на основе полного использования производственных площадей и всего наличного оборудования, при применении передовых технических норм его производительности, передовой технологии и наиболее совершенной организации труда. Измеряется производственная мощность в тех же единицах, что и производственная программа (штуках, метрах, тоннах и т.п.).

Величина производственной мощности зависит, прежде всего, от качества основных фондов и степени их использования. Определяя производственную мощность, исходят из всего закрепленного за производством наличного оборудования, за исключением резервного, с учетом тех работ по модернизации и совершенствованию оборудования, которые будут проведены до начала планового периода. На величину мощности и ее использование влияют и применяемые в производстве инструменты и приспособления. Применение новых инструментов и приспособлений позволяет использовать более эффективные техпроцессы, сокращает затраты вспомогательного времени. Значительное влияние на величину мощности оказывают качество и состав сырья. Увеличение и лучшее использование производственной мощности зависят также от технологии производства. Значительное влияние оказывает на величину производственной мощности и специализация производства. Особенно большое влияние на объем выпускаемой продукции оказывают культурно-технический уровень кадров и их отношение к труду.

Важным фактором, влияющим на величину производственной мощности, является уровень организации труда и производства, одним из элементов которой является режим работы предприятия (сменность, продолжительность рабочего дня, число рабочих дней в году). При планировании производственной мощности различают три ее разновидности:

- входная;
- выходная;
- средняя.

Входной мощностью называется мощность предприятия (цеха, участка) на начало планового периода, как правило, на начало года.

Входная мощность определяется на основе:

- имеющегося оборудования, технологической оснастки и производственных площадей;

– на основе тех работ по дополнительному техническому оснащению предприятия (цеха, участка), которые будут произведены к началу планового периода.

Выходная мощность – это мощность на конец планового периода. Она определяется с учетом работ, намеченных планом по строительству и дооборудованию предприятия, а также модернизации оборудования.

Выходная мощность определяется по формуле

$$M_{\text{вых}} = M_{\text{вх}} + M_c + M_m - M_y,$$

где $M_{\text{вх}}$ – входная мощность; M_c – мощность, вводимая в действие в результате выполнения строительных и монтажных работ; M_m – мощность, нарастающая в результате модернизации оборудования и совершенствования техпроцессов; M_y – убыль мощности в результате снятия с производства устаревшего оборудования и сооружений.

Средняя мощность – это средняя мощность предприятия (цеха, участка) в плановом или отчетном году. Она в сопоставлении с фактическим выпуском продукции в текущем году показывает напряженность плана, уровень использования мощности. При равномерном наращивании производственных мощностей на предприятии на протяжении всего года за счет организационно-технических мероприятий, а также при равномерном пополнении оборудования средняя (среднегодовая) мощность определяется как частное от деления суммы входной и выходной мощностей на два. Если же предусматриваются мероприятия, которые проводятся в разное время года, и существенно отражаются на мощности предприятия, например, ввод мощностей путем установки значительного числа оборудования, сооружение новых цехов, участков, выбытие части мощностей, то среднегодовая мощность определяется как сумма входной мощности и среднегодового прироста мощности за вычетом среднегодовой выбывающей мощности.

Среднегодовая вводимая мощность определяется путем умножения вводимого прироста мощностей на число месяцев действия до конца года и делением на 12 (число месяцев в году).

Например:

В цехе вводится производственная мощность: 1 апреля – 100 тыс. тонн и 1 октября – 100 тыс. тонн продукции, тогда

$$M_{\text{пр}} = \frac{100000 \cdot 9 + 100000 \cdot 3}{12} = 100 \text{ тыс. т.}$$

Среднегодовая выбывающая мощность рассчитывается путем умножения убывающей мощности на число месяцев в году, в течение которых она не использовалась и делением на 12.

В общем виде величину средней мощности можно рассчитать по формуле

$$M_{cp} = M_{ex} + \frac{\sum_{i=1}^{12} M_{np} \cdot T_{np}}{12} - \frac{\sum_{i=1}^{12} M_y \cdot T_{выв}}{12},$$

где M_{cp} – среднегодовая величина мощности; M_{np} – прирост мощности; T_{np} – продолжительность использования вновь вводимой мощности в месяцах; M_y – убыль мощности; $T_{выв}$ – число месяцев с момента вывода определенной мощности до конца года.

Из рассмотрения этих трех показателей мощности видно, что сама величина производственной мощности – это динамический показатель, изменяющийся по мере развития техники, улучшения организации производства, повышения использования техники передовыми рабочими.

Однако определенная с учетом перечисленных факторов величина производственной мощности не нуждается в частном пересмотре. Она устанавливается на два-три года и только в случае существенных изменений в условиях производства может пересматриваться через более короткие периоды времени. Максимальное количество продукции, которое изготавливается на предприятии, и которое характеризует его производственную мощность, не всегда равны.

Отношение планируемого выпуска продукции предприятия к его мощности определяет планируемое использование производственной мощности, а отношение фактического выпуска продукции к величине мощности характеризует достигнутый уровень ее использования.

6.2. Основы расчета производственной мощности

Расчет производственной мощности является важной частью обоснования плана производства, так как на ее основе определяется объем выпуска продукции, выявляются резервы роста производства и составляются балансы производственных мощностей. Расчеты производственной мощности необходимы для обоснования экономической целесообразности специализации и кооперирования предприятий планируемого объема капитальных вложений.

Расчет производственной мощности базируется:

- на использовании опыта передовых заводов;
- на использовании рабочих, полностью освоивших технику и производство и добившихся устойчивого выполнения и перевыполнения норм;

Производственная мощность завода в целом определяется по мощности ведущих цехов, в которых сосредоточена преобладающая часть основных фондов или производственных площадей предприятия, где

выполняются важнейшие технологические операции (в машиностроении чаще всего ведущими цехами являются механосборочные цехи).

В ведущих цехах производственная мощность рассчитывается по ведущим участкам или ведущему оборудованию с учетом следующих условий:

1. Расчет должен производиться по выпуску продукции только установленного качества и установленной номенклатуры;

2. Расчет ориентируется на максимальное использование основных производственных фондов (производственная площадь и производственное оборудование) по количеству, по времени, по интенсивности;

3. Расчет производится с учетом влияния способа организации производства.

Основными исходными данными для расчета производственной мощности предприятия являются:

1. Количество и технический уровень технологического оборудования и производственных площадей.

2. Режим работы.

3. Технологический процесс и нормы времени на изготовление продукции.

4. Производственная программа (номенклатура изделий и количественные соотношения их выпуска).

Главнейшим фактором, определяющим величину производственной мощности машиностроительного предприятия, являются его основные фонды (и, прежде всего их активная часть – технологическое оборудование, а также производственная площадь). Поэтому при определении производственной мощности возникает требование тщательно выявить количественный и качественный состав парка оборудования и все производственные площади, которые должны быть учтены.

Расчет мощности ведется по всему производственному оборудованию, закрепленному за цехами. В расчет принимается не только действующее оборудование, но и бездействующее вследствие неисправности, ремонта, модернизации, отсутствия загрузки и т.д.

Не принимается в расчет мощности по производству основной продукции оборудование вспомогательных служб завода: ремонтно-механических, электроремонтных, инструментальных и т.п. цехов, а также участков того же назначения в основных производственных цехах. Документом, в котором сосредоточены перечень и техническая характеристика всего оборудования завода, является его производственно-технический паспорт. При расчете количества оборудования необходимо его группировать отдельно по каждому подразделению. Внутри подразделения оборудование группируется по признаку его взаимозаменяемости.

В сборочных цехах главнейшим показателем являются площади цеха. Различаются производственные площади, на которых осуществляется

технологический процесс, вспомогательные, на которых размещены вспомогательные и обслуживающие хозяйства цеха, и бытовые помещения.

В расчет мощности принимаются все производственные площади производственных цехов, занятые:

- а) производственным оборудованием;
- б) рабочими местами, в том числе верстаками, сборочными стендами и т.п.;
- в) транспортным оборудованием: конвейерами, рольгангами, склизами и т.п.;
- г) заделами у рабочих мест;
- д) проходами между оборудованием и между рабочими местами (кроме магистральных проездов).

Вспомогательные площади при определении мощности в расчет не принимаются. К ним относятся площади:

- инструментального и ремонтного хозяйства;
- цеховых складов и кладовых;
- помещения технического контроля;
- отделений приготовления и раздачи охлаждающей жидкости;
- прочих вспомогательных помещений;
- пожарных и магистральных проездов.

В условиях, когда предприятие выполняет множество различных производственных операций над большим количеством деталей, базой для расчета производственной мощности не могут служить нормы производительности оборудования. Для расчетов используют нормы выработки или нормы времени на изготовление продукции.

Сумма норм времени на изделие выражает его трудоемкость. Корректируя ее на процент выполнения норм, получают количество рабочего времени, затрачиваемого рабочими на изготовление изделия (в человеко-часах), и приравнивают эту величину (по станочным работам) к времени загрузки оборудования (в станко-часах).

Количество человеко-часов равно количеству станко-часов, если каждый станок обслуживается одним рабочим. Если же рабочий одновременно обслуживает несколько станков или один станок обслуживается бригадой рабочих, то количество станко-часов и человеко-часов не совпадает.

Нормированное время в человеко-часах при многостаночном обслуживании T_1 определяется по формуле

$$T_1 = T \cdot k_{nn},$$

где T – нормированное время при одностаночном обслуживании; k_{nn} – коэффициент понижения норм при переходе на многостаночное обслуживание.

Основное требование, которое предъявляется к нормам, закладываемым в расчет мощности, заключается в том, чтобы они были технически обоснованными, отражали передовую технологию и прогрессивные нормативы.

Расчет прогрессивных норм осуществляется следующим образом. Данные о выполнении норм выработки рабочими цеха (участка) за квартал, принятый в качестве базы, группируются по профессиям. Из числа рабочих, имеющих наибольшее выполнение норм, отбирается группа, составляющая 20 ÷ 25 % общего числа рабочих данной профессии. Средневзвешенный процент выполнения норм по этой группе и принимается в качестве прогрессивного уровня выполнения норм для данной профессии.

Пример определения прогрессивного процента норм приведен в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Определение прогрессивного процента выполнения норм

Выполнение норм, %	Среднесписочная численность рабочих	Удельный вес рабочих в группе, %	Нормированное время в часах	Фактически отработанное время в часах	Средний % выполнения норм
До 99	1	6,3	570	581	98
100 – 119	8	50,0	4650	4002	116,2
Свыше 120	7	43,7	4040	3010	134,0
Всего	16	100	9260	7539	122

Как видно из примера, 7 человек выполняют норму выше среднего процента (134 %). Этот процент и принимается в качестве прогрессивного уровня выполнения норм всей группой токарей.

Действующие технические нормы, поделенные на указанный процент, принимаются при расчете мощности в качестве прогрессивных норм для определения трудоемкости изделий. Между средним и прогрессивным выполнением норм существует определенная зависимость, которая принята в качестве коэффициента приведения (κ_{np}) средних норм выработки к прогрессивному уровню

$$\kappa_{np} = \kappa_n / \kappa_{cp},$$

где κ_n – прогрессивный процент выполнения норм выработки передовиками производства, %; κ_{cp} – средневзвешенный процент выполнения норм по группам рабочих, %.

В нашем примере κ_{np} составляет 1,1 (134 / 122).

Для упрощения расчетов по приведению среднего уровня выполнения норм до прогрессивного для предприятий машиностроения рекомен-

дованы следующие коэффициенты приведения: 1,1 при κ_{cp} до 125 %; 1,12 при κ_{cp} от 126 до 150 %.

Прогрессивная трудоемкость изделия определяется делением действующей трудоемкости на прогрессивный процент выполнения норм и умножением на 100.

Например, трудоемкость изделия А на токарном станке 1К62 составляет 68,5 нормо-часа, а прогрессивный уровень выполнения норм – 134 %, тогда прогрессивная трудоемкость будет равна

$$\frac{68,5 \cdot 100}{134} = 47,2 \text{ нормо-ч.}$$

Кроме того, учитывая неуклонный рост производительности труда, трудоемкость изделий на конец года будет меньше, чем на начало года.

Следовательно, прогрессивная трудоемкость, закладываемая в расчет мощности на конец года, тоже будет соответственно меньше.

Для получения трудоемкости на конец года ужесточают прогрессивную начальную трудоемкость по данной группе оборудования на коэффициент, отражающий запланированное повышение производительности труда.

Например, для изделия А трудоемкость (прогрессивная) составляет 47,2 нормо-часа, а рост производительности труда запланирован на 8 %, тогда прогрессивная трудоемкость на конец года составит

$$\frac{47,2}{1,08} = 43,7 \text{ нормо-ч.}$$

На предприятиях номенклатура программы достигает десятков, сотен и даже тысяч позиций.

Если расчет будет выполняться по такой обширной номенклатуре, то величина мощности, выраженная в сотнях или тысячах номенклатурных позиций, будет необозримой.

Поскольку производственная мощность предприятия зависит от номенклатуры изделий по производственной программе, постольку последняя должна давать четкое представление о профиле предприятия и быть достаточно обозримой, т.е. не содержать чрезмерно обширной номенклатуры изделий.

В этих случаях для определения производственной мощности пользуются расчетной программой. В расчетной программе применяются те же единицы измерения, которые приняты для данных изделий в плане производства предприятия.

В расчетную программу не включаются:

– единичные неповторяющиеся заказы;

- случайные заказы;
- поставки по кооперации, не носящие устойчивого систематического характера;
- услуги своему капитальному строительству;
- капитальный ремонт собственных основных фондов и др.

При составлении расчетной программы производят укрупнение номенклатуры путем объединения разных наименований изделий в группы по конструктивно-технологическому подобию и приведение всей группы к одному базовому изделию – представителю. Необходимо, чтобы структура трудоемкости приводимых изделий была, возможно, более близка к структуре трудоемкости изделия – представителя и чтобы последнее имело в группе наибольший выпуск и наибольшую суммарную трудоемкость.

Пример укрупнения номенклатуры программы приведен в табл. 6.2.

Если в программу включены изделия, ранее не выпускаемые, то при расчете мощности они приравниваются к аналогичным уже освоенным изделиям.

Расчет производственной мощности выполняется в последовательности от низшего звена к высшему, т.е. от мощности групп 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, рассчитывается по формуле

$$M = C_y \cdot P_m \cdot F_\partial,$$

где C_y – количество установленного оборудования, шт.; P_m – часовая производительность единицы оборудования; F_∂ – действительный фонд времени единицы оборудования.

Таблица 6.2

Укрупнение номенклатуры программы

Изделие	Трудоемкость изделий по действующим нормам, в нормо-часах	Коэффициент приведения трудоемкости изделий к изделию-представителю	Количество изделий по программе	Приведенные количества изделий-представителей	Количество изделий по укрупненной расчетной программе
А	396	1,0	1300	1300	
В	360	0,91	100	91	
С	415	1,05	20	21	
Итого			1420	1412	1412

Производственная мощность непрерывно-поточной синхронизированной линии $M_{нп}$ зависит от действительного фонда времени ее работы $F_{д}$ и такта работы поточной линии:

$$M_{нп} = F_{д} / r_{вып}.$$

Производственная мощность сборочного участка при сборке изделий на полу определяется по формуле

$$M_{сб} = (S_y F_{дн} \kappa_{вн}) / (T_{ц} S_{изд} \kappa_{дн}),$$

где S_y – общая площадь сборочного участка, м; $F_{дн}$ – действительный фонд времени использования площади участка, ч; $\kappa_{вн}$ – коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь участка (проходы, проезды и т.д.); $T_{ц}$ – цикл сборки типового изделия-представителя, ч; $S_{изд}$ – площадь, занимаемая одним собираемым изделием-представителем, м²; $\kappa_{дн}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, необходимую при сборке изделия (для хранения деталей, приспособлений и т.п.) ($\kappa_{дн} > 1$).

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 звено, мощность которого меньше мощности ведущего звена. Для ликвидации узких мест разрабатываются организационно-технические мероприятия.

К их числу относятся:

- перераспределение работ между исполнителями;
- увеличение сменности работы;
- внедрение научной организации труда (НОТ);
- перераспределение оборудования между участками и цехами;
- улучшение технологической оснащенности производства;
- модернизация существующего оборудования;
- пополнение парка оборудования и др.

Рассчитанные и выравненные производственные мощности отдельных участков являются основой для определения производственной мощности цеха.

Производственная мощность вспомогательных цехов и участков устанавливается из расчета полного обеспечения их продукцией нормальной производственной деятельности основного производства.

Расчет производственной мощности цеха, включающего агрегаты периодического действия, определяется по формуле

$$M_{ц} = Q \cdot \kappa_{zn} \frac{F_{\partial}}{T_{ц}},$$

где Q – масса сырья, вмещаемого агрегатом, т; κ_{zn} – коэффициент выхода готовой продукции; $T_{ц}$ – длительность цикла переработки партии сырья, ч.

Производственная мощность механического цеха $M_{мех}$ определяется по формуле (в штуках)

$$M_{мех} = \frac{F_{\partial}}{T_{пл}},$$

где $T_{пл}$ – плановая трудоемкость изготовления одного изделия на i -той группе оборудования; F_{∂} – действительный фонд времени i -той (ведущей) группы оборудования, ч/мин.

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

Возможный выпуск продукции сборочного цеха определяется по формуле

$$M_{сб} = \frac{F_{\partial}}{S_i T_{ци}},$$

где F_{∂} – действительный фонд времени работы полезной площади цеха, ч; S_i – площадь, необходимая для сборки одного i -того изделия, м²; $T_{ци}$ – длительность цикла сборки i -того изделия, ч/мин.

Производственные мощности отдельных цехов (как основных, так и вспомогательных) должны выравниваться путем разработки соответствующих организационно-технических мероприятий. При отсутствии такой возможности производственные предприятия определяются производственной мощностью ведущего цеха.

6.3. Показатели использования производственной мощности и пути ее повышения

Наиболее обобщающими показателем является коэффициент использования производственной мощности

$$\kappa_{исп} = \frac{П_{фак}}{П_{мак}},$$

где $П_{фак}$ – объем фактически выработанной продукции; $П_{мак}$ – максимально возможный объем производства.

На практике $P_{\text{мак}} > P_{\text{фак}}$ из-за различных потерь. Все потери можно разбить на три группы:

1. Потери в использовании фонда рабочего времени оборудования и площадей (ремонт, модернизация, поломки, плохая организация производства и т.д.).

2. Потери, связанные с непроизводительной работой технологического оборудования (брак, дополнительные работы, связанные с исправлением брака, увеличение вспомогательного времени и т.п.).

3. Потери, связанные с некомплектностью оборудования (неравномерная загрузка отдельных типов оборудования).

Таким образом, количество выпущенной продукции зависит от коэффициента использования орудий труда (оборудования).

Различают два показателя использования оборудования: экстенсивный и интенсивный.

Экстенсивный показатель использования оборудования характеризует использование фонда времени его работы.

Этот показатель равен отношению времени, фактически отработанного оборудованием (станком), ко времени его возможного использования:

$$K_{\text{экс}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i n_i}{F_{\text{нз}}},$$

где $\sum_{i=1}^m t_i n_i$ – трудоемкость технологических операций по данной группе оборудования с учетом перевыполнения норм; m – число наименований деталей; n – количество деталей одного наименования; $F_{\text{нз}}$ – номинальный фонд времени работы оборудования при эксплуатации его в три смены.

Степень экстенсивного использования оборудования тем выше, чем больше времени оно работает и чем меньше имеет простоев.

Интенсивный показатель использования оборудования равен отношению минимально необходимого количества времени на производство продукции, определенного по прогрессивным расчетным нормам, к фактически затраченному времени:

$$K_{\text{инт}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} t_{\text{нп}} \cdot n}{\sum_{i=1}^{i=m} t \cdot n},$$

где t_{np} – среднепрогрессивные (расчетные) нормы времени на обработку деталей; n – количество деталей данного наименования; m – число наименований деталей.

Произведение коэффициентов экстенсивного и интенсивного использования дает интегральный (комплексный) коэффициент (показатель) использования оборудования $K_{ком}$.

$$K_{ком} = K_{экс} \cdot K_{ин}.$$

Он характеризует использование оборудования в целом, как во времени, так и по производительности.

В свою очередь $K_{экс}$ и $K_{ин}$ также дифференцируются.

$$K_{экс} = K_{реж} \cdot K_{np} \cdot K_{загр},$$

где $K_{реж}$ – потери из-за установленного режима работ; K_{np} – потери из-за простоя; $K_{загр}$ – коэффициент загрузки.

$$K_{реж} = \frac{F_{н.принят.}}{F_{нз}};$$

$$K_{np} = \frac{F_{д.об.}}{F_{н.принят.}};$$

$$K_{загр.} = \frac{F_{факт.}}{F_{д.об.}};$$

$$K_{экс} = \frac{F_{н.принят.} \cdot F_{д.об.} \cdot F_{факт.}}{F_{нз} \cdot F_{н.принят.} \cdot F_{д.об.}} = \frac{F_{факт.}}{F_{нз}};$$

$$K_{ин} = K_{маш} \cdot K_{н.з.} \cdot K_{бр.},$$

где $K_{маш}$ – коэффициент машинного времени; $K_{н.з.}$ – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время; $K_{бр.}$ – коэффициент, учитывающий брак.

$$K_{маш} = \frac{t_o}{t_{ум}}; \quad K_{н.з.} = \frac{t_{ум}}{t_k};$$

$$K_{бр.} = \frac{t_k}{t_\phi}, \text{ т.е. } K_{ин} = \frac{t_o \cdot t_{ум} \cdot t_k}{t_{ум} \cdot t_k \cdot t_\phi} = \frac{t_o}{t_\phi}.$$

В условиях рыночной экономики для быстрого реагирования на изменение потребительского рынка предприятиям необходимо иметь резерв-

ную мощность, определенную как разность между производственной мощностью предприятия и выпуском продукции по плану в соответствии с заключенными договорами. Наличие резерва позволит предприятию оперативно перестраивать производство на нужный продукт. Правильное планирование использования производственных мощностей означает прежде всего увеличение выпуска продукции без дополнительных затрат на капитальное строительство. Этим самым достигается повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции. Чем выше показатель использования производственной мощности, тем выше производительность труда. Однако машиностроительные заводы повсеместно работают не на полную мощность. Основные пути улучшения использования производственной мощности тесно связаны с мероприятиями, позволяющими снизить трудоемкость продукции, сократить простои оборудования, увеличить производительность труда рабочих. К таким мероприятиям можно отнести: технические, организационные, экономические, социальные и экологические.

Мероприятия технического характера:

- сокращение затрат основного времени на единицу продукции;
- сокращение затрат вспомогательного времени;
- сокращение потерь времени на непроизводительную работу оборудования.

Средствами реализации этих мероприятий являются:

- внедрение новой техники;
- внедрение новых эффективных технологических процессов (скоростное резание, силовое резание и др.);
- повышение качества используемых материалов;
- механизация и автоматизация процессов.

К мероприятиям организационного характера относят специализацию цехов, участков и рабочих мест; внедрение поточных методов работы; соответствие структуры технологических процессов обработке структуре технологического парка оборудования; развитие специализации и кооперирования и др.

К экономическим факторам относятся установление государственного налога на недвижимость (1 % от остаточной стоимости основных фондов), отчислений от прибыли. Эти меры обязывает предприятия реализовывать неиспользуемое оборудование и наиболее полно использовать все имеющиеся основные фонды.

К социальным факторам относят мероприятия по созданию нормальных условий труда и отдыха работающих, повышению квалификации кадров, освоению смежных профессий и т.п.

К экологическим факторам относят создание условий для очистки воздуха от вредных веществ, охраны окружающей природной среды и т.д.

Все вышеперечисленные факторы взаимодействуют между собой и их необходимо внедрять комплексно.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. Понятие производственной мощности предприятия.
2. Разновидности производственной мощности предприятия и методы их расчета.
3. Основы расчета производственной мощности.
4. Показатели использования производственной мощности и пути их повышения.
5. Каковы основные пути улучшения использования производственной мощности.

Тематика исследований и рефератов

1. Расчет годового действительного фонда времени работы оборудования в прерывном производстве.
2. Исходные данные для расчета производственной мощности и предъявляемые к ним требования.
3. Понятие производственной мощности и факторы, ее определяющие.
4. Основные показатели использования производственной мощности и методика их расчета.

Тестовые задания

1. Производственная мощность M поточной линии рассчитывается по формуле

а) $M = r \cdot F_q / 60$;

б) $M = (F_q / r) \cdot 60$;

в) $M = r \cdot C / 60 \cdot F_q$;

г) $M = (F_q / r) \cdot C / 60$,

где r – такт поточной линии, мин; F_q – действительный годовой фонд времени работы линии, час; C – количество рабочих мест.

2. Коэффициент загрузки оборудования K_{30} определяется по формуле

а) $K_{30} = N \cdot t / 60F_q$;

б) $K_{30} = N \cdot t / F_q$;

в) $K_{30} = F_q / N \cdot t$;

г) $K_{30} = F_q / N \cdot t \cdot 60$,

где t – трудоемкость изделия, мин; N – производственная программа, шт.

3. Считается «узким» местом группа оборудования, у которой

а) коэффициент пропускной способности меньше единицы;

б) коэффициент пропускной способности больше единицы;

в) коэффициент пропускной способности меньше коэффициента пропускной способности ведущей группы оборудования;

г) коэффициент пропускной способности больше коэффициента пропускной способности ведущей группы оборудования.

4. Определить действительный годовой фонд времени работы оборудования при прерывном производстве:

а) $F_q = F_k - F_{mn}$;

б) $F_q = F_p - F_{mn}$;

в) $F_q = F_k - F_p - F_{mn}$;

г) $F_q = F_p - F_c$,

где F_k – календарный фонд времени; F_p – режимный (номинальный) фонд времени; F_{mn} – время на планово-предупредительные ремонты; F_c – фонд времени сезонной работы.

5. Определите производственную мощность M сборочного цеха:

а) $M = F_q / T_c + S / S_c$;

б) $M = (F_q / T_c) \cdot (S / S_c)$;

в) $M = F_q / T_c \cdot S / S_c$;

г) $M = F_q \cdot T_c \cdot S_c / S$,

где S_c – площадь, занимаемая одним рабочим местом, м²; T_c – время сборки, час; S – площадь цеха, м².

6. Коэффициент пропускной способности группы оборудования:

а) $K_{nc} = \frac{T_n}{C \cdot F_q}$;

б) $K_{nc} = \frac{C \cdot T_n}{F_q}$;

в) $K_{nc} = \frac{C \cdot F_q}{T_n}$;

г) $K_{nc} = \frac{T_n \cdot F_q}{C}$,

где C количество оборудования, шт.; T_n – прогрессивная трудоемкость производственной программы, час.

Обосновать возможность такого увеличения выпуска продукции, если планируется рост коэффициента использования производственной мощности на 3 %.

При необходимости определить объем вводимых мощностей (коэффициент освоения равен 0,8).

Задача 6.2. На производственном участке механического цеха в течение квартала (62 рабочих дня) должно быть изготовлено 25 тыс. валиков. Технологический процесс изготовления валиков приведен в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Технологический процесс изготовления валиков

Операция	Норма времени, час	Процент выполнения норм
Токарная	0,6	125
Фрезерная	0,78	110
Сверлильная	0,24	120

Режим работы участка двухсменный. Планируемые потери времени на ремонт оборудования – 10 %.

Определить необходимое количество станков каждого вида и их загрузку.

Решение.

Определяем действительный фонд времени работы единицы оборудования по формуле

$$F_q = F_{пл} \cdot T_{см} \cdot f \cdot \alpha_k,$$

где $F_{пл}$ – время работы оборудования в плановом периоде, час; $T_{см}$ – продолжительность смены, час; f – количество рабочих смен в сутках; α_k – коэффициент, учитывающий потери времени на капитальный ремонт.

Подставляя значение данных в формулу, получим

$$F_q = 62 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,9 = 892,8 \text{ часа}.$$

2. Определяем необходимое количество станков каждого типа по формуле

$$C_p = \frac{t_{вр} \cdot N}{K_{вн} \cdot F_q},$$

где $t_{вр}$ – норма времени, час; N – программа выпуска, шт.; $K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.

Для токарной операции имеем

$$C_p = \frac{0,6 \cdot 25000}{1,25 \cdot 892,8} = 13,44;$$

$$C_{пр} = 14 \text{ станков}.$$

Для фрезерной операции

$$C_p = \frac{0,28 \cdot 25000}{1,1 \cdot 892,8} = 19,86;$$

$$C_{np} = 20 \text{ станков.}$$

Для сверлильной операции

$$C_p = \frac{0,24 \cdot 25000}{1,2 \cdot 892,8} = 5,6;$$

$$C_{np} = 6 \text{ станков.}$$

3. Определяем коэффициент загрузки оборудования для каждой операции. Для этого используем формулу

$$\eta_z = \frac{C_p}{C_{np}};$$

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

$$\eta_z = \frac{5,6}{6} = 0,93.$$

Задача 6.3. 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 часов каждая). В квартале 65 рабочих дней. Потери времени на ремонт составляют 6 %. Плановая загрузка – 8400 нормо-ч, коэффициент выполнения норм на участке – 1,2. Норма времени на обработку одной детали – 2 часа.

Задача 6.4. Определить мощность участка механического цеха по данным: на участке установлено 10 единиц оборудования, годовой фонд времени работы станка – 3950 ч, прогрессивный уровень выполнения норм выработки – 110 %, технически обоснованная норма времени на обработку детали – 0,6 ч.

Задача 6.5. В цехе установлено 10 токарных станков. Режим работы цеха: длительность смены – 8 часов, количество смен – 2, рабочих дней в году – 250. Нормативная трудоемкость обработки детали на станке – 20 мин, прогрессивное выполнение норм выработки – 120 %, время потерь на плановый ремонт станков – 6 %.

Рассчитать мощность данной группы оборудования.

Задача 6.6. Рассчитать потребное число станков по операциям и их загрузку на линии. Годовое задание составляет 900000 шт., потери времени в работе оборудования – 7 %, линия работает в две смены по 8 часов. Технологический процесс обработки следующий:

№ операции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Норма времени, мин	0,62	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4

Задача 6.7. Определить необходимое количество оборудования, если известно: трудоемкость продукции – 150 тыс. нормо-часов, прогрессивный уровень выполнения норм выработки – 110 %, полезный фонд времени работы станка в год – 3900 ч.

Задача 6.8. Определить мощность участка по следующим данным: на участке установлено 15 единиц оборудования. Годовой фонд времени работы станка – 3900 ч, прогрессивный уровень выполнения норм выработки – 108 %. Технически обоснованная норма времени на обработку детали – 0,4 ч.

Задача 6.9. Определить мощность и коэффициент загрузки станка по следующим данным: в году 256 рабочих дней, режим работы – двухсменный, продолжительность смены – 8 ч, потери времени на ремонт станка – 4 %, годовой план изготовления деталей на станке – 500 шт., трудоемкость детали – 5 нормо-часов, коэффициент выполнения норм – 1.1.

Задача 6.10. Найти коэффициент использования размерных параметров токарного станка с высотой центров 400 мм, если в течение месяца на нем обрабатывались детали диаметром: до 100 мм – 30 %, до 200 мм – 40 %, до 400 мм – 30 %.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

7.1. Организация инструментального хозяйства

7.1.1. Задачи и структура инструментального хозяйства

На промышленных предприятиях используется множество видов инструментальной и технологической оснастки, поэтому работа цехов, участков и рабочих мест зависит от своевременного обеспечения их различным инструментом. От качества и стойкости применяемого инструмента зависит степень использования материальных ресурсов, производительность труда, себестоимость продукции и другие показатели.

Инструментальное хозяйство – это совокупность общезаводских и цеховых подразделений предприятия (отделов, групп, цехов, участков), занятых определением потребности, приобретением, проектированием, изготовлением инструмента и оснастки, ее учетом, хранением, выдачей в цехи и на рабочие места, техническим надзором.

Задачами инструментального хозяйства являются:

- обеспечение всех рабочих мест инструментом высокого качества и в требуемые сроки;
- организация правильной и экономичной эксплуатации инструмента;
- снижение затрат на изготовление инструмента, его ремонт и восстановление;
- выработка системы, которая постоянно поддерживала бы необходимые запасы.

Для выполнения этих задач на предприятии создаются определенные службы и производственные подразделения, а также устанавливаются их взаимные связи и связи с цехами предприятия.

В структуру инструментального хозяйства входят:

- инструментальные цехи;
- центральный инструментальный склад (ЦИС);
- база восстановления инструмента;
- инструментальная раздаточная кладовая (ИРК);
- заточные отделения в цехах;
- ремонтные базы, участки или отделения в цехах.

На крупных и средних предприятиях управление инструментальным хозяйством осуществляется инструментальным отделом. В состав инструментального отдела входят:

- заместитель начальника отдела по производству оснастки;
- заместитель начальник отдела по эксплуатации;
- планово-экономическое бюро;
- технический сектор и др.

7.1.2. Классификация и индексация инструмента

С целью более эффективной эксплуатации инструмент классифицируется на определенные группы. Классификация производится в соответствии с его производственно-технологическим назначением и конструктивными особенностями. Она служит для систематизации номенклатуры инструмента, позволяет преодолеть трудности, связанные с планированием, организацией учета, выдачей и хранением инструмента.

Классификация инструмента осуществляется по следующим признакам:

- а) по назначению:
 - рабочий (с помощью этого инструмента осуществляется производственный процесс);
 - вспомогательный (предназначен для обслуживания рабочих мест);
 - измерительный (служит для определения свойств и размеров продукции);
 - приспособления (устройства для закрепления продукции на рабочем месте);
- б) по характеру использования:
 - специальный (используется на конкретной операции только для определенных изделий);
 - нормальный (для определенных работ независимо от вида изделий);
- в) по виду обработки: литейный, кузнечный, станочный и т.д.;
- г) по виду оборудования, на котором применяется инструмент: токарный, сверлильный, фрезерный и т.д.;
- д) по десятичной системе: весь инструмент разбивается на 10 групп, группа – на 10 подгрупп, подгруппа – на 10 видов, каждый вид – на 10 разновидностей и т.д. При этом первая цифра обозначает класс инструмента, вторая – подкласс, третья – группу и т.д.

Индексация сводится к присвоению каждому типоразмеру инструмента условного обозначения в соответствии с тем положением, которое он занимает в классификаторе. Например, шифр инструмента 113 означает, что он относится к классу режущих, подклассу резцов, группе токарных.

7.1.3. Определение потребности в инструменте

Для определения потребности завода в инструменте необходимо знать:

- номенклатуру потребляемого инструмента;
- расход по каждому типоразмеру инструмента на плановый период (расходный фонд инструмента);
- величину эксплуатационного фонда цехов и завода в целом.

В цехах массового и серийного производства номенклатура нормального и нормализованного инструмента определяется по картам применяемости инструмента, а специальный инструмент – по картам техпроцесса.

В цехах мелкосерийного и единичного производства номенклатура потребляемого инструмента устанавливается на основе карт типовой оснащённости оборудования или по опытно-статистическим данным. Карты типовой оснащённости содержат перечень основных видов инструмента на каждом типе станка с указанием % применяемости каждого вида инструмента.

Потребность каждого типа инструмента на плановый период определяется по формуле

$$I_{ном} = I_{расх} + (I_{об} - I_{об.ф}),$$

где $I_{ном}$ – потребность инструмента на год; $I_{расх}$ – расходный фонд инструмента; $I_{об}$ – оборотный фонд инструмента, плановая величина; $I_{об.ф}$ – фактическая величина оборотного фонда инструмента.

Расходный фонд – это количество инструмента, которое может быть предельно израсходовано в течение года на выполнение данной программы.

Оборотный фонд – это количество инструмента, которое необходимо иметь в эксплуатации и в запасе для обеспечения бесперебойного хода процесса.

Расчет расходного фонда инструмента ($I_{расх}$)

На методику расчета влияет тип производства. В условиях массового и крупносерийного производства расчет $I_{расх}$ ведется на основе стойкости инструмента и времени его работы (норм расхода инструмента).

Норма расхода ($i_{норм}$) – количество инструмента определенного типоразмера, расходуемого при обработке детали (в практике чаще расчет ведется на 100 или 1000 шт.), тогда:

$$I_{расх} = \sum_{i=1}^{K_{изд}} N_{вып(зан)i} \cdot i_{норм},$$

где $K_{изд}$ – количество наименований изделий, обрабатываемых данным инструментом.

Расчет расходного фонда режущего инструмента

Массовое и крупносерийное производство

Расход режущего инструмента проводится на основе затрат машинного времени и стойкости инструмента

$$i_{норм} = \frac{t_{маш}}{60T_{изн}}, \text{ шт.},$$

где $T_{изн}$ – машинное время износа инструмента в часах.

Тогда

$$I_{расх} = \frac{N_{зан} \cdot t_{маш}}{60T_{изн} (1 - \eta_{уб})}, \text{ шт.}$$

где η_{yb} – коэффициент случайного выхода инструмента из строя ($\eta = 0,05 \div 0,2$).

$$T_{изн} = \left(\frac{L}{l} + 1 \right) \cdot T_{см},$$

где L – длина рабочей части инструмента (слой, допустимый к стачиванию), мм; l – толщина, снимаемая за 1 переточку, мм; $T_{см}$ – экономическая стойкость инструмента между двумя переточками, час.

Серийное и единичное производство

Количество инструмента определяется по методу средней оснащённости оборудования. Все оборудование разделяется на однородные группы, по каждой группе устанавливается доля машинного времени в общем времени работы оборудования.

Машинное время распределяется по отдельным видам инструмента в зависимости от его доли участия.

Расходный фонд рассчитывается отдельно для деталей, изготавливаемых из разных материалов.

Расчет проводится по формуле

$$I_{расх} = \sum_{i=1}^q \frac{T_{см-ч} \cdot \gamma \cdot \beta}{100 T_{изн} (1 - \eta_{yb})},$$

где $T_{см-ч}$ – количество станко-часов работы данной группы станков при выполнении заданной программы деталей из однородного материала; γ – удельный вес машинного времени в общем времени работы оборудования; β – удельное значение каждого типа режущего инструмента в оснащённости отдельной группы станков, %; q – количество групп станков, применяющих данный тип инструмента.

Расчет расходного фонда мерительного инструмента

Расходный фонд одномерного жесткого инструмента.

Количество инструмента зависит:

- от количества необходимых замеров;
- от стойкости мерителя;
- от величины допуска на его износ.

Норма расхода определяется по формуле

$$i_{норм.м} = \frac{n_{изм.дет}}{n_{изн}},$$

где $n_{изм.дет}$ – количество измерений по техпроцессу на одну деталь; $n_{изн}$ – количество измерений, выдерживаемых измерителем до его полного износа.

Тогда

$$I_{расх.м} = \frac{\sum_{i=1}^{K_{изд}} N_{вып} \cdot n_{изм.дет} \cdot P_{выбор} \cdot \eta_{уб}}{100 \cdot n_{изн}}$$

Количество измерений до его полного износа определяется по формуле

$$n_{изн} = n_{изн.мк} \cdot \delta_{изн} \cdot P_{вос} \cdot \gamma_{инс},$$

где $n_{изн.мк}$ – стойкость измерительного инструмента – число измерений до износа инструмента на 1 мк; $P_{вос}$ – количество возможных восстановительных ремонтов до полного износа; $\delta_{изн}$ – величина допустимого износа инструмента в мк; $\gamma_{инс}$ – коэффициент допустимого износа мерительного инструмента (обычно 0,7).

Универсальный мерительный инструмент.

Расходный фонд определяется укрупненно. Расчет ведется по формуле

$$I_{расх.мер} = \frac{n_{мер} \cdot i \cdot T_{пл}}{T_{см}},$$

где $n_{мер}$ – количество точек, применяющих данный инструмент; i – количество данного инструмента, применяемого на одной точке; $T_{пл}$ – планируемый период в месяцах; $T_{см}$ – срок службы мерительного инструмента в месяцах.

Например:

Микрометр	– 20 мес.
Штангенциркуль	– 24 мес.
Штангенглубиномер	– 36 мес.
Щуп	– 12 мес.
Угольник	– 40 мес.

Расходный фонд абразивного инструмента

$$I_{расх.а} = \frac{\sum_{i=1}^K N_{вып} \cdot t_{маши}}{60 \cdot T_{изн.а}},$$

где $T_{изн.а}$ – период износа абразивного инструмента до полного его использования, в часах.

Для единичного и мелкосерийного производства

$$I_{расх.а} = \sum_{i=1}^{\partial} \frac{T_{см-ч} \cdot r \cdot \gamma}{T_{изн.а}},$$

где γ – удельное значение машинного времени в общем объеме работы оборудования.

Оборотный фонд инструмента

Он устанавливается на все виды и типоразмеры инструмента.

Цеховой оборотный фонд инструмента состоит из запасов двух видов:

- инструмент, находящийся в эксплуатации;
- инструмент, находящийся в ИРК цеха, т.е.

$$I_{об} = I_{экс} + I_{зап}.$$

Эксплуатационный фонд включает в себя инструмент, находящийся в данный момент в эксплуатации цеха:

$$I_{экс} = I_{р.м} + I_{зат.},$$

где $I_{р.м}$ – количество инструмента на рабочих местах; $I_{зат.}$ – инструмент в заточке или в ремонте.

Запас инструмента в ИРК состоит также из двух видов запасов.

$$I_{зап} = I_{пер.} + I_{рез.},$$

где $I_{пер.}$ – переходящий запас инструмента в ИРК; $I_{рез.}$ – резервный (страховой) запас инструмента в ИРК.

Таким образом, оборотный фонд инструмента в цехе

$$I_{об} = I_{р.м} + I_{зат.} + I_{пер.} + I_{рез.}.$$

Структура оборотного фонда строится по системе «максимум-минимум». Сущность этой системы заключается в том, что запасы инструмента в ЦИСе и ИРК должны постоянно поддерживаться на уровне, гарантирующем бесперебойное снабжение производства. Это достигается путем своевременной периодической выдачи заказов на изготовление или приобретение того инструмента, по которому запас достиг установленной точки заказа.

При системе «максимум-минимум» устанавливается два предела запаса хранения инструмента:

1. Максимальный, выше которого запас не должен подниматься.
2. Минимальный, ниже которого запас не должен опускаться.

Размер минимального запаса I_{\min} устанавливается на основании объема и режима потребления, возможных колебаний в расходе и времени, необходимом для срочного пополнения запаса инструмента

$$I_{\max} = I_{\min} + A_{\text{м}} \cdot T_{\text{цис}},$$

где $A_{\text{м}}$ – месячный расход инструмента; $T_{\text{цис}}$ – периодичность поступления пополнений в месяцах (промежуток времени между заказами инструмента).

Чтобы запас был не ниже I_{\min} , необходимо заблаговременно выдавать заказы на изготовление или приобретение инструмента с учетом цикла их выполнения.

Своевременность выдачи заказа устанавливается так называемой точкой заказа. Точка заказа представляет собой уровень запаса, при достижении которого выдается заказ на возобновление запаса инструмента:

$$I_{\text{мз}} = I_{\min} + A_{\text{м}} \cdot T_{\text{о}},$$

где $T_{\text{о}}$ – продолжительность цикла подготовки и выполнения заказа в месяцах.

Величина $A_{\text{м}} \cdot T_{\text{о}}$ – это количество инструмента, которое расходуется за период изготовления очередной партии пополнения.

Принципиальная схема системы «максимум-минимум» приведена на рис. 7.1.

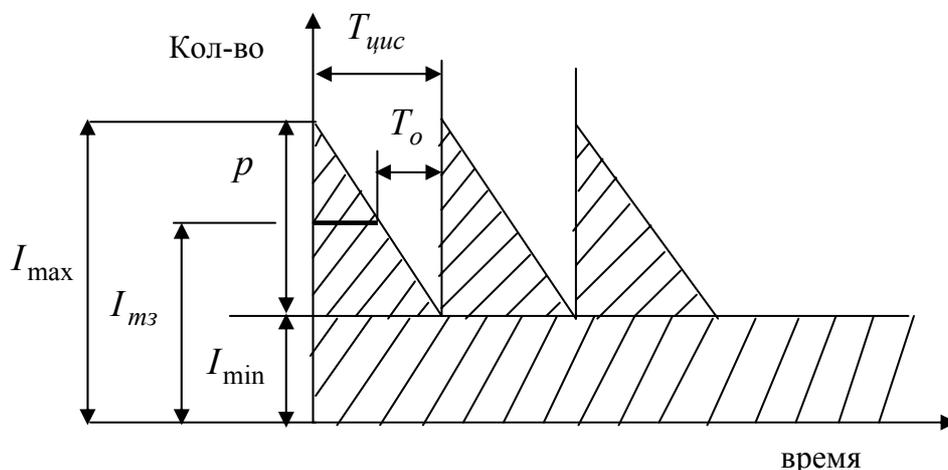


Рис. 7.1. График изменения запаса инструмента при системе «максимум-минимум»

Заказ должен выдаваться в размере разницы между I_{\max} и I_{\min}

$$P = I_{\max} - I_{\min},$$

где P – партия пополнения.

Для цеха оборотный фонд инструмента графически будет выглядеть следующим образом (рис. 7.2):

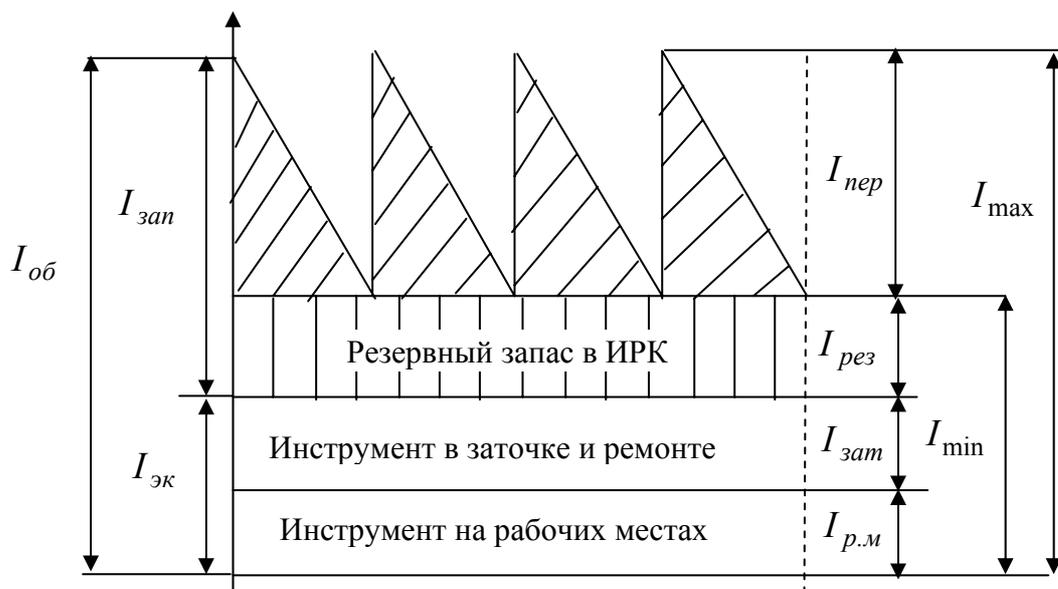


Рис. 7.2. График изменения в ИРК при системе «максимум-минимум»

Количество инструмента $I_{\text{зак}}$ и $I_{\text{зак}}$ дают I_{max} , а $I_{\text{зак}}$ и количество инструмента в страховом запасе дают I_{min} .

Оборотный фонд инструмента в различных типах производства

Единое и мелкосерийное производство

При расчете оборотного фонда инструмента в единичном и мелкосерийном производстве имеют место определенные трудности:

- отсутствует централизованная заточка инструмента;
- отсутствует регламентированный порядок снабжения инструментом рабочих мест;
- нет точных нормативов расхода инструмента.

Цеховой оборотный фонд инструмента определяется укрупненно, исходя из месячного расхода каждого типа инструмента и периода пополнения ИРК и ЦИСа. Период пополнения ИРК и ЦИСа обычно равен месяцу, иногда для инструментов, используемых в больших количествах, этот период сокращается до 0,5 месяца и даже до недели (резцы, сверла).

Оборотный фонд специального инструмента для цеха принимается минимальным, равным двум комплектам, а для ИРК его максимальное значение не должно превышать 5 комплектов (2 комплекта на рабочем месте, 1 – у наладчика и 2 – в ИРК).

Общезаводской оборотный фонд не должен превышать четырехмесячного запаса инструмента.

Контрольные цифры:

75 % общего количества инструмента в ЦИСе;

20 % в ИРК;

5 % на рабочих местах.

Массовое и крупносерийное производство

Количество инструмента на рабочих местах определяется по следующей формуле:

$$I_{p.m} = \frac{60 \cdot \Pi_{p.m}}{\tau_p} \sum_{i=1}^q Q_{p.m} \cdot K_{ин} + Q_{p.m} \cdot \eta_c,$$

где $\Pi_{p.m}$ – периодичность (ритм) подачи инструмента из ИРК на рабочие места в рабочих часах ($\Pi_{p.m}$ составляет 3,5 – 4 часа); τ_p – эквивалент экономической стойкости инструмента между двумя заточками или ремонтами, мин (периодичность съема инструмента в данных конкретных условиях)

$$\tau_p = \frac{t_{ум}}{t_{маиш}} \cdot T_{см},$$

q – количество групп оборудования, применяющих данный тип инструмента при разных условиях; $Q_{p.m}$ – число рабочих мест, одновременно применяющих данный тип инструмента в одинаковых условиях; $K_{ин}$ – количество инструмента данного типоразмера, одновременно применяемого на одном рабочем месте; η_c – коэффициент страхового запаса, учитывающий возможность задержки подноски инструмента на рабочие места.

При $K_{ин} = 1$ $\eta_c = 1$.

При $K_{ин} > 5$ $\eta_c = 2$;

для дорогостоящего инструмента $\eta_c = 0$.

Количество инструмента в заточке и ремонте

Расчет производится по формуле

$$I_{зат} = \frac{60 \cdot T_{ц.зат}}{\tau_p} \cdot \sum_1^q Q_{p.m} \cdot K_{ин},$$

где $T_{ц.зат}$ – цикл заточки (время от передачи инструмента с рабочего места в заточную мастерскую до возвращения его на рабочее место в рабочих часах).

Количество инструмента в ИРК

Для расчета используется формула

$$I_{зан} = \frac{60 \cdot \Pi_{цис}}{\tau_p} \sum_{i=1}^q \frac{Q_{p.m} \cdot K_{ин}}{P_{\text{э}}(1 - \eta_{y\text{б}})},$$

где $\Pi_{цис}$ – период восстановления запаса ИРК из ЦИСа в рабочих часах; $P_{\text{э}}$ – количество эксплуатационных периодов данного типоразмера инструмента ($P_{\text{э}} = \frac{L}{l} + 1$).

Переходящий запас, поступающий в ИРК, может быть определен по формуле

$$I_{пер} = n_{ин} \cdot \bar{H}_p \cdot \bar{P}_ц,$$

где $n_{ин}$ – партия поступления инструмента в цех из ЦИСа; \bar{H}_p – норма среднедневного расхода инструмента в период поставки; $\bar{P}_ц$ – период поставки инструмента из ЦИСа в ИРК.

Страховой запас определяется из условия

$$I_{стр} = (0,05 - 0,10) \cdot I_{пер}.$$

Оборотный фонд мерительного инструмента

Для массового и крупносерийного производства оборотный фонд можно рассчитать, если:

- известно точное количество комплектов мерительного инструмента на каждой используемой его точке;
- регламентирован порядок обслуживания рабочих мест и проверки;
- обеспечена строгая периодичность пополнения запасов ИРК из ЦИСа.

Оборотный фонд состоит из запасов трех видов:

- меритель, находящийся в работе.
- меритель, находящийся в проверке и на исправлении.
- меритель, находящийся в ИРК.

Меритель, находящийся в работе, определяется числом рабочих мест и контрольных пунктов, применяющих данный тип инструмента.

$$I_{мер} = n_m + K_{кп} \text{ (шт.)}.$$

При условии, что инструмент передается из смены в смену, n_m – количество рабочих мест, применяющих данный меритель; $K_{кп}$ – количество контрольных пунктов, одновременно применяющих данный инструмент по техпроцессу.

$$K_{кп} = \frac{\sum_{i=1}^{K_{изд}} N_{вып} \cdot P_{выбор} \cdot t_{шт.к}}{100 \cdot t_{см}},$$

где $N_{вып}$ – программа выпуска в смену, шт.; $K_{изд}$ – число наименований изделий, при измерении которых применяется данный инструмент; $P_{выбор}$ – коэффициент выборочности контроля, %; $t_{шт.к}$ – калькуляционное время на контрольную операцию (неплатежная норма); $t_{см}$ – рабочее время смены, мин.

Количество мерительного инструмента на контроле (в проверке) и исправлении

$$I_{\text{мер.пров.}} = \frac{T_{\text{ни}}}{\Pi_{\text{ни}}} \cdot I_{\text{он}},$$

где $T_{\text{ни}}$ – цикл проверки и исправления данного вида инструмента в рабочих часах (время с момента поступления с рабочего места до окончания проверки и исправления); $\Pi_{\text{ни}}$ – периодичность проверки в рабочих часах; $I_{\text{он}}$ – количество инструмента, поступающего одновременно на проверку (по заводскому графику).

Количество инструмента в инструментальной раздаточной кладовой находится по выражению

$$I_{\text{ирк}} = N_c \cdot \Pi_{\text{ирк}} (1 + K_3),$$

где N_c – среднесуточный расход инструмента, шт.; $\Pi_{\text{ирк}}$ – периодичность поставки инструмента из ЦИСа в ИРК; K_3 – коэффициент страхового запаса инструмента в ИРК.

Оборотный фонд инструмента по заводу рассчитывается по формуле

$$F_{\text{зав.об}} = F_{\text{цис}} + F_{\text{экс}};$$

$$F_{\text{экс}} = \sum I_{\text{об}};$$

$$F_{\text{цис}} = F_{\text{пер}} + F_{\text{рез}}.$$

Тогда

$$F_{\text{зав.об}} = F_{\text{пер}} + F_{\text{рез}} + \sum I_{\text{об}}.$$

Схематично изменение оборотного фонда инструмента показано на рис. 7.3.

Организация работ по инструментальному обеспечению производства включает четкое взаимодействие различных структурных подразделений. На центральном инструментальном складе сосредоточен учет всего применяемого инструмента. Здесь осуществляется качественная приемка инструмента, поступающего со стороны и от собственного производства.

Способы расположения и хранения инструмента должны обеспечивать его полную сохранность, быстрое нахождение, механизацию, раздельное хранение годного и изношенного инструмента. Наиболее эффективны автоматизированные ЦИС.

Хранение инструмента в ИРК осуществляется в соответствии с принятой системой классификации и условиями производства на данном предприятии. Выдача инструмента в цехи осуществляется через ИРК в соответствии с их лимитами.

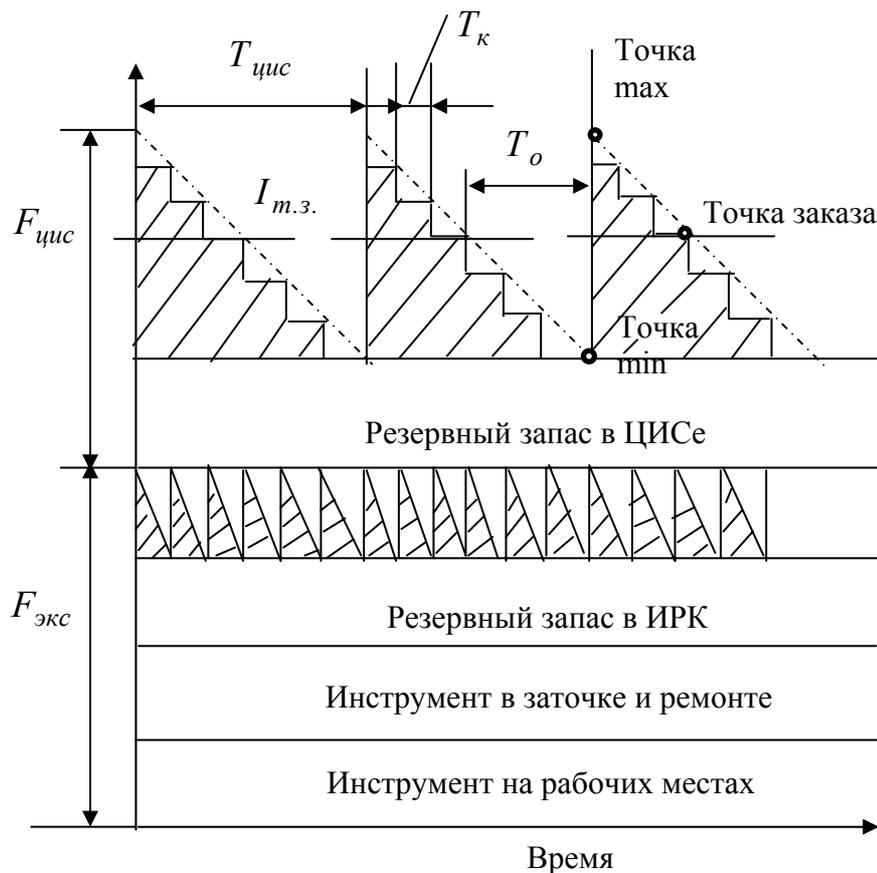


Рис. 7.3. Структура запасов инструмента предприятия

Выдача инструмента на рабочие места и возврат его в ИРК может осуществляться централизованно, т.е. работниками ИРК, и децентрализованно, когда каждый рабочий сам получает и сдает инструмент в ИРК. Инструмент, возвращенный с рабочих мест в ИРК, осматривается или проверяется контролером отдела технического контроля, после чего раскладывается по местам хранения. Инструмент, требующий ремонта или восстановления, передается в соответствующую ремонтную базу. Изношенный инструмент на рабочих местах заменяется новым, отремонтированным или восстановленным.

Участок заточки должен примыкать к ИРК цеха, что облегчает и упрощает передачу инструмента из ИРК в переточку.

Технический надзор за состоянием и эксплуатацией инструмента осуществляется путем контроля за соблюдением правил его эксплуатации, проведения инструктажа о правилах эксплуатации и хранения инструмента. Основными направлениями совершенствования инструментального хозяйства и повышения эффективности его функционирования являются:

– в области проектирования выпускаемой продукции и технологии ее производства – упрощение конструкции продукции, ее унификация и стандартизация, контроль технологичности конструкции и др.;

- в области проектирования и производства технологической оснастки
- унификация и стандартизация оснастки, ее составных частей и конструктивных элементов, применение систем автоматизированного проектирования, сокращение продолжительности разработки и изготовления оснастки;
- в области управления – развитие маркетинговых исследований, выявление конкурентных преимуществ предприятия, совершенствование учета, контроля и мотивации работ, управление инструментальным хозяйством на основе внедрения АСУП;
- в области эксплуатации, ремонта и восстановления оснастки – обеспечение нормальных условий работы ЦИС, инструментально-раздаточных кладовых, организации обеспечения рабочих мест, усиление технадзора, повышение эффективности ремонта и восстановления оснастки.

7.2. Организация ремонтного хозяйства

7.2.1. Задачи ремонтного хозяйства

В процессе эксплуатации машин происходит потеря их работоспособности из-за разрушения отдельных деталей или их поверхностей, что влечет за собой уменьшение мощности и производительности. Зависимость износа машин от времени можно выразить графически (рис. 7.4).

Восстановление важнейших характеристик оборудования осуществляется путем ремонта, в процессе которого производится замена или ремонт изношенных деталей, регулировка механизмов.

Первой задачей ремонтных служб является поддержание технологического и подъемно-транспортного оборудования постоянно в работоспособном состоянии, обеспечивающем заданную производительность и высокое качество выполняемых работ.

Кроме физического износа, существует моральный износ.

Второй задачей ремонта является модернизация морально устаревшего оборудования.

Третья задача – это удлинение межремонтных периодов и снижение расходов на ремонт.

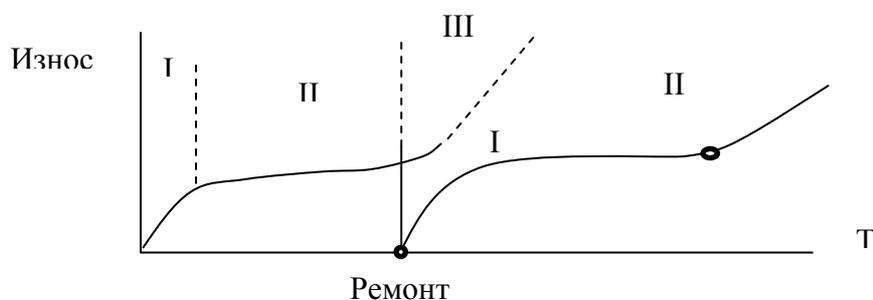


Рис. 7.4. График зависимости износа от времени:
 I – участок приработки частей машины; II – участок нормального износа;
 III – участок прогрессирующего износа

Организация ремонтного хозяйства и технического обслуживания оборудования базируется на системе планово-предупредительных ремонтов. Для выполнения ремонтных и профилактических работ на предприятиях создается специальная служба с ремонтно-восстановительными базами, цехами, складами, получившая название ремонтного хозяйства. В состав ремонтного хозяйства предприятия входят: ремонтно-строительный цех, выполняющий ремонт зданий и сооружений; электроремонтный цех, выполняющий ремонт энергооборудования и подчиненный главному энергетик; ремонтно-механический цех, выполняющий ремонт технологического оборудования и находящийся в подчинении главного механика. Ремонтная база главного механика включает также смазочное и эмульсионное хозяйство, склады оборудования и запасных частей. В крупных цехах также имеются ремонтные базы, находящиеся в ведении механика цеха.

На ремонтную службу предприятия возложено выполнение следующих работ: паспортизация и аттестация оборудования, разработка технологических процессов ремонта, планирование и выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, модернизация оборудования, совершенствование организации ремонтного хозяйства и труда работающих, занятых в этой службе.

7.2.2. Сущность и содержание системы планово-предупредительного ремонта оборудования

Под системой планово-предупредительного ремонта следует понимать совокупность организационных и технических мероприятий по техническому уходу и ремонту оборудования, проводимых по заранее составленному плану, с целью обеспечения его безотказной эксплуатации.

Системой планово-предупредительного ремонта предусматривается после отработки каждым агрегатом заданного количества часов проведение соответственно профилактических ремонтных операций. Чередование и периодичность осмотров и плановых ремонтов оборудования определяются его особенностями, назначением и условиями эксплуатации.

Все работы по уходу и ремонту оборудования можно разбить на группы:

– межремонтное обслуживание, которое носит профилактический характер. Межремонтное обслуживание включает наблюдение за выполнением правил эксплуатации оборудования, указанных в технических руководствах заводов-изготовителей, а также устранение мелких неисправностей и регулирование механизмов. Межремонтное обслуживание выполняется во время перерывов в работе агрегата без нарушения процесса производства;

– периодические ремонтные и профилактические работы, которые включают:

а) промывку оборудования. Промывке подвергаются все виды оборудования, работающие в условиях загрязненности. Перечень агрегатов и узлов, подвергающихся промывке, устанавливается отделом главного механика предприятия в соответствии с требованиями технического руководства заводов-изготовителей;

б) смену и пополнение масел. Проводится по специальному графику для всего оборудования;

в) проверку точности. Проводится после плановых ремонтов и профилактических операций по особому плану-графику для прецизионного и финишного оборудования. Проверка точности проводится в соответствии с нормами, предусмотренными ГОСТ или техническими условиями, а у агрегатов специального назначения – по технологической точности обрабатываемых деталей;

г) профилактические испытания. Проводятся для проверки электрооборудования и электросетей на основе «Правил технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий». Профилактические испытания проводятся в нерабочее время и в сроки, установленные ОГЭ. Для профилактических испытаний кранов и лифтов предусматриваются простои.

Осмотры производятся с целью проверки состояния оборудования, устранения мелких неисправностей, выявления объема подготовительных работ, подлежащих выполнению при очередном плановом ремонте.

При осмотре проводятся следующие работы:

- наружный осмотр без разборки;
- вскрытие крышек для осмотра и проверки состояния механизмов;
- регулирование зазоров и подшипников;
- регулирование фрикционов, плавности хода суппортов и столов;
- проверка систем подведения энергии, охлаждающей жидкости и др.

При осмотре перед капитальным ремонтом выполняются все работы, как и при обычном осмотре, и, кроме того, выявляются детали, которые необходимо заменить при капитальном ремонте.

Периодические плановые ремонты:

а) малый ремонт – вид планового ремонта, при котором проводится замена или восстановление изношенных деталей, срок службы которых равен межремонтному периоду. Осуществляется регулировка механизмов, обеспечивающая нормальную эксплуатацию агрегата до очередного планового ремонта. Малый ремонт – наименьший по объему из всех ремонтов. Простой оборудования для малого ремонта не планируется, за исключением массового производства. Проводится в 3-ю смену и в перерывы;

б) средний ремонт – это вид ремонта, при котором производится частичная разборка агрегата, капитальный ремонт отдельных узлов, замена и восстановление изношенных деталей, сборка и испытание под нагрузкой.

Осуществляется средний ремонт во время простоя, станок с фундамента не снимается;

в) капитальный ремонт – это наибольший по объему вид ремонта. При капитальном ремонте производится полная разборка машины. В ряде случаев станок снимается с фундамента.

При капитальном ремонте производится ремонт всех базовых деталей, замена изношенных узлов и деталей.

Проводится проверка на точность, мощность и производительность. Во многих случаях при ремонте устаревшего оборудования вместе с ремонтом проводится модернизация, которая осуществляется с целью повышения технических характеристик агрегата.

Ремонты, вызываемые авариями оборудования и не предусмотренные годовым планом ремонта, называются внеплановыми.

7.2.3. Нормативная база системы ППР

Эффективность применения системы ППР находится в прямой зависимости от совершенства нормативной базы, соответствия нормативов условиям эксплуатации оборудования. Нормативы дифференцируются по группам оборудования и содержат последовательность проведения ремонтов и осмотров, объемы ремонтных работ, их трудоемкость и материалоемкость. Важнейшими нормативами системы ППР являются:

- ремонтные циклы и их структуры;
- длительность межремонтных и межосмотровых периодов;
- категория сложности ремонта;
- нормативы трудоемкости;
- нормативы материалоемкости и др.

Ремонтным циклом называется период работы агрегата между двумя капитальными ремонтами (для оборудования, находящегося в эксплуатации).

Для вновь установленного оборудования ремонтный цикл – это период работы агрегата от начала ввода его в эксплуатацию до первого капитального ремонта.

Продолжительность ремонтного цикла учитывается по количеству отработанных оборудованием часов.

Структура ремонтного цикла представляет собой перечень и последовательность выполнения ремонтных работ и работ по техническому уходу в период между капитальными ремонтами или между вводом в эксплуатацию и первым капитальным ремонтом. Структура ремонтного цикла зависит от веса оборудования, срока службы деталей.

Например, для легких и средних станков имеем

$$K - TO - T_1 - TO - T_2 - TO - C_1 - TO - T_3 - TO - T_4 - TO - K_1,$$

где K – капитальный ремонт; T – текущий ремонт; TO – техническое обслуживание, C – средний ремонт.

При определении продолжительности цикла учитывается ряд факторов: тип производства, физико-механические свойства обрабатываемых материалов, эксплуатационные условия, размер оборудования.

Ремонтный цикл $T_{p.ц}$ для легких и средних металлорежущих станков (массой до 10 т) определяют по формуле

$$T_{p.ц} = A \cdot \beta_n \cdot \beta_m \cdot \beta_y \cdot \beta_m,$$

где A – длительность ремонтного цикла при работе агрегата в условиях массового производства (для металлорежущих станков с возрастом до 10 лет – 24000; свыше 10 лет до 20 лет – 23000; свыше 20 лет – 20000; для агрегатных станков – 24000);

β_n – коэффициент, учитывающий тип производства;

β_m – коэффициент, учитывающий код обрабатываемого материала;

β_y – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации оборудования;

β_m – коэффициент, учитывающий особенности весовой категории станков.

Межремонтным периодом называется период работы оборудования между двумя очередными ремонтами (t).

Межосмотровым периодом называется период работы оборудования между двумя очередными осмотрами или между очередным плановым ремонтом и осмотром (t_o).

Продолжительность межремонтного периода определяется по формуле

$$t = \frac{T_{p.ц}}{n_c + n_m + 1},$$

где n_c – количество средних ремонтов, n_m – количество малых ремонтов.

Продолжительность межосмотрового периода определяется по выражению

$$t_o = \frac{T_{p.ц}}{n_c + n_m + n_o + 1},$$

где n_o – количество осмотров.

Трудоемкость ремонтных операций зависит от вида ремонта и его сложности, которая определяется конструктивными особенностями и размерами оборудования.

Для определения степени сложности ремонта вводится категория сложности ремонта, которая и оценивает степень сложности оборудования. Обозначается категория сложности ремонта буквой R , а ее значение, присвоенное данному агрегату или машине, определяется коэффициентом, который ставится перед R , например, $10R$.

Категория сложности ремонта R является качественной характеристикой конструктивных и технологических особенностей оборудования. Она определяется для каждого вида оборудования в зависимости от параметров, характеризующих сложность ремонта.

Для оценки ремонтных особенностей оборудования определенный вид его принимается в качестве эталона.

Для металлорежущего, деревообрабатывающего, кузнечно-прессового, литейного, подъемно-транспортного и теплосилового оборудования в качестве эталона принят токарно-винторезный станок 1К62 с высотой центров 200 мм и расстоянием между центрами 1000 мм. Этому станку присвоена 11 категория ремонтной сложности или $11R$.

Эталон для электротехнического оборудования принят асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором в защитном исполнении с паспортной мощностью 0,6 кВт, имеющий 1-ю категорию сложности ремонта.

Для планирования и учета ремонтных работ вводится понятие «ремонтная единица».

Для машиностроительных предприятий установлены единые нормы трудоемкости ремонтных операций, определяющие нормы затрат времени на одну ремонтную единицу, соответствующую первой категории сложности.

Трудоемкость ремонтных работ определяется на основе структуры ремонтного цикла, вида ремонта и его сложности.

Для металлорежущих станков трудоемкость работ рассчитывается за один ремонтный цикл на одну ремонтную единицу.

Трудоемкость всех ремонтных и профилактических работ за ремонтный цикл на 1 ремонтную единицу в человеко-часах определяется по формуле

$$t_n = t_{кн} + n_c t_{сн} + n_m t_{мн} + (n - 1)t_{он} + t_{окн},$$

где $t_{кн}$, $t_{сн}$, $t_{мн}$ – соответственно, нормы времени на ремонтную единицу при капитальном, среднем и малом ремонте; $t_{он}$ и $t_{окн}$ – нормы времени на

ремонтную единицу при простом осмотре и осмотре перед капитальным ремонтом.

Общая трудоемкость ремонтных и профилактических работ за ремонтный цикл определяется по формуле

$$t_{рем} = t_{н} \cdot R.$$

Для расчета численности ремонтных рабочих необходимо знать годовые затраты времени на ремонт. Для этого определяется трудоемкость выполнения данного вида ремонтных или профилактических работ за один ремонт по формуле

$$t_{рем.i} = t_{ни} \cdot R,$$

где $t_{ни}$ – нормативы времени на одну ремонтную единицу при ремонтных и профилактических работах.

Для определения годовых затрат времени на определенный вид ремонта $t_{рем.i}$ умножается на коэффициент цикличности. Коэффициент цикличности показывает, какая часть или сколько ремонтных и профилактических работ данного вида проводится в году. Коэффициент цикличности определяется по формуле

$$K_{ц} = \frac{n_{ц}}{T_{рц}},$$

где $n_{ц}$ – количество ремонтных или профилактических работ данного вида, выполняемых за ремонтный цикл в соответствии с принятой структурой.

Тогда формула для определения годовых затрат времени на определенный вид ремонтных или профилактических работ будет иметь следующий вид

$$t_{год.i} = t_{рем.i} \cdot K_{ци}$$

или

$$t_{год.i} = t_{ни} \cdot R \cdot K_{ци}.$$

Если имеется несколько однотипных станков, то

$$t_{год.i} = t_{ни} \cdot R \cdot K_{ци} \cdot C.$$

Наряду с нормативами трудоемкости ремонтных работ система ППР предусматривает и нормативы простоя оборудования в ремонте. Эти нормативы установлены также на одну ремонтную единицу (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Нормы простоя в ремонте на 1 ремонтную единицу, в сутках

Наименование ремонтных работ	Для технологического, подъемно-транспортного и теплосилового оборудования		
	1 смена	2 смена	3 смена
1. Проверка на точность	0,1	0,05	0,04
2. М	0,25	0,14	0,1
3. С	0,6	0,33	0,25
4. К	1,0	0,54	0,41

Простой оборудования в ремонте исчисляется с момента остановки агрегата на его ремонт до его приемки из ремонта контролером.

Расход материалов на ремонт металлорежущего оборудования согласно Единой системе ППР устанавливается в процентах к основной заработной плате ремонтных рабочих (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Расход материалов на ремонт оборудования

Оборудование	Расход материалов на ремонт, % от основной заработной платы		
	капитальный	средний	малый
Металлорежущие станки малой, средней и большой сложности:			
негидрофицированные	50	35	30
гидрофицированные	65	50	40
Станки особой сложности:			
негидрофицированные	130	90	60
гидрофицированные	200	190	135

Для регулирования производства сменных запасных деталей и узлов устанавливают нормы складских запасов.

Норма максимального запаса не должна практически превышать трехмесячной – четырехмесячной потребности в данной детали, т.е.

$$H_{\max} = (3 \div 4)P_m.$$

Норма минимального запаса соответствует «точке заказа», которая определяется по формуле

$$H_{\min} = T_u P_m = \frac{(T_u \cdot C \cdot P_q)}{T_{cl} \alpha_c},$$

где T_u – длительность производственного цикла изготовления партии деталей, мес.; P_m – месячная потребность в данной детали; C – число стан-

ков одной модели, в которых применяется данная деталь; P_q – применяемость данной детали в одном станке, шт.; $T_{сл}$ – срок службы данной детали в условиях односменной работы станка, мм; α_c – поправочный коэффициент на снижение срока службы при фактической сменности работы станка. Для определения значения $T_{сл}$ и α_c используются справочные нормативные таблицы и номограммы.

7.2.4. Организация выполнения ремонтных работ

Решения, связанные с формами организации производства ремонта принимаются в зависимости от особенностей оборудования и размеров предприятия. Осуществляться ремонт может следующими путями:

1. Централизованно на специализированных ремонтных заводах или в цехах, специализирующихся на ремонте определенных типомodelей оборудования.

2. Централизованно силами ремонтно-механических цехов предприятий.

3. Силами специализированных комплексных бригад службы цехового механика.

4. Силами выездных бригад, организованных при специализированных заводах или цехах для ремонта тяжелого, особо тяжелого, уникального и прецизионного оборудования.

В случаях, когда нецелесообразно создание специализированных заводов или специализированных ремонтно-механических цехов, устанавливается наиболее рациональная для предприятия организация ремонтных работ.

Существует три формы организации ремонтных работ на предприятии.

1. Централизованная. Ремонт всех видов оборудования и его модернизация производится силами ремонтно-механического цеха.

Применяется на небольших предприятиях единичного мелкосерийного производства с общим количеством оборудования 2500-3000 единиц при наличии нескольких цехов, каждый из которых имеет оборудование не более 500 ремонтных единиц.

Могут быть организованы кустовые ремонтные группы во главе с кустовым механиком.

Группы находятся в подчинении у главного механика и обслуживают однотипное оборудование 1000 – 1500 ремонтных единиц. Они выполняют все работы, кроме капитального ремонта.

2. Децентрализованная форма. Все ремонты, включая межремонтное обслуживание, производятся силами цеховой ремонтной базы (ЦРБ) и специализированных ремонтных бригад под руководством механика цеха.

Применяется на заводах крупносерийного и массового производства с количеством оборудования свыше 5000 ремонтных единиц, цехи которых имеют оборудование свыше 800 ремонтных единиц.

При такой организации РМЦ выполняет следующие работы:

- а) изготовление отдельных деталей, которые не могут быть выполнены цеховыми ремонтными базами;
- б) изготовление запасных деталей для укомплектования центральной и цеховых кладовых запасных деталей;
- в) централизованное восстановление деталей, требующих применения специальной технологической оснастки и оборудования;
- г) капитальный ремонт отдельных наиболее трудоемких и сложных агрегатов.

3. Смешанная форма. Все ремонтные работы, кроме капитального, а иногда и среднего ремонтов, проводятся силами цеховых ремонтных баз. Капитальный и средний ремонт, а также модернизация оборудования производятся в РМЦ.

Применяется на заводах с количеством оборудования от 3000 до 5000 ремонтных единиц, цехи которых имеют оборудование от 500 до 800 ремонтных единиц.

Для ускорения ремонта нужно применять узловый метод ремонта. При этом методе узлы агрегата, требующие ремонта, снимают и заменяют запасными, заранее отремонтированными или вновь приобретенными.

Применяться узловый метод может для ремонта оборудования, состоящего из конструктивно обособленных узлов.

7.2.5. Анализ организации ремонтного хозяйства и пути его совершенствования

Цель анализа ремонтного хозяйства заключается в выявлении недостатков в этой области и путей совершенствования системы ППР на предприятии. При анализе состояния ремонтного хозяйства рекомендуется:

- выявить возможность использования услуг специализированных предприятий по разработке технической документации, выполнения работ по капитальному ремонту, изготовления запасных деталей;
- оценить обоснованность принятого на заводе распределения работ между ремонтными цехами и цеховыми ремонтными базами;
- проанализировать структуру ОГМ и выяснить возможность четкого выполнения соответствующих функций каждым подразделением ОГМ;
- выяснить недостатки в системе планирования;
- оценить состояние ремонтных баз;
- проанализировать состояние организации межремонтного обслуживания;

– выяснить недостатки в применяемой системе оплаты труда, методов материального и морального стимулирования и порядка определения материальной ответственности исполнителей за ущерб, нанесенный производству.

Анализ состояния ремонтного хозяйства сопровождается анализом показателей, характеризующих деятельность ремонтной службы. К числу таких показателей относятся: простой оборудования в ремонте; затраты на ремонт; затраты на межремонтное обслуживание; показатели, характеризующие выполнение запланированного объема ремонтных работ и соблюдения плановых сроков вывода оборудования в ремонт и ввода его в эксплуатацию. Все эти показатели связаны с основными технико-экономическими показателями работы предприятия. Их следует рассматривать в динамике и при анализе сравнивать с плановыми, нормативными показателями родственных и передовых предприятий и специализированных ремонтных заводов. Результаты анализа этих показателей используются для оценки общих достижений и недостатков в работе предприятия и разработки мероприятий по совершенствованию ремонтного хозяйства.

Основными направлениями совершенствования ремонтного хозяйства являются:

- организация централизованного ремонта оборудования;
- создание ремонтных баз на предприятиях-изготовителях оборудования, что повышает их заинтересованность в повышении качества своего оборудования;
- централизация ремонта и обслуживания оборудования непосредственно на промышленных предприятиях;
- механизация ручных ремонтных работ;
- применение современных средств технической диагностики состояния оборудования;
- внедрение прогрессивных методов, технологических процессов и организационных форм выполнения ремонтных работ;
- совершенствование технической подготовки ремонта;
- совершенствование планирования ремонтных работ;
- внедрение нормативной сдельно-премиальной системы оплаты труда;
- внедрение автоматизированной системы управления ремонтным производством.

7.3. Организация энергетического хозяйства

7.3.1. Значение, функции и структура энергетического хозяйства

Машиностроительное производство связано с потреблением в больших объемах энергоносителей. Исходя из этого основное назначение энергетического хозяйства предприятия заключается в бесперебойном снабжении производства всеми видами энергии при соблюдении техники безо-

пасности, выполнении требований к качеству и экономичности энергоресурсов. Основными видами энергии являются: электрическая, тепловая, химическая; энергия твердого, жидкого и газообразного топлива; тепловая энергия пара и горячей воды; механическая энергия. К энергоресурсам относятся: электрический ток, натуральное топливо, пар разных параметров, сжатый воздух, горячая вода и др. Разнообразные виды ресурсов на предприятии используются в качестве двигательной силы, в технологических процессах, для отопления, освещения, вентиляции, хозяйственно-бытовых нужд и т.д.

Энергообеспечение предприятия имеет специфические особенности, обусловленные характером производства и потребления энергии:

- производство энергии, как правило, должно осуществляться в момент потребления;
- энергия должна доставляться на рабочие места бесперебойно и в необходимом количестве;
- энергия потребляется неравномерно в течение суток и года. Это вызвано природными условиями (летние и зимние периоды, день, ночь) и организацией производства;
- мощность установок по производству энергии должна обеспечивать максимум потребления.

Энергообеспечение большинства промышленных предприятий происходит по централизованному принципу: электроэнергия поступает от энергетической системы (через заводскую понижающую подстанцию) или от заводской электростанции, связанной с энергетической системой; пар – по тепловой сети районной энергетической системы по заводской теплоцентрали; газ – из сети дальнего газоснабжения природным газом.

Потребляемые предприятием энергоресурсы могут производиться и на самом предприятии: электроэнергия – на заводской электрической станции, пар и горячая вода – в котельных, генераторный газ – на газогенераторной станции.

Распространен и комбинированный вариант, когда часть потребности в энергии покрывается за счет собственных установок, а часть – централизованно.

Энергетическое хозяйство предприятия выполняет следующие функции:

- обеспечение предприятия всеми видами энергии;
- наблюдение за строгим выполнением правил эксплуатации энергетического оборудования;
- организацию и проведение ремонтных работ;
- организацию рационального использования и выявления резервов по экономии топлива и энергии;

– разработку и осуществление мероприятий по реконструкции и развитию энергетического хозяйства предприятия.

Состав и размеры энергетического хозяйства предприятия зависят от характера и масштабов производства, применяемых технологических процессов, особенностей энергоснабжения.

Энергетическое хозяйство предприятия подразделяется на две части: общезаводскую и цеховую. Общезаводскую часть образуют генерирующие, преобразовательные установки и общезаводские сети. К цеховой части энергохозяйства относятся первичные энергоприемники, цеховые преобразовательные установки и внутрицеховые распределительные сети.

Общезаводская часть энергохозяйства объединяет ряд цехов: электросиловой, теплосиловой, газовый, электромеханический, слаботочный.

Большое влияние на состав и размеры энергетического хозяйства оказывает энергетика района. Районные ТЭЦ освобождают предприятия от необходимости самим производить энергию, обеспечивая их более дешевой электро- и теплоэнергией. В этом случае на предприятиях создаются только трансформаторные подстанции.

На крупных и средних машиностроительных предприятиях энергетическое хозяйство возглавляет главный энергетик, на небольших предприятиях оно может находиться в ведении главного механика предприятия.

В составе службы главного энергетика крупного предприятия имеются бюро энергопользования, энергооборудования, а также электрическая и тепловая лаборатории. Основной задачей бюро энергопользования является нормирование расхода энергетических ресурсов, планирование энергоснабжения, составление энергетических балансов, сводный учет и анализ использования энергии. Бюро энергооборудования осуществляет руководство планово-предупредительными ремонтами установок и энергосетей, контроль за техническим состоянием сетей, оборудования и правил их эксплуатации. Энергетические лаборатории выполняют исследовательские работы по снижению расхода энергии и топлива, проводят испытания оборудования и сетей, проверку контрольно-измерительных приборов.

Персонал энергетических цехов и цеховых энергетических хозяйств подразделяется на дежурный, обеспечивающий бесперебойность энергоснабжения, и персонал, занятый выполнением планово-предупредительных и монтажных работ.

7.3.2. Определение потребности в энергоресурсах

Определение потребности промышленных предприятий в энергоресурсах базируется на использовании норм их расхода. Нормы расхода устанавливаются с учетом рациональных условий производства и оптимальных режимов эксплуатации оборудования. Нормы подразделяются на дифференцированные и укрупненные. Дифференцированные нормы

(удельные) устанавливают расход энергии по отдельным агрегатам, деталям, на выполнение отдельных операций; укрупненные – расход по участку, цеху и предприятию на единицу или условную единицу продукции.

К укрупненным нормам относится расход энергии на 1 т поковок, годных отливок, машинокомплект деталей, сборочную единицу; по предприятию может устанавливаться норма на условное изделие и на 1000 руб. продукции.

Технически обоснованные нормы определяются расчетно-аналитическим методом. Применение этого метода связано с проведением замеров по расходу энергии технологическим оборудованием на разных режимах работы. Располагая нормами расхода энергии и планируемыми объемами работ, можно определить потребность в энергии на плановый период по предприятию, цехам и участкам.

Общая потребность предприятия в конкретном виде топлива или энергии определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_н П + \mathcal{E}_{осв} + \mathcal{E}_о + \mathcal{E}_в + \mathcal{E}_{пр} + \mathcal{E}_{см} + \mathcal{E}_с,$$

где $\mathcal{E}_н$ – норма расхода энергии на единицу товарной продукции, кВт·ч; $П$ – планируемый объем производства в натуральном выражении; $\mathcal{E}_{осв}$ – расход энергии на освещение; $\mathcal{E}_о$ – расход энергии на отопление; $\mathcal{E}_в$ – расход энергии на вентиляцию; $\mathcal{E}_{пр}$ – потребность энергии на прочие нужды; $\mathcal{E}_{см}$ – отпуск на сторону; $\mathcal{E}_с$ – потери в сетях предприятия.

Суммарный расход энергии по предприятию условно делится на две части – переменную и постоянную. В общем случае переменная часть, которая зависит от объема производства, составляет расход всех видов энергии (на двигательные и технологические цели). Постоянная часть (не зависящая от объема производства) – это расход энергии на освещение, отопление, привод вентиляционных устройств, кондиционирование воздуха.

Общий расход энергии по предприятию, цеху на календарный период определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_з + \mathcal{E}_н,$$

где $\mathcal{E}_з$ – зависимая составляющая расхода энергии; $\mathcal{E}_н$ – независимая составляющая расхода энергии.

Переменная часть расходов энергии определяется по формуле

$$\mathcal{E}_з = H_p \cdot N_{м.п.},$$

где H_p – сводная норма расхода энергии на 1000 руб. товарной продукции; $N_{м.п.}$ – плановый объем товарной продукции, тыс. руб.

Годовой расход силовой электроэнергии (\mathcal{E}_q) определяется по установленной мощности силовых токоприемников и коэффициентам спроса, использования по времени и мощности

$$\mathcal{E}_q = \frac{P_{уст} \cdot F_q \cdot \kappa_3 \kappa_{op}}{\kappa_q \cdot \kappa_c},$$

где $P_{уст}$ – суммарная установленная мощность по группе оборудования, кВт; F_q – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; κ_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности; κ_{op} – коэффициент одновременности работы оборудования; κ_q, κ_c – коэффициенты, учитывающие КПД двигателей и потери в сети.

Постоянная часть расходов может быть определена также расчетным путем по нормативам освещенности, отопления помещений и др.

Годовой фонд электроэнергии на освещение определяют по нормам расхода на 1 м² площади здания, а годовое количество часов работы светильников принимают в зависимости от количества часов работы в сутки и дней в году по формуле

$$\mathcal{E}_{осв} = \sum_{i=1}^{\kappa} n_{св} \cdot M_{ci} \cdot F_{но},$$

где κ – количество типов светильников; $n_{св}$ – количество светильников данного типа; M_{ci} – мощность светильника i -того типа; $F_{но}$ – продолжительность осветительного периода, ч.

При планировании потребности в энергии необходимо детально проанализировать ее расход за период, предшествующий плановому. Плановые показатели по расходу энергии должны обеспечивать нормальный ход производственных процессов, исключая сверхнормативные потери.

Учет энергоресурсов предполагает:

- регистрацию первичных показателей количества и качества всех видов энергии, как вырабатываемой и отпускаемой на сторону, так и получаемой со стороны и расходуемой на предприятии;

- оперативный учет расхода энергии с помощью приборов учета в соответствии с утвержденными технически обоснованными нормами ее расхода;

- внесение на основании показателей измерительных приборов поправок на параметры энергоносителей, полученных расчетным путем.

При организации электропотребления на предприятии необходимо:

- учитывать расход потребляемой энергии на технологические нужды и на освещение отдельно;

– каждый цех должен иметь отдельный учет активной и реактивной энергии по счетчикам, установленным на входах;

– все крупные электроприемники внутри цеха (компрессоры, насосы, крупные станции) должны обеспечиваться индивидуальным учетом потребления энергии.

Предприятия, получающие электроэнергию для производственных нужд от энергосистем, оплачивают ее стоимость по двухставочному тарифу, состоящему из годовой платы за 1 кВт заявленной потребителем максимальной мощности и платы за 1 кВт·ч отпущенной активной электроэнергии.

Определение потребности в энергии, топливе основывается на использовании балансового метода планирования. Энергобаланс состоит из двух частей: расходной и приходной. В расходной части баланса дается расчетная плановая потребность в энергии на всю производственную, хозяйственно-бытовую и непроизводственную деятельность предприятия. В приходной части даются источники покрытия этой потребности – получение энергии от районных систем, выработка на собственных генерирующих установках предприятия, использование вторичных энергоресурсов.

Различают сводный (топливно-энергетический) и частные балансы отдельных энергоресурсов, плановые и отчетные. Частными могут быть электробалансы выработки и потребления электрической энергии и др. Энергетические балансы могут быть перспективными и годовыми тактическими. Перспективные балансы составляются на длительный срок и используются при проектировании, реконструкции производства и развитии энергохозяйства предприятия.

Основной формой планирования потребления и использования энергоносителей на предприятии являются годовые тактические балансы. Их задача – обосновать, во-первых, потребность предприятия в топливе и энергии для выполнения плана по выпуску продукции (расходная часть баланса), а во-вторых, наиболее рациональные способы покрытия этой потребности за счет выработки энергии на собственных генерирующих установках, получение топлива и энергии извне, использование вторичных энергоресурсов (приходная часть баланса).

Для анализа выполнения плановых балансов, оценки работы в области рационализации энергохозяйства, экономии топлива и энергии составляются отчетные балансы.

Составлению расходной части баланса предшествуют:

– расчет потребности подразделений предприятия во всех видах топлива и энергии;

– определение допустимых потерь энергии в заводских цехах и преобразовательных установках;

– определение суммарного потребления энергии.

Составлению приходной части баланса предшествуют:

- определение производственных ресурсов своих генерирующих установок и возможности получения топлива и энергии извне;
- проектирование режимов работы своих генерирующих установок в порядке разбивки суммарных графиков нагрузки между агрегатами;
- определение потребности за счет собственного производства, а также использования вторичных энергоресурсов.

7.3.3. Техничко-экономические показатели энергетического хозяйства и основные пути его развития

Работа энергетического хозяйства оценивается системой технико-экономических показателей. Эти показатели объединяются в группы:

- показатели экономичности производства и распределения энергии;
- показатели себестоимости энергии и удельной величины энергетических затрат;
- показатели энерговооруженности, в частности, электровооруженности, вооруженности тепловой энергией и др.

Пути совершенствования энергетического хозяйства являются:

- приобретение ресурсосберегающего оборудования;
- использование наиболее экономичных видов энергоресурсов;
- совершенствование схем энергопотребления;
- совершенствование технологических процессов;
- автоматизация производственных процессов, учета и контроля использования ресурсов;
- совершенствование конструкции энергооборудования;
- упрощение структуры энергетического хозяйства предприятия;
- стимулирование улучшения использования ресурсов;
- создание базы стандартизации энергосбережения и совершенствования тарифной политики в энергетике.

7.4. Организация транспортного хозяйства

7.4.1. Задачи транспортного хозяйства, виды транспортных средств

Машиностроительное производство связано с перемещением больших объемов материалов, полуфабрикатов, оснастки, оборудования, отходов производства и других грузов.

Рациональная организация транспортного хозяйства обуславливается необходимостью координации транспортных процессов с технологически, обеспечения перевозок по внутривозовскому, внешнему кооперированию, снабжению предприятий сырьем, материалами и сбыту готовой про-

дукции. Наряду с перемещением грузов в цехах транспортного хозяйства выполняются ремонт, техническое обслуживание, хранится транспортная и погрузочно-разгрузочная техника и др.

В общем случае транспортное хозяйство предприятия состоит:

- из транспортных средств;
- из устройств общезаводского назначения – депо, гаражи, ремонтные мастерские, рельсовые и безрельсовые пути и т.п.

К основным функциям транспортного хозяйства предприятия относятся: перевозка грузов, погрузочно-разгрузочные и экспедиционные операции.

Основными задачами транспортного хозяйства являются:

- своевременное и бесперебойное обслуживание производства необходимым транспортом;
- правильный выбор и наиболее эффективное использование транспортной техники;
- механизация и автоматизация транспортных операций;
- снижение затрат, связанных с перевозкой грузов.

По сферам протекания транспортных процессов транспорт подразделяется на внешний, междоцеховой и внутрицеховой.

Внешний транспорт перевозит грузы на предприятие и с предприятий по внешнему кооперированию, снабжению и сбыту продукции, а также между складами предприятия и товарными станциями железных дорог, различными базами снабжения.

Междоцеховой транспорт выполняет перевозки сырья, материалов и других грузов с общезаводских складов в заготовительные цехи предприятия; готовой продукции – из сборочных цехов; деталей и сборочных единиц – между цехами предприятия.

Внутрицеховой транспорт обеспечивает перемещение грузов в пределах цехов. Он подразделяется на общецеховой и межоперационный; общецеховой обеспечивает связь между отдельными участками, а межоперационный – между отдельными рабочими местами.

На машиностроительном предприятии находят применение различные виды транспорта: железнодорожный, автомобильный, водный, трубопроводный и многие типы подъемно-транспортных средств.

По способу действия транспорт подразделяется на транспорт прерывного и непрерывного действия.

По направлению перемещения грузов – на горизонтальный (конвейер, рольганг), вертикальный (подъемники, лифты), горизонтально-вертикальный (кран, автопогрузчики), наклонный (канатные и монорельсовые дороги).

Транспортные средства классифицируются и по уровню механизации и автоматизации (автоматические, механизированные, ручные).

7.4.2. Организация перевозок грузов и расчет грузопотоков

Организация перевозок строится на основе изучения грузооборота и грузопотоков в масштабе предприятия и его отдельных цехов и складов.

Под грузооборотом понимается общее количество грузов, перемещаемое в единицу времени, например, в течение смены, суток, месяца, года.

Грузовым потоком называется объем грузов, перемещаемых в единицу времени между двумя пунктами. Грузооборот представляет собой сумму отдельных грузопотоков. Методы установления размеров грузовых потоков зависят от типа производства. В условиях стабильной номенклатуры и объемов производства продукции они могут быть определены по производственным заданиям, нормам расхода материалов, полуфабрикатов и нормам технологических отходов. В единичном и мелкосерийном производстве грузопотоки устанавливаются на основе статистической обработки фактических данных.

Данные по грузообороту и грузовым потокам целесообразно представить в форме шахматной таблицы.

По данным шахматных таблиц, планировок цехов и генеральным планам предприятий составляют схемы грузопотоков.

При межцеховых перевозках применяют три основные системы маршрутов движения транспортных средств: маятниковую, веерную и кольцевую. Схему маршрута выбирают в зависимости от размещения на территории предприятия цехов, складов, от производительности транспортных средств, рода груза и т.д.

Таблица 7.3

Шахматная таблица грузооборота завода

Отправитель	Получатель						Всего
	Станция МПС	Заводские станции	Цех № 1	Цех № 2	Цех № 3	Отвалы	
Станция МПС	-	10000	-	-	-	-	10000
Заводские станции	1000	-	2000	8000	-	-	11000
Цех № 1	-	200	-	-	-	1800	2000
Цех № 2	-	-	-	-	8000	-	8000
Цех № 3	-	800	-	-	-	7200	8000
Отвалы и т.д.	-	-	-	-	-	-	-
Итого	1000	11000	2000	8000	8000	9000	39000

При маятниковой схеме перевозки транспортное средство осуществляет перемещение грузов между двумя определенными пунктами. Маршрут может быть односторонним (когда транспортное средство в одну сторону движется с грузом, а в другую – без груза) и двухсторонним (когда

грузы транспортируются в обоих направлениях, например, перевозка грузов между термическими и механическими цехами). Односторонний маршрут имеет место между литейными и механическими цехами.

Веерные маршруты организуются, когда необходимо перевезти грузы из одного пункта в несколько или наоборот, доставить из нескольких пунктов в один, например, перевозка материалов из центрального склада в цехи, доставка отходов из цехов в дробильное отделение или вывоз готовой продукции из нескольких цехов на заводской склад и т.д.

Кольцевая система маршрутов основана на движении транспортных средств в одном направлении по замкнутой линии, на которой расположены ряд погрузочно-разгрузочных пунктов, склады и цехи. Различают кольцевые маршруты с равномерным, возрастающим и затухающим грузопотоком. При разработке системы маршрутов следует учитывать возможность их сочетания с целью полного использования транспортных средств в течение смены и уменьшения холостых пробегов.

Их всего многообразия перевозок в цехах следует выделить межоперационное перемещение объектов производства, которое осуществляется в точном соответствии с последовательностью протекания и ритма производственного процесса. Для отображения транспортно-технологических процессов составляются транспортно-технологические схемы (ТТС), которые показывают последовательности и способы выполнения всех погрузочно-разгрузочных и транспортных операций, места и методы укладки и разборки грузов. Все операции ТТС должны быть нормированы по затратам труда рабочих и времени работы различных подъемно-транспортных машин.

7.4.3. Выбор и расчет транспортных средств, управление транспортным хозяйством

Выбор транспортных средств осуществляется исходя из схемы грузопотоков, объема перевозок и характера перевозимых грузов. При выборе вида транспортных средств необходимо соблюдать следующие условия:

- транспортные средства должны соответствовать основным параметрам грузового потока. К основным параметрам грузового потока относятся: мощность (в тоннах, штуках, кубических метрах груза, перевозимого за единицу времени); физико-механические свойства грузов (штучные, сыпучие, жидкие и др.); масса грузового места, габариты; расстояние и профиль трассы перемещения груза;

- транспортные средства должны соответствовать техническим и организационным особенностям обслуживаемого производственного процесса;

- транспортные средства должны обеспечивать максимальную производительность труда и наиболее благоприятные условия труда на обслуживаемом участке;

– параметры транспортных средств на смежных участках должны быть согласованы с целью комплексной механизации и автоматизации транспортных и погрузочно-разгрузочных операций;

– избранные транспортные средства по экономическим показателям должны быть наиболее эффективными среди имеющихся вариантов.

Число транспортных единиц прерывного действия (автомобилей, электрокаров и т.д.), необходимых для межцеховых перевозок, определяется по формуле

$$n_{mc} = Q_c / q_{mc},$$

где n_{mc} – количество транспортных средств, т; Q_c – суточный грузооборот, т; q_{mc} – суточная производительность транспортного средства, т.

Суточный грузооборот определяется по формуле

$$Q_c = Q \cdot \kappa / F,$$

где Q – грузооборот в плановом периоде, т; κ – коэффициент, учитывающий неравномерность грузооборота (1,1 – 3); F – число рабочих дней в плановом периоде.

Суточная производительность транспортного средства рассчитывается по формуле

$$q_{mc} = q \cdot \kappa_{mc} \cdot F \cdot \kappa_u / t_m,$$

где q – грузоподъемность транспортного средства, т; κ_{mc} – коэффициент использования грузоподъемности; F – суточный фонд времени транспорта, мин; κ_u – коэффициент использования транспортного средства во времени; t_m – транспортный цикл, мин.

Транспортный цикл – это время одного рейса в часах (минутах). Оно зависит от маршрута перевозки. При маятниковых, односторонних перевозках транспортный цикл определяется по формуле

$$t_m = \frac{l}{V} + \frac{l}{V_1} + t_n + t_p,$$

где l – расстояние между двумя пунктами, м; V, V_1 – скорость движения транспортных средств с грузом и без груза соответственно, м/мин; t_n, t_p – время на одну погрузочную и разгрузочную операцию соответственно, мин.

Количество средств непрерывного транспорта или конвейера определяется на основе часового грузооборота и часовой производительности по формуле

$$n_k = Q_u / q_u,$$

где n_k – количество конвейеров, ед.; Q_u – часовой грузооборот, т.е. количество груза, перевозимого за каждый час, т; q_u – часовая производительность конвейера, т.

Часовую производительность конвейера при перемещении штучных грузов можно определить по формуле

$$q_{\text{ч}} = (60 \cdot m \cdot V_{\text{к}}) / l_{\text{к}},$$

где m – масса одного штучного груза, кг; $V_{\text{к}}$ – скорость конвейера, м/мин; $l_{\text{к}}$ – расстояние между двумя смежными грузами на конвейере, м.

Для руководства транспортным хозяйством на крупных предприятиях создается транспортный отдел. Он подчиняется одному из заместителей директора предприятия. Транспортный отдел имеет в своем составе планово-экономическое бюро (группу), техническое бюро, занимающееся организацией и планированием ремонта транспортных средств и путей сообщения, диспетчерское бюро, руководящее эксплуатацией транспортных средств, и бюро учета, осуществляющее учет транспортных и погрузочных работ и анализ результатов производственно-хозяйственной деятельности транспортного хозяйства. В подчинении транспортного отдела находятся цехи, специализированные по видам транспортных средств.

При небольшом объеме перевозок на предприятиях организуется транспортный цех.

На практике используется децентрализованная, централизованная и смешанная системы управления транспортными средствами.

Децентрализованная система предусматривает рассредоточение транспортных средств между цехами и обслуживание ими только цехов, в ведении которых они находятся.

Централизованная система основана на сосредоточении всех транспортных средств в ведении соответствующей транспортной службы предприятия, осуществляющей межцеховые перевозки по графику согласно заранее разработанным маршрутам.

При смешанной системе часть внутрицеховых перевозок осуществляется децентрализованно, когда в распоряжение начальника цеха выделяется необходимое количество транспортных средств и на него возлагается ответственность за их эффективное использование.

7.4.4. Планирование, технико-экономические показатели и пути совершенствования транспортного хозяйства

Планирование работы транспортного хозяйства является неотъемлемой частью стратегического и оперативного планирования предприятия. При разработке годового плана рассчитываются: грузооборот и объем погрузочно-разгрузочных работ, потребность в транспортных средствах, объем ремонтных работ, потребность в материалах и топливе, кадрах и фонде зарплаты; определяются цеховые расходы. Составляется смета затрат по транспортному хозяйству и калькуляция транспортных услуг. Разрабаты-

вается план организационно-технических мероприятий по совершенствованию работы внутризаводского транспорта.

Оперативно-календарное планирование состоит в разработке планов перевозок на более короткие периоды (месяц, сутки, смену). Эти планы составляются на основе годовых планов с учетом дополнительных месячных заявок на перевозки грузов, поступивших от подразделений предприятия.

Для характеристики использования транспортных средств применяются различные показатели: выполнения планов по грузообороту и погрузочно-разгрузочным работам, использования наличного парка транспортных средств. При анализе использования прерывного транспорта определяются скорость движения, коэффициент использования грузоподъемности, коэффициент использования пробега, производительность транспортных средств, себестоимость перевозки 1 т груза и т.д. Себестоимость перевозки 1 т груза определяется по формуле

$$C_m = \frac{C_{m-ч}}{q_{mc}},$$

где $C_{m-ч}$ – себестоимость машино-часа работы транспортного средства, руб.

Коэффициент использования грузоподъемности транспортных средств $k_{зр}$ равен отношению массы перевезенного груза Q к транспортной грузоподъемности машины q , умноженной на число совершенных поездок n_n :

$$k_{зр} = Q / q \cdot n_n.$$

Коэффициент использования пробега $k_{пр}$ определяется по формуле

$$k_{пр} = l / (l + l_n)$$

где l – путь, проделанный машиной с грузом; l_n – путь, проделанный машиной без груза.

Коэффициент использования времени работы транспортных средств рассчитывается по формуле

$$k_в = \frac{F_n}{F_k},$$

где F_n и F_k – соответственно полезное и календарное время работы транспортных средств в плановом периоде, ч.

Основными направлениями повышения качества и эффективности работы транспортного хозяйства являются:

– внедрение современного подъемно-транспортного оборудования и повышение уровня механизации и автоматизации транспортных средств;

- внедрение единых транспортных систем с автоматическим адресованием грузов;
- проектирование технологии транспортных и погрузо-разгрузочных работ и ее оформление в единой технологической документации;
- совершенствование нормирования, учета и контроля использования транспортных средств, мотивация повышения их эффективности;
- применение экономико-математических методов и компьютеров в управлении и планировании внутривозовских перевозок;
- совершенствование технического обслуживания и ремонта транспорта;
- анализ соблюдения принципов прямооточности, пропорциональности и непрерывности производственных процессов и др.

7.5. Организация складского хозяйства

7.5.1. Задачи складского хозяйства, классификация складов

При движении материальных ресурсов в процессе материально-технического обеспечения, производства и сбыта возникает необходимость в организации складских помещений, образующих складское хозяйство предприятия.

Основными задачами складского хозяйства являются:

- бесперебойное обеспечение производства необходимыми материальными ресурсами;
- создание оптимальных запасов материалов и готовой продукции;
- обеспечение сохранности материальных ресурсов;
- максимальное сокращение затрат, связанных с осуществлением заводских операций;
- учет построения материальных ресурсов и их расходование.

Количество и тип складских помещений зависят от производственной структуры предприятия, масштабов и типа производства, особенностей выпускаемой продукции, характера связей по кооперации с другими предприятиями. Размещение складских помещений осуществляется с учетом особенностей генерального плана предприятия и наиболее рациональной транспортно-технической схемы.

По функциональному назначению склады подразделяются на заводские и цеховые. Общезаводские склады подразделяются:

- материальные (склады основных и вспомогательных материалов, топлива, лесоматериалов);
- полуфабрикатов и заготовок для хранения материалов, прошедших соответствующую обработку в одних цехах и предназначенных для обра-

ботки в других (склады черновых заготовок, выпускаемых заготовительными цехами, готовых деталей, выпускаемых обрабатывающими цехами и идущими в сборку);

- производственные, обслуживающие производственный процесс;
- готовой продукции, принимающие от цехов готовую продукцию, производящие упаковку и отправку ее потребителю;
- отходов и вторичного сырья;
- хозяйственные, предназначенные для хранения тары, спецодежды, хозяйственных материалов, рабочего инвентаря и т.д.

Устройство и оснащение складов зависит от ряда факторов. Определяющие среди них – грузооборот, длительность хранения, формы и габариты изделий, требования к условиям хранения, требования комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ, объем и частота поставок и отправок, вид используемого подвижного состава.

В зависимости от этих факторов материалы и готовые изделия могут храниться на специально оборудованных открытых площадках, под навесами, в отапливаемых и неотапливаемых помещениях.

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ и внутрискладских операций применяют различные устройства и машины: краны-штабелеры, электропогрузчики, кран-балки и мостовые краны, электрокары и различного рода средства непрерывного транспорта.

В последние годы получили распространение автоматизированные склады тарно-штучных грузов, оборудованные системами машин, обеспечивающими транспортировку, установку и поиск материалов по специальным программам с использованием роботов.

Для оценки уровня оснащенности складов погрузочно-разгрузочными средствами и механизмами применяют коэффициент насыщенности средствами механизации

$$K_{нас} = Q_{нтр} / Q_{скл},$$

где $Q_{нтр}$ – суммарная грузоподъемность всех средств механизации, т; $Q_{скл}$ – грузооборот склада за расчетный период, т.

Расположение складов зависит от характера материальных ценностей и их значения. Так, материальные и производственные склады необходимо размещать ближе к цехам-потребителям с тем, чтобы обеспечить наименьший путь прохождения грузов. Склады готовой продукции размещают ближе к сборочным цехам.

К цеховым производственным складам машиностроительного производства относят материальные, промежуточные, склады готовых деталей, комплектующих и специальные.

7.5.2. Определение площади складских помещений. Тарное хозяйство

Общая площадь складских помещений $S_{общ}$ рассчитывается с учетом максимальной нормы запаса материалов Z_{max} . Она определяется как сумма текущих и страховых запасов.

Если склад проектируют для нескольких однородных грузов, то его общую вместимость определяют с учетом общих суммарных текущих и страховых запасов данных ресурсов.

Расчет ведется по формуле

$$B_{скл} = \sum_{i=1}^{\kappa} q_i \cdot (\bar{\tau}_m + \bar{\tau}_c),$$

где $B_{скл}$ – общая грузовместимость склада, т; q_i – среднесуточная потребность (или отпуск) i -того груза, т; $\bar{\tau}_m, \bar{\tau}_c$ – средневзвешенные величины текущего и страхового запаса, сут.

Средневзвешенная величина текущего запаса рассчитывается по формуле

$$\bar{\tau}_m = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} q_i \bar{\tau}_{mi}}{\sum_{i=1}^{\kappa} q_i},$$

а страхового – по формуле

$$\bar{\tau}_c = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} q_i \bar{\tau}_{ci}}{\sum_{i=1}^{\kappa} q_i},$$

где $\bar{\tau}_{mi}$ и $\bar{\tau}_{ci}$ – нормы текущего и страхового запаса i -того груза, сут.

Общая площадь складского помещения $S_{общ}$ состоит из полезной S_n , оперативной S_o , конструктивной S_k и площади служебно-бытовых помещений S_c :

$$S_{общ} = S_n + S_o + S_k + S_c.$$

Полезную площадь склада S_n , т.е. площадь, занятую непосредственно материальными ценностями или устройствами для их хранения, можно определить исходя из удельных нагрузок по формуле

$$S_n = B_{см} / m_2,$$

где m_2 – масса груза, приходящаяся на 1 м² площади склада (удельная нагрузка), т/м², B_{cm} – общая вместительность склада, т.

Удельная нагрузка зависит от высоты укладки, характера груза, прочности тары и допустимой нагрузки на перекрытия.

Этот способ применим для расчета площадей под материалы, хранимые в закромах, штабелях, емкостях.

Размер полезной площади склада под штабелями (когда штучные грузы уложены на поддоны или в контейнер) рассчитывается по формуле

$$S_{под} = \frac{B_{cm}}{v_{ед} \cdot n_p} \cdot l \cdot v,$$

где $v_{ед}$ – грузовместимость транспортной единицы, т; n_p – число рядов укладки грузов в штабеля по высоте, шт.; l и v – длина и ширина транспортной единицы, м.

При хранении штучных грузов на стеллажах полезную площадь склада определяют по формуле

$$S_{пол} = S_{cm} \cdot n_{cm},$$

где S_{cm} – площадь, занимаемая одним стеллажом, м²; n_{cm} – количество стеллажей, шт.

Количество потребных стеллажей определяется по формуле

$$n_{cm} = \frac{B_{cm}}{V_{я} \cdot m \cdot \kappa_3 \cdot n_{я}},$$

где $V_{я}$ – полный объем ячейки стеллажа, м³; m – объемная масса материала, т/м³; κ_3 – коэффициент заполнения ячейки; $n_{я}$ – количество ячеек в одном стеллаже.

Оперативная площадь склада предназначена для обеспечения его нормальной работы. Она включает приемо-сдаточные помещения, отпускные и весовые площадки, проходы и проезды.

Площадь склада, необходимая для выполнения приемо-сдаточных операций, зависит от грузопотоков склада, характера грузов и объема подсортировки. Ориентировочно для крытых складов она равна 0,1 ÷ 0,15 полезной площади.

Площадь склада, занятую дорогами, проездами и проходами, определяют в зависимости от числа штабелей и размеров подъемно-транспортного оборудования, перемещающегося на складе.

Ширина проходов между стеллажами и штабелями устанавливается 0,6 – 0,9 м, при пользовании тележками – 1,1 – 1,2 м. Через каждые 20 – 30 м

должны быть сквозные проезды по ширине ворот. Внутри склада в зависимости от его ширины устраиваются продольные проезды шириной 2,5 – 8,0 м.

Конструктивная площадь определяется конструктивными особенностями здания (перегородки, колонны, лестничные клетки и т.п.).

Размер конторских и бытовых помещений и конструктивная площадь определяются с учетом норм строительного проектирования, охраны труда и правил пожарной безопасности.

Площадь различных служебных помещений для крытых складов принимается 0,06 – 0,1 полезной площади.

Общие площади складов ориентировочно определяются с учетом коэффициента использования площади склада $k_{исп}$, учитывающего дополнительные площади, т.е.

$$S_{общ} = S_{пол} / k_{исп}.$$

Коэффициент использования для открытых складов сыпучих грузов составляет 0,4 – 0,6; для крытых складов при штабельном хранении и хранении в двухрядных стеллажах – 0,3 – 0,4; при укладке грузов в сквозные стеллажи без проходов – до 0,7.

Для комплексной механизации и автоматизации транспортных операций большое значение имеет тара. На предприятиях применяются различные виды тары: деревянная, металлическая, жесткая, мягкая, разборная и неразборная, однократного и многократного использования, стандартная и нестандартная.

Наиболее перспективными для перевозки штучных грузов являются укрупненные грузовые единицы – контейнеры и средства пакетирования (поддоны всех типов, стропы, обвязки и т.д.).

Преимущества использования контейнеров и средств пакетирования заключаются в следующем:

- появляется возможность комплексно механизировать все операции со штучными грузами;
- снижение расходов на перевозки за счет экономии на таре и ускорении движения грузов;
- сокращение простоев транспортных средств под погрузкой и разгрузкой в 3 – 5 раз;
- уменьшение потерь от повреждения грузов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Тарное хозяйство предприятия занимается приобретением, проектированием и изготовлением необходимой производству тары, организует ее хранение, ремонт, выдачу в производство, осуществляет учет движения всех видов тары.

7.5.3. Складские операции и пути совершенствования складского хозяйства

Организация складского хозяйства позволяет руководству предприятия получать информацию о наличии товарно-материальных ценностей, своевременно принимать решение по пополнению и бесперебойному снабжению производства.

При функционировании складского хозяйства выполняются следующие операции:

- приемка;
- хранение;
- учет;
- отпуск материальных ценностей.

При приемке материала кладовщик проверяет количество поступивших ценностей, объем и номенклатуру, указанные в сопроводительных документах. Качественную приемку производят работники ОТК. На принятые материалы составляется приемный акт. В случае несоответствия материалов указанным требованиям составляется оперативно-технический акт, служащий основанием для предъявления поставщику рекламаций. Принятые на хранение материалы размещаются в соответствующих складах таким образом, чтобы были соблюдены следующие условия:

- обеспечение количественной и качественной сохранности материала;
- удобство выполнения приемных и отпускных операций;
- противопожарная безопасность;
- легкость проверки наличия материалов;
- максимальная механизация и автоматизация погрузки, разгрузки и перемещений.

Учет товарно-материальных ценностей на складах должен отражать их движение (приход и расход), а также их наличие. Ведется учет материалов по карточкам, которые являются основным учетным документом. Об уровне запаса сообщается в отдел материально-технического обеспечения. Бухгалтерия контролирует и анализирует работу всех заводских и цеховых служб по приходно-расходным документам и учетным картам, пользуясь установленными нормами потерь, путем сопоставления фактических и документальных остатков материальных ценностей, т.е. периодически проводится инвентаризация складов.

На некоторых складах в зависимости от особенностей отпускаемых материалов проводят их подготовку. Она сводится к централизованному раскрою, резке, правке, расфасовке и др. Благодаря этому сокращаются затраты на транспортировку, сохраняются и используются отходы.

Отпуск материалов осуществляется по лимитным картам в пределах установленного месячного лимита. Все операции по приходу и расходу записываются в карточки складского учета, где отдельно указывают приход и расход, а после каждой записи выводят остаток. Остатки, числящиеся по учетным карточкам, сверяют с карточками запаса.

Организация отпуска материальных ценностей может быть пассивной и активной.

При пассивной системе потребители получают на складах товарно-материальные ценности и своими средствами доставляют их в цех (применяется в основном в единичном и мелкосерийном производстве).

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 производстве.

При анализе работы складского хозяйства определяются различные технико-экономические показатели: грузооборот склада, коэффициент использования площади склада, коэффициент оснащенности склада средствами механизации и др.

При анализе состояния складского хозяйства рекомендуется:

- оценить рациональность размещения складов на территории предприятия;
- проанализировать рациональность использования складских помещений;
- проверить правильность установления размеров страховых запасов, точек заказа и максимальных запасов;
- определить размеры и причины потерь материалов на складах;
- изучить состояние учета, планирования и управления складским хозяйством.

Основными направлениями совершенствования складского хозяйства являются:

- внедрение автоматических складов, сортирующих и выдающих грузы с помощью специальных устройств с программным управлением;
- широкое применение стандартной сборно-разборной унифицированной тары;
- совершенствование планирования и управления складским хозяйством на основе компьютеризации, применения экономико-математических методов и моделей;
- внедрение подсистемы АСУП «Склад», позволяющей выработать оптимальные решения по управлению складским хозяйством.

7.6. Организация технического контроля качества продукции

7.6.1. Технический контроль его сущность, задачи, функции и принципы

Технический контроль – это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным техническим требованиям. Технический контроль представляет собой комплекс взаимосвязанных и проводимых в соответствии с установленным порядком контрольных операций. Большинство контрольных операций является неотъемлемой и обязательной частью производственного процесса и поэтому возлагается на рабочих, выполняющих соответствующую производственную операцию. Вместе с тем, в целях обеспечения выпуска продукции надлежащего качества и предупреждения потерь в производстве, ряд контрольных операций выполняется бригадами, мастерами и специальным персоналом – работниками заводского отдела технического контроля (ОТК).

Объектами технического контроля являются материалы и полуфабрикаты, поступающие на предприятие со стороны, продукция предприятия, как в готовом виде, так и на всех стадиях ее производства, технологические процессы, орудия труда, технологическая дисциплина и общая культура производства.

Основной задачей технического контроля на предприятии является своевременное получение полной и достоверной информации о качестве продукции и состоянии технологического процесса с целью предупреждения неполадок и отклонений, которые могут привести к нарушениям требований ГОСТов, ТУ и др. Технический контроль призван обеспечивать требуемую настроенность процесса, и поддерживать его стабильность, т.е. устойчивую повторяемость каждой операции в предусмотренных технологических режимах, нормах и условиях.

Функциями технического контроля являются:

- контроль за качеством и комплектностью выпускаемых изделий;
- учет и анализ возвратов продукции, дефектов, брака, рекламации и др.;
- предупреждение брака и дефектов в производстве.

Общие принципы рациональной организации технического контроля сводятся к следующим:

- технический контроль должен охватывать все элементы и стадии производственного процесса;
- техника, методы и организационные формы контроля должны полностью соответствовать особенностям техники, технологии и организации производства;

- система контроля должна обеспечивать четкое и обоснованное распределение обязанностей и ответственности между отдельными исполнителями и различными подразделениями предприятия;
- система контроля должна использовать эффективные методы статистического контроля.

7.6.2. Задачи, функции и структура ОТК

Исполнителями контрольных операций выступают представители многих служб завода, цехов, отделов: главного металлурга, главного энергетика, главного механика, а также ОТК и производственный персонал – мастер, исполнитель. Каждая из этих служб выполняет установленный для нее объем контрольных функций, которые направлены на поддержание условий, обеспечивающих заданный уровень качества продукции. Основную часть контрольных операций в цехах выполняют непосредственно рабочие, наладчики, мастера. Представители ОТК осуществляют контроль изготовленной цехами продукции, окончательный контроль готовых изделий перед предъявлением их потребителю и ряд контрольных операций, выполняемых на спецустановках, сложных приборах.

Технический контроль централизуется в едином заводском органе – ОТК (отдел технического контроля).

Главными задачами ОТК являются предотвращение выпуска продукции, не соответствующей требованиям стандартов, технических условий, эталонов, технической документации, договорным условиям, а также укрепление производственной дисциплины и повышение ответственности всех звеньев производства за качество выпускаемой продукции.

ОТК выполняет следующие функции:

- обеспечивает развитие и совершенствование системы технического контроля, как важного элемента управления качеством продукции. Для этого осуществляется систематический анализ эффективности действующей системы технического контроля и внедрения наиболее прогрессивных методов контроля и оценки качества продукции; выполняет входной контроль поступающих на предприятие материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, операционный контроль, приемоточный контроль готовой продукции и другие контрольные операции;
- осуществляет окончательную техническую приемку и испытание готовой продукции; оформляет и предъявляет ее к сдаче заказчику;
- выполняет инспекторский надзор и выборочные проверки качества готовых изделий, технологических процессов, состояние оснастки и приборов; условия хранения, упаковки, транспортировки и др.;
- организует оперативно-технический учет и анализирует брак, дефекты и возвраты продукции по цехам, участкам; устанавливает причины и виновников брака;

– разрабатывает мероприятия по устранению брака и улучшению качества продукции.

ОТК независим от служб предприятия в вопросах определения качества изготавливаемой продукции и подчинен непосредственно директору предприятия. Он самостоятельно осуществляет окончательную приемку готовой продукции, производит приемосдаточные испытания, а также контролирует законченную продукцию цехов.

Структура ОТК и численность контролеров зависит от объема производства, характера выпускаемой продукции, производственной структуры и системы управления предприятием. В соответствии с выполняемыми функциями отдел технического контроля может включать в себя бюро или группы исполнителей: технической приемки материалов, полуфабрикатов и изделий, поступающих от поставщиков; цехового контроля; контроля орудий производства; испытания и сдачи готовой продукции; учета и анализа брака.

Бюро внешней приемки создается для контроля качества поступающих на предприятие материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов производственного назначения. Каждая партия поступившей от поставщиков продукции предъявляется к приемке. Контролеры производят наружный осмотр продукции; выполняют простейшие проверочные операции, а в случае необходимости отбирают пробы и направляют их в лабораторию для анализа химического состава, проведения механических и других испытаний в зависимости от требований стандартов; оформляют приемочную документацию либо составляют акты – рекламации на отбракованную продукцию.

Основной задачей бюро цехового контроля (БЦК) является контроль качества выпускаемой цехом продукции, своевременное предупреждение и выявление дефектов и брака, их учет, установление причин и виновников. БЦК осуществляет непрерывный выборочный операционный контроль качества в целях регулирования технологических процессов и поддержания их в заданных параметрах.

Бюро или группы технического контроля создаются и во вспомогательных цехах – ремонтных, энергетических и др. Бюро цехового контроля возглавляется начальником или старшим контрольным мастером и состоит из сменных контрольных мастеров и контролеров. Для контроля за состоянием инструмента и оснастки создана центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ) и ее контрольно-проверочные пункты (КПП) в цехах и на складах инструментов.

В целях сокращения и удешевления содержания контрольного аппарата необходимо обеспечить снижение трудоемкости контрольных операций, а также сбора и переработки информации о качестве продукции путем их механизации и автоматизации.

7.6.3. Виды и методы технического контроля

Для каждого объекта технического контроля выбирается наиболее соответствующий производственным условиям вид технического контроля. По этапам производственного процесса различают следующие виды контроля:

– **входной контроль**, осуществляемый перед началом обработки с целью предупреждения дефектов и брака, обусловленного недоброкачеством поступающих материалов, полуфабрикатов;

– **операционный контроль** проводится в процессе обработки изделий с целью проверки качества выполнения операций, своевременного выявления и изъятия брака, устранения дефектов. Он возможен после каждой операции или после группы операций в зависимости от требуемого качества изделий и характера психологического процесса. Этот контроль осуществляет исполнитель операции (рабочий, бригадир, испытатель), руководитель участка, контролер, мастер ОТК.

– **приемочный контроль** выполняется по окончании процесса изготовления изделий, деталей, сборочных единиц с целью определения соответствия качества требованиям, установленным в нормативно-технической документации. Этому контролю подвергается вся продукция, законченная обработкой в данном цехе, перед поступлением в следующий цех или непосредственно на склад. Он выполняется контролером, мастером ОТК или представителем заказчика.

По полноте охвата изготовленных изделий контролем различают контроль сплошной и выборочный.

Сплошной контроль означает проверку каждого отдельного изделия в партии изготовленной продукции. Обычно такой контроль осуществляется после операций, имеющих решающее значение для качества последующей обработки или дающих большой процент брака при проверке наиболее дорогих изделий.

Выборочный контроль, при котором контролируется лишь часть изготовленных изделий, применяется при больших количествах одинаковых изделий и при устойчивых технологических процессах. Процент выборочности устанавливается на основе анализа устойчивости процесса и важности изготавливаемой продукции.

По степени связи с объектом контроля во времени различают летучий, непрерывный и периодический контроль.

Летучий контроль выполняется непосредственно на месте изготовления продукции в случайные неопределенные моменты времени. Его осуществляют только выборочно для малоответственных деталей.

Непрерывный контроль применяют для проверки технологических процессов в случаях их нестабильности и необходимости постоянного обеспечения определенных количественных и качественных характеристик.

Периодический контроль применяют для проверки качества изделий и технологических процессов при установившемся производстве и стабильных технологических процессах. Он может быть сплошным и выборочным.

По возможности использования продукции контроль может быть разрушающий и неразрушающий (акустический, магнитный, радиационный).

По месту выполнения контрольных операций контроль может быть стационарный и подвижный.

Стационарный контроль производится на специально оборудованном постоянном месте контролера, куда поставляются объекты контроля.

Подвижный контроль осуществляется на том рабочем месте, где выполняется операция. Применяется для проверки громоздких, неудобных для транспортировки объектов контроля.

Инспекционный контроль представляет собой повторную проверку продукции, уже принятой ОТК, или проверку соблюдения правил выполнения контроля. Распространенной формой контроля стал самоконтроль, осуществляемый исполнителем. В процессе контроля используются различные контрольно-измерительные приборы, инструменты, устройства. Все средства разделяются на две группы:

– позволяющие определять абсолютное значение контролируемых величин (индикаторы, манометры и др.);

– позволяющие сортировать объекты по группам качества, когда определяются лишь пределы контролируемых величин (калибры, контрольно-сортировочные устройства и т.п.).

По характеру воздействия на ход технологического процесса различают средства активного и пассивного контроля.

Средства, применяемые для оценки качества продукции после выполнения соответствующей операции, являются пассивными.

Средства, осуществляющие автоматическое регулирование хода технологического процесса, являются активными. Они встроены в оборудование. При достижении заданных критических размеров обрабатываемых деталей оборудование автоматически останавливается. К средствам активного контроля относятся индикаторы, миниметры, электроконтактные устройства и др.

Процесс контроля качества продукции состоит из определения количественного значения контролируемого параметра и его сравнения с установленным стандартом или другим нормативным показателем. Количественные значения показателей качества продукции определяются:

– экспериментальными методами, базирующимися на применении технических средств. Они позволяют дать наиболее объективную количественную оценку качеству, так как в их основе лежат физические эксперименты – методы метрологии (измерение геометрических размеров, массы, твердости и т.п.);

– органолептические методы, основанные на определении качества соответствующими специалистами с помощью органов чувств по балльной системе (измерение вкуса, запаха, цвета);

– социологическими методами, основанными на использовании данных учета и анализа потребителей продукции.

Наиболее прогрессивными методами контроля являются статистические методы. Они основаны на применении методов математической статистики к систематическому контролю за качеством изделий и состоянием технологического процесса с целью поддержания его устойчивости и обеспечения заданного уровня качества изготавливаемой продукции.

Статистические методы контроля имеют ряд преимуществ перед другими методами:

– являются профилактическими методами контроля;

– позволяют во многих случаях перейти к выборочному контролю и тем самым снизить трудоемкость контрольных работ;

– создаются условия для наглядного изображения динамики качества продукции и настроенности процесса, что позволяет своевременно принять меры к предупреждению брака не только контролером, но и работниками цеха – рабочими, бригадирами, наладчиками, технологами.

Статистический контроль предполагает:

– анализ технологического процесса с целью приведения его к требуемой настроенности, точности и статистически устойчивому состоянию;

– текущий контроль с целью регулирования и поддержания процесса в состоянии, обеспечивающем заданные качественные параметры;

– выборочный статистический приемочный контроль качества готовой продукции.

Для проведения статистического контроля строится контрольная карта (рис. 7.5).

На карте обозначается средняя линия, соответствующая номинальному значению контролируемого параметра качества продукции или технологического процесса и границы регулирования. Две крайние линии показывают верхнюю и нижнюю границы технического допуска, равные 3σ , где σ – среднее квадратное отклонение измеряемого параметра. Оно определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}},$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – фактические значения контролируемого параметра; \bar{x} – среднее арифметическое значение измеряемого параметра; n – количество деталей в партии.

Шкала размеров контролируемого параметра	Номер проб и их характеристика					Параметр
	1	2	3	4	...	
Валик $\varnothing 50 \pm 0,1$	50,1					Зона брака
	50,01		..			Технический допуск (+3 σ) верхний
	50,06	.	....	::		Контрольный допуск (+2 σ) верхний
	50,00		:	...		
	50,02		::	:	::	
	50,00	.	.....	.....	.....
	49,98	..	.....	.....	.....	Размер
	49,96	.....	.....	.....	.....
	49,94					Контрольный
	49,92					Допуск (-2 σ) нижний
	49,00					Технический допуск
						($\varnothing -3\sigma$) нижний Зона брака

Рис. 7.5. Контрольная карта

В соответствии с кривой Гаусса вероятность нахождения случайной переменной x в пределах $x \mp 3\sigma$ равна 0,997 %, что вполне допустимо на практике. За этими крайними линиями уже будут находиться зоны брака.

Линии, соответствующие $\pm 2\sigma$, показывают случайное допустимое рассеивание размеров контролируемого параметра, характеризующее удовлетворительное качественное состояние технологического процесса.

Контролер периодически из партии изготовленной продукции проверяет выборку небольшой величины (5 шт.). Выборка должна быть представительной, правильно отражать все качественные особенности контролируемой партии. Ее размер определяется по формуле

$$n_{\text{выб}} = (3\sigma/\varepsilon)^2,$$

где $n_{\text{выб}}$ – количество изделий в выборке; ε – допустимая ошибка ($0,05 \div 0,2$).

Результаты проверки контролер в виде точек наносит на контрольную карту и сопоставляет с контрольными линиями. Выход точки за линию верхнего или нижнего технического допуска свидетельствует о появлении брака. При его обнаружении все партии подвергаются стопроцентному контролю. Сигналом необходимости подналадки оборудования и регулирования технологического процесса служит выход точек за пределы контрольных допусков $\pm 2\sigma$, когда они находятся еще в пределах технического допуска $\pm 3\sigma$. Таким образом, проведение статистического контроля улучшает технологическую дисциплину, повышает общий уровень культуры производства и сокращает длительность производственного цикла.

7.6.4. Учет и анализ брака

Учет и анализ брака имеет целью своевременное и полное выявление всех видов, причин и виновников брака и дефектов: разработку организационно-технических мероприятий, обеспечивающих ликвидацию и предупреждение брака; учет потерь от брака и отнесение их за счет конкретных виновников; организацию работы по изготовлению продукции взамен забракованной; подготовку статистических материалов для итоговых сводок и изучения динамики брака по отдельным календарным периодам и местам образования.

Браком называется продукция, изготовленная с отступлениями от стандартов и технических условий.

Дефект – это каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. Дефекты бывают явные (выявление которых регламентировано соответствующими документами) и скрытые (выявление которых не предусмотрено документацией). Если дефект можно исправить и это экономически целесообразно, то брак считается исправимым. Если исправление нецелесообразно, то брак является окончательным и деталь подлежит утилизации как отходы производства. Если брак выявлен внутри предприятия, его считают внутренним, если у потребителя – внешним.

Для ликвидации и предупреждения брака необходимо различать его виды, выявлять причины и виновников. Под видом брака подразумеваются те конкретные дефекты и отступления от установленных требований к качеству материала, форм, размерам изделия, которые являются основанием для его забракования и отделения от годных изделий.

Причина брака – это отклонения от нормальных производственных условий и, в частности, от установленного технологического процесса, которые повлекли за собой появление брака, например, работа на неисправном оборудовании.

Виновниками брака считаются те рабочие, инженерно-технические работники или служащие цехов или отделов, чьи действия или недосмотр обусловили возникновение брака, отклонение от нормальных производственных условий.

Учет и анализ внутреннего брака ведется на основании актов о браке, которые выписываются контролером ОТК при его обнаружении. В акте о браке указываются конкретный виновник, количество забракованных изделий, причина, вид и шифр брака. На основании акта о браке определяются убытки от него и суммы удержаний с виновника.

Для выявления наиболее существенных причин брака используется анализ Парето.

Анализ Парето включает в себя следующие этапы:

1. Определение цели анализа.
2. Сбор данных о характере, причинах, количестве и стоимости дефектов.
3. Анализ результатов наблюдений, выявление наиболее значимых факторов.
4. Построение диаграммы и графика Парето, наглядно показывающих относительную значимость каждого фактора.

В зависимости от целей анализа (например, снизить процент или стоимость брака, издержки или трудозатраты, связанные с исправлением брака) производят сбор и систематизацию данных.

На основании полученных данных о причинах брака продукции составляется таблица регистрации данных и дефектах (табл. 7.4).

Таблица 7.4

Таблица регистрации данных о дефектах стартеров

№ дефекта	Вид дефекта	Дефекты		Потери		
		количество	доля	коэффициент	масса	доля
1	2	3	4	5	6	7
1.	Короткое замыкание	64	0,251	1	64	0,109
2.	Реле не включает стартер	52	0,204	3	156	0,266
3.	Заедание привода на валу якоря	14	0,055	5	70	0,119
4.	Шум стартера	7	0,027	1	7	0,011
5.	Нет электроцепи	4	0,015	1	4	0,066
6.	Привод не возвращается в исходное положение	2	0,007	3	6	0,010
7.	Мал тормозной момент	37	0,145	5	185	0,315

Продолжение табл. 7.4

1	2	3	4	5	6	7
8.	Фрезеровка шестерни привода, скол зуба	63	0,248	1	63	0,107
9.	Фрезерно-столярное кольцо	1	0,003	1	1	0,001
10.	Большой ток холостого хода	4	0,015	6	24	0,040
11.	Прочие	6	0,023	1	6	0,010
Сумма:		254	1,0		586	1,0

По доле дефекта (или потерь) выявляют наиболее существенные (группа А) и наиболее несущественные (группа С) причины брака и группу В, располагающуюся между группами А и С.

Так, по данным таблицы группу причин брака, имеющих наибольшую долю дефектов, составляют дефекты № 1, 2 и 8, группу С № 4 – 6, 9 – 11, в группу В – № 7, 3.

Если цели анализа направлены на выявление наибольших потерь от брака, то в группу А войдут дефекты № 2, 7, в группу С – № 4 – 6, 9, 10 и 11, в группу В – № 1, 3, 8.

Данное ранжирование факторов (причин брака) позволяет построить диаграмму Парето (рис. 7.6).

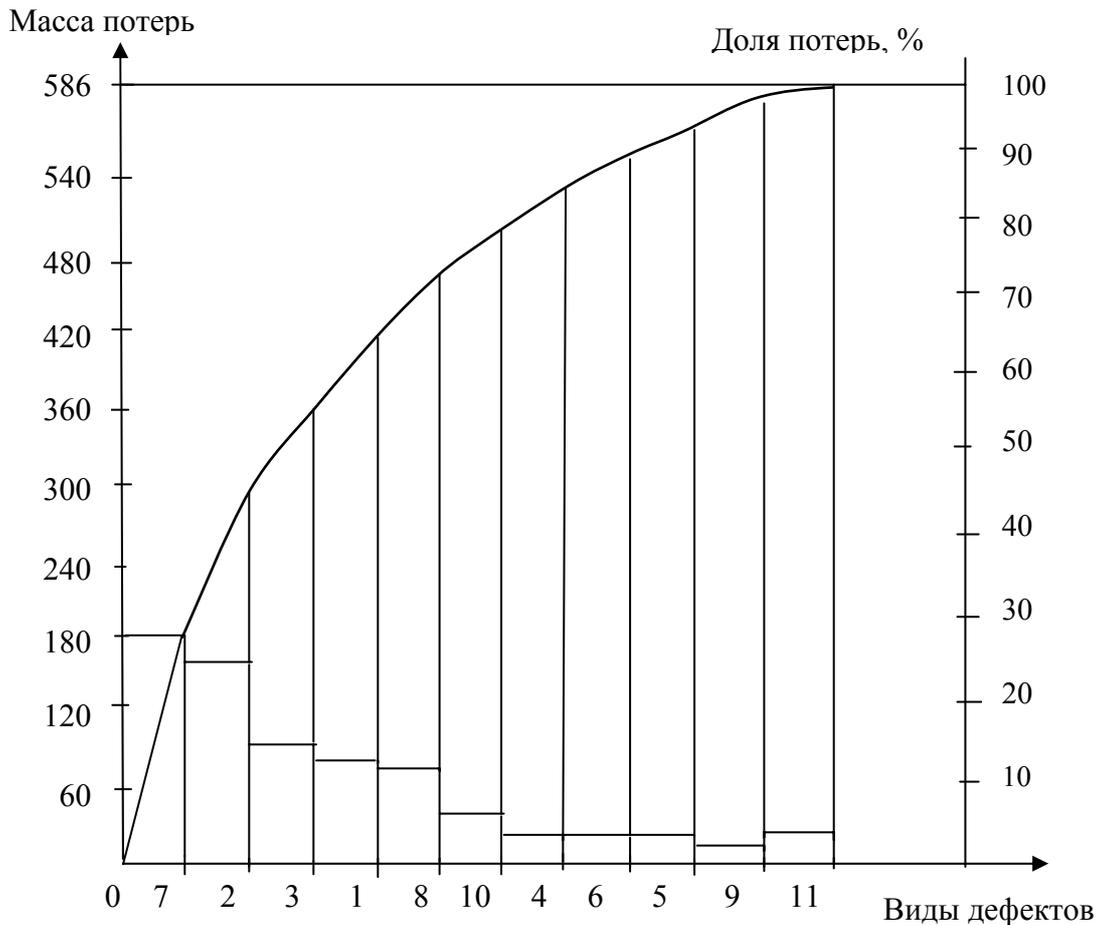


Рис. 7.6. Диаграмма Парето

С помощью диаграммы можно представить потери от брака в зависимости от причин его появления. Диаграмма Парето строится в виде столбчатого графика. Его столбики соответствуют отдельным факторам, являющимся причинами возникновения брака, и разделены на группы А, В, С. На первом месте по горизонтальной оси ставится дефект, встречающийся наиболее часто (или имеющий наибольшую долю потерь). В примере по доле потерь – это дефект № 7 и т.д. в порядке уменьшения их значимости.

По полученным данным строится кривая кумулятивной суммы, которая показывает нарастающим итогом долю каждого дефекта. Из рисунка следует, что необходимо наметить мероприятия по устранению дефектов № 7 и № 2, на долю которых приходится более половины всех потерь от брака.

Если брак продукции обнаруживается у потребителей, на предприятие поступает рекламация, в ней указываются причины, вследствие которых продукция не удовлетворяет требованиям заказчика. Предприятие проверяет обоснованность рекламации и бракованную продукцию заменяет годной, возмещая убытки потребителю.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Тематика исследований и рефератов

Организация инструментального хозяйства

1. Структура управления инструментальным хозяйством крупного предприятия.
2. Расходный фонд инструмента и методика определения его величины в различных типах производства.
3. Методика расчета оборотного фонда инструмента цеха и предприятия.
4. Система «максимум-минимум» при организации эксплуатации инструмента.
5. Пути совершенствования организации инструментального хозяйства.

Организация ремонтного хозяйства

1. Дайте характеристику связи между основным производством и ремонтным хозяйством.

2. Назовите основные нормативы системы ППР и дайте их характеристики.

3. Как осуществляется календаризация структуры ремонтного цикла?

4. Как определяется годовой объем ремонтных работ и численность ремонтных рабочих?

1. Как определяются затраты на ремонт оборудования?

2. Анализ организации ремонтного хозяйства и пути ее совершенствования.

Организация энергетического хозяйства

1. Какие задачи и функции выполняет энергетическое хозяйство предприятия?

2. Перечислите и охарактеризуйте виды энергоресурсов, используемых на предприятии.

3. Дайте характеристику систем энергообеспечения предприятия, опишите их достоинства и недостатки.

4. Как определяется потребность предприятия в энергоресурсах?

5. Охарактеризуйте пути развития энергетического хозяйства.

Организация транспортного хозяйства

1. Задачи транспортного хозяйства.

2. Виды маршрутов перевозок грузов, их преимущества и недостатки.

3. Методика расчета грузооборота и потребности в транспортных средствах.

4. Эффективность работы транспортного хозяйства и пути ее повышения.

Организация складского хозяйства

1. Методика расчета общей площади склада и факторы, ее определяющие.

2. Складские операции и пути совершенствования складского хозяйства.

Организация технического контроля качества продукции

1. Технический контроль, его задачи и назначение.

2. Виды технического контроля качества продукции.

3. Методы технического контроля и факторы, их определяющие.

4. Статистический контроль качества продукции и его достоинства.

Тестовые задания

Организация инструментального хозяйства

1. Что не относится к функциям инструментального отдела?
 - а) определение потребности производства в инструменте;
 - б) нормирование расхода и запаса инструмента;
 - в) обеспечение рабочих мест инструментом;
 - г) руководство работой ЦИСа.

2. Что не является функцией ЦИСа?
 - а) оформление прихода инструмента;
 - б) оформление расхода инструмента;
 - в) выдача инструмента в ИРК;
 - г) выдача инструмента на рабочее место.

3. Подразделения, не входящие в состав инструментального хозяйства:
 - а) инструментальный отдел;
 - б) инструментальный цех;
 - в) ОТК;
 - г) ЦИС.

4. Какой инструмент является специальным?
 - а) который служит для определения свойств и размеров продукции;
 - б) который предназначен для выполнения определенной операции при изготовлении конкретных деталей;
 - в) который применяется на определенных работах независимо от вида изделий;
 - г) с помощью которого осуществляется обслуживание рабочих мест.

5. Что не входит в состав оборотного фонда инструмента?
 - а) инструмент на рабочих местах;
 - б) страховой запас в ЦИСе;
 - в) инструмент в ИРК;
 - г) переходящий запас в ИРК.

6. Как определяется общая потребность в инструменте?
 - а) $I_o = I_n + (I_{обн} - I_{обф})$;
 - б) $I_o = I_n - I_{обн} + I_{обор}$;
 - в) $I_o = I_n - I_{обн} - I_{обор}$;
 - г) $I_o = I_n + I_{обн} + I_{обор}$.

7. Норма расхода инструмента на 1000 шт. деталей определяется:
 - а) $H_p = t_m \cdot 1000 \cdot n / T \cdot (1 - K_y)$;
 - б) $H_p = T \cdot 1000 \cdot n / t_m \cdot (1 - K_y)$;
 - в) $H_p = t_m \cdot 1000 / T \cdot n \cdot K_y$;
 - г) $H_p = T \cdot (1 - K_y) / t_m \cdot 1000 \cdot n$,

где t_m – машинное время, необходимое для обработки детали, мин; T – стойкость инструмента, мин; n – число одновременно работающих инструментов; K_y – коэффициент случайной убыли инструмента.

8. «Точка заказа» инструмента в ЦИСе определяется по формуле:

а) $Z_{ТЗ} = H_q \cdot F_n + Z_{\min}$; б) $Z_{ТЗ} = H_q \cdot F_{cp} + Z_{\min}$;

в) $Z_{ТЗ} = H_q \cdot F_n + П$; г) $Z_{ТЗ} = H_q \cdot F_{cp}$,

где H_q – среднедневной расход инструмента; F_n – число дней нормального изготовления партии инструмента; Z_{\min} – минимальный запас инструмента в ЦИСе; $П$ – величина партии изготовления инструмента.

Организация ремонтного хозяйства

1. При узловом методе ремонта узлы:

- а) ремонтируются одновременно;
- б) ремонтируются последовательно;
- в) заменяются заранее отремонтированными;
- г) ремонтируются одновременно и последовательно.

2. При централизованной форме организации ремонта:

- а) капитальный ремонт производится в ремонтно-механическом цехе предприятия, а остальные виды ремонта и техническое обслуживание – силами цеховых ремонтных баз;
- б) все виды ремонта и технического обслуживания выполняются силами цеховых ремонтных баз;
- в) все виды ремонта и технического обслуживания производит ремонтно-механический цех предприятия;
- г) все виды ремонта производит ремонтно-механический цех предприятия, а техническое обслуживание выполняется силами цеховых ремонтных баз.

3. Межремонтный период t_m определяется как:

а) $t_m = T_{пц} / (n_c + n_m + I)$; б) $t_m = T_{пц} / (n_c + n_m + n_k + I)$;
 в) $t_m = T_{пц} / (n_c + n_m + n_o + I)$; г) $t_m = T_{пц} / (n_c + n_m + n_o + n_k + I)$.

4. Что понимается под ремонтным циклом?

- а) период работы между осмотром и капитальным ремонтом;
- б) период работы между капитальными ремонтами;
- в) период работы между очередными ремонтами;
- г) период работы между осмотром и текущим ремонтом.

5. Что представляет собой структура ремонтного цикла?
- а) совокупность следующих в определенном порядке ремонтных и профилактических операций в период между двумя капитальными ремонтами;
 - б) совокупность следующих в определенном порядке ремонтных и профилактических операций в период между двумя текущими ремонтами;
 - в) совокупность следующих в определенном порядке только ремонтных работ в период между двумя капитальными ремонтами;
 - г) совокупность следующих в определенном порядке только профилактических операций между капитальными ремонтами.
6. Какой фактор не определяет ремонтный цикл?
- а) вид обрабатываемого материала;
 - б) вид ремонта;
 - в) вид применяемого инструмента;
 - г) условия эксплуатации оборудования.

Организация энергетического хозяйства

1. Что входит в полную структуру энергетического хозяйства предприятия?
- а) теплосиловое, электросиловое, электромонтажное, газовое хозяйство, слаботочная связь;
 - б) отопительное, электросиловое, газовое, осветительное хозяйство, слаботочная связь;
 - в) теплосиловое, отопительное, электроремонтное хозяйство, санитарно-вентиляционное хозяйство;
 - г) тепловое, электросиловое, санитарно-вентиляционное хозяйство, слаботочная связь.
2. По характеру использования энергия разделяется:
- а) на технологическую, отопительную, осветительную, слаботочную, санитарно-вентиляционную;
 - б) на технологическую, двигательную, отопительную, осветительную, санитарно-вентиляционную;
 - в) на силовую, слаботочную, осветительную, отопительную;
 - г) на технологическую, двигательную, силовую, осветительную, отопительную.
3. Какой показатель не характеризует энергохозяйство?
- а) $\cos \varphi$;
 - б) коэффициент спроса;
 - в) коэффициент запаса;
 - г) расход энергии на единицу продукции.

4. Формула энергетического баланса:

а) $W_{np} = W_{номр} + W_{nc}$; б) $W_{np} = W_{номр}$;

в) $W_{np} = W_{cy} + W_{nc}$; г) $W_{np} = W_{np} + W_{nc}$,

где W_{np} – объем производимой энергии; $W_{номр}$ – объем потребляемой энергии; W_{cy} – обеспечение энергией от собственных установок; W_{nc} – потери в сетях и преобразовательных установках.

5. Затраты на электроэнергию по двухставочному тарифу определяются по формуле:

а) $Z_y = C_y \cdot M + C_T \cdot W$; б) $Z_y = C_y \cdot W + C_T \cdot M$;

в) $Z_y = C_y (M + W)$; г) $Z_y = C_T (M + W)$,

где C_y – плата за установленную мощность, Р/кВт; C_T – тариф за 1 кВт·ч энергии; M – заявленная потребителем мощность, кВт; W – потребленная энергия, кВт·ч.

Организация транспортного хозяйства

1. Функциями транспортного хозяйства являются:

- а) только перевозка грузов;
- б) перевозка грузов и экспедиционные операции;
- в) перевозка грузов и погрузочно-разгрузочные операции;
- г) перевозка грузов, погрузочно-разгрузочные и экспедиционные операции.

2. Как подразделяется транспорт по территориальному признаку?

- а) внешний и внутренний;
- б) железнодорожный и автомобильный;
- в) специальный и грузоподъемный;
- г) внутризаводской и конвейерный.

3. Что понимается под грузопотоком?

- а) общее количество грузов, перемещаемое в единицу времени;
- б) объем грузов, перемещаемых в единицу времени между двумя пунктами;
- в) количество грузов, прибывающих и перемещаемых за год;
- г) количество перевезенного груза в тоннах.

4. Что понимается под грузооборотом?

- а) количество грузов, прибываемых и перемещаемых за год;
- б) объем груза, перемещаемого в единицу времени между двумя пунктами;
- в) количество перевезенного груза в тоннах;
- г) общее количество грузов, перемещаемое в единицу времени.

5. Назовите системы маршрутных перевозок:

- а) маятниковая, веерная и внутрицеховая;
- б) маятниковая, внутрицеховая и межцеховая;
- в) маятниковая, кольцевая и межцеховая;
- г) маятниковая, кольцевая и веерная.

6. Количество транспортных средств прерывного действия определяется по формуле:

а) $C_{mp} = (Q_n \cdot \kappa) / q_{mpc}$; б) $C_{mp} = Q_c / q_{mpc} \cdot F$;

в) $C_{mp} = (Q_n \cdot \kappa) / (q_{mpc} \cdot F)$; г) $C_{mp} = (Q_c \cdot \kappa) / F$,

где Q_n – грузооборот в плановом периоде, т; Q_c – суточный грузооборот, т; κ – коэффициент, учитывающий неравномерность грузооборота; q_{mpc} – суточная производительность транспортных средств, т; F – число рабочих дней в плановом периоде.

7. Как определяется суточный грузооборот?

а) $Q_c = \frac{Q_n \cdot \kappa}{q_{mpc}}$; б) $Q_c = \frac{Q_n \cdot \kappa}{F_n}$;

в) $Q_c = \frac{F_p}{Q_n \cdot \kappa}$; г) $Q_c = \frac{Q_n}{q_{mpc}}$,

где Q_n – грузооборот в плановом периоде; F_n – число рабочих дней в плановом периоде.

8. Суточная производительность транспортных средств определяется по формуле

а) $q_{mpc} = \frac{T_{цт}}{q \cdot \kappa_{изп} \cdot F_{qc} \cdot \kappa_{ув}}$; б) $q_{mpc} = \frac{q \cdot \kappa_{изп} \cdot F_{qc} \cdot \kappa_{ув}}{T_{цт}}$;

в) $q_{mpc} = \frac{Q_c}{q \cdot \kappa_{изп} \cdot F_{qc} \cdot \kappa_{ув}}$; в) $q_{mpc} = \frac{q \cdot \kappa_{изп} \cdot F_{qc} \cdot \kappa_{ув}}{Q_c}$,

где $T_{цт}$ – транспортный цикл, мин; q – грузоподъемность транспортного средства, т; F_{qc} – суточный фонд времени работы транспорта, мин; $\kappa_{изп}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства; $\kappa_{ув}$ – коэффициент использования транспорта во времени.

Организация складского хозяйства

1. Как подразделяются складские помещения по конструктивным особенностям складов:

- а) материальные, сбытовые и производственные;
- б) центральные, общезаводские, цеховые;
- в) открытые, полузакрытые и закрытые;
- г) универсальные и специальные.

2. Техническое оснащение складов не зависит:

- а) от вида, формы и количества хранимых материалов;
- б) от системы транспортировки материалов;
- в) от расположения складских помещений;
- г) от организационной структуры предприятия.

3. Оперативная площадь склада – это:

- а) площадь, занятая приемно-отпускными площадями, проходами и проездами;
- б) площадь под перегородками, колоннами, лестницами, подъемниками;
- в) площадь служебно-бытовых помещений;
- г) площадь, занятая материалами или устройствами для их хранения.

4. Коэффициент использования площади склада рассчитывается как отношение:

- а) общей площади склада к оперативной площади склада;
- б) оперативной площади склада к общей площади склада;
- в) полезной площади склада к общей площади склада;
- г) оперативной площади склада к полезной площади склада.

5. Общая величина запаса грузов на складах складывается:

- а) из текущих и страховых запасов;
- б) из текущих и подготовительных запасов;
- в) из подготовительных и страховых запасов;
- г) из текущих, страховых и подготовительных запасов.

6. Отпуск материалов в производство осуществляется:

- а) по учетным карточкам складов;
- б) по лимитным картам;
- в) по приходно-расходным карточкам складов.

Организация технического контроля качества продукции

1. Не является функцией ОТК:

- а) контроль поступающих на предприятие материальных ресурсов;
- б) контроль состояния оборудования и технологического процесса;
- в) анализ работы подразделений предприятия;
- г) контроль качества продукции.

2. По назначению технический контроль бывает:

- а) входной, предварительный, промежуточный, окончательный;
- б) входной, промежуточный, сплошной, окончательный;
- в) входной, предварительный, стационарный, окончательный;
- г) входной, окончательный, стационарный, сплошной.

3. Какой метод контроля качества проводится с использованием математической статистики?

- а) экспериментальный; б) статистический;
- в) органолептический; г) социологический.

4. Что свидетельствует о появлении брака?

- а) выход точки, нанесенной контролером на контрольную карту, за пределы контрольных допусков;
- б) выход точки за пределы технических допусков;
- в) нахождение точки в пределах от $\pm 2\sigma$ до $\pm 3\sigma$;
- г) выход точки от линии номинального размера.

5. Брак классифицируется:

- а) по времени и видам;
- б) по причинам и виновникам;
- в) по видам, причинам, виновникам;
- г) по времени, видам, причинам, виновникам.

Задачи

Организация инструментального хозяйства

Задача 7.1. Определить время износа и годовой расход инструмента. Длина режущей части инструмента – 10 мм, величина слоя, снимаемого при каждой переточке, – 1 мм, стойкость – 1,3 ч. Коэффициент преждевременного выхода из строя – 0,05. Годовая программа деталей, обрабатываемых данными резцами, – 98000 шт., машинное время обработки 1 детали – 0,5 минут.

Задача 7.2. Определить оборотный фонд инструмента в связи с переточкой, если инструмент находится в переточке 14 часов, периодичность смены инструмента – 2 часа. На операции работает 3 станка с одновременной работой 3 резцов.

Задача 7.3. Определить оборотный фонд инструмента на складе на основании данных: дневной расход – 200 шт.; время срочного изготовления – 5 дней; время нормального изготовления – 10 дней; величина партии заказа – 6000 шт.

Рассчитать минимальный и максимальный запас инструмента на складе, «точку заказа».

Задача 7.4. В механическом цехе годовой объем производства – 300 тыс. деталей; машинное время на деталь – 3 мин. На станке одновременно применяется 2 червячных фрезы, срок службы которых до полного износа составляет 2000 мин. Коэффициент случайного выхода инструмента – 0,03. Определить потребность цеха во фрезях.

Задача 7.5. Определить нужное количество контрольных скоб исходя из годовой программы цеха по вариантам: 1 – 150 тыс.; 2 – 300 тыс.; 3 – 400 тыс. деталей. Каждая деталь измеряется в двух сечениях. Коэффициент выборочного контроля – 0,6. Норма износа мерительного инструмента до полного износа – 25 тыс. измерений. Коэффициент случайной убыли инструмента – 0,03.

Задача 7.6. Вычислить годовую потребность в штампах для изготовления деталей А и Б (табл. 7.5).

Количество ударов штампа до полного износа – 6000, количество ударов при штамповке детали – 2, число допустимых ремонтов матрицы – 4.

Таблица 7.5

План выпуска деталей

Детали	План производства по вариантам, тыс. шт.					
	1	2	3	4	5	6
А	30	40	50	60	70	80
Б	20	30	45	55	65	75

Задача 7.7. Определить запасы резцов на рабочих местах участка. Стойкость резца – 1 ч, число рабочих мест, одновременно применяющих данный инструмент, – 5, резервный запас резцов на каждом рабочем месте – 2, периодичность смены резцов на рабочих местах – 2 часа.

Задача 7.8. Годовая программа деталей, обрабатываемых резцами, $N = 180$ тыс. шт. Машинное время обработки одной детали $t_m = 0,2$ часа. Величина допустимого стачивания резцов $L = 4$ мм; величина слоя, снимаемого при заточке, $l = 0,4$ мм; время работы инструмента между двумя переточками $t_{cm} = 2$ ч. Число измерений на одну деталь $a_g = 5$; выборочность контроля $n_{вк} = 0,3$; коэффициент допустимого износа мерительного инструмента $V = 0,7$; величина допустимого износа скобы $a_q = 10$ мм, норма стойкости скобы $B = 2630$; допустимое число ремонтов мерителя до полного износа $a_p = 2$.

Количество режущего инструмента на рабочих местах в цехе $I_{pm} = 115$ шт.; количество режущего инструмента, находящегося в заточке и на восстановлении, $I_{pz} = 70$ шт.; количество инструмента, находящегося в инструментально-раздаточной кладовой цеха, $I_{кл} = 201$ шт. Страховой

запас режущего инструмента на центральном инструментальном складе установлен в размере двухдневного расхода инструмента за период исполнения заказа; период между моментом выдачи заказа и поступлением инструмента на склад $T_o = 10$ дней; средневзвешенный расход инструмента за период исполнения заказа $a_p = 35$ шт.; время между двумя поступлениями партий инструмента $T_y = 20$ дней.

Определите: а) потребное число резцов размером 16×25 мм (из быстрорежущей стали) и мерительных скоб $87^{-0,5}$ на годовую программу; б) размер цехового оборотного фонда режущего инструмента; в) нормы запаса режущего инструмента на ЦИСе по системе «максимум-минимум».

Решение.

2. Норма износа резца определяется по формуле

$$T_{изн} = (L/l + 1) \cdot t_{cm} = (4/0,4 + 1) \cdot 2 = 22 \text{ часа.}$$

2. Потребное количество резцов на программу рассчитывается по формуле

$$I_{рез} = N \cdot t_m / T_{изн} \cdot (1 - K_{уб}),$$

где $K_{уб}$ – коэффициент преждевременной убыли инструмента (принимается $K_{уб} = 0,05$). Тогда

$$I_{рез} = 180000 \cdot 0,2 / 22 \cdot (1 - 0,05) = 1723 \text{ шт.}$$

6. Норма износа скобы $87^{-0,5}$ определяется по формуле

$$n_m = V \cdot a_q \cdot B \cdot a_p = 0,7 \cdot 10 \cdot 2630 \cdot 2 = 36820 \text{ шт.}$$

4. Потребное число мерительных скоб $87^{-0,5}$ на программу рассчитывается по формуле

$$\begin{aligned} I_{мер} &= N \cdot a_q \cdot n_{вк} / n_m \cdot (1 - K_{уб}) = \\ &= 180000 \cdot 5 \cdot 0,3 / 36820 \cdot (1 - 0,05) = 8 \text{ шт.} \end{aligned}$$

5. Размер цехового оборотного фонда режущего инструмента определяется по формуле

$$I_y = I_{рм} + I_{рз} + I_k + 115 + 70 + 201 = 386 \text{ шт.}$$

6. Минимальная норма запаса режущего инструмента по ЦИС составляет

$$I_{min} = I_{ср} = 2Q_p = 2 \cdot 35 = 70 \text{ шт.}$$

7. Норма запаса режущего инструмента на ЦИС, соответствующая точке заказа, определяется по формуле

$$I_{ТЗ} = I_{min} + T_o \cdot Q_p = 70 + 10 \cdot 35 = 420 \text{ шт.}$$

9. Максимальная норма запаса определяется по формуле

$$I_{\max} = I_{\min} + T_y \cdot Q = 70 + 20 \cdot 35 = 770 \text{ шт.}$$

График изменения запаса режущего инструмента на ЦИС приведен на рис. 7.7.

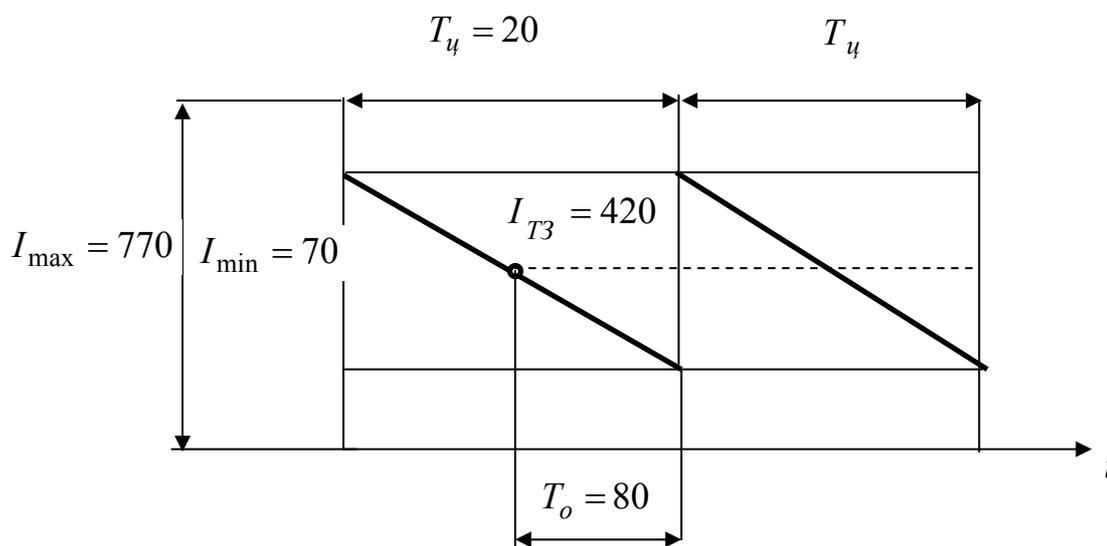


Рис. 7.7. График изменения запаса режущего инструмента на ЦИС по системе «максимум-минимум»

Организация ремонтного хозяйства

Задача 7.9. В механообрабатывающем цехе установлено 40 металло-режущих станков. Средняя ремонтная сложность единицы оборудования – 11,3 рем. ед. Нормы времени для выполнения ремонтных работ приведены в табл. 7.6.

Станки – легкие и средние. Условия работы – нормальные. Тип производства – серийный. Род обрабатываемого материала – конструкционные стали. Нормативное время работы станка в течение межремонтного цикла $A = 20000$ часов.

Таблица 7.6

Нормы времени для выполнения ремонтных работ на одну ремонтную единицу технологического оборудования

Вид ремонта	Слесарные работы	Станочные работы	Прочие работы	Всего
Осмотр	0,75	0,1	-	0,85
Текущий	4,0	2,0	0,1	6,1
Средний	16,0	7,0	0,5	23,5
Капитальный	23,0	10,0	2,0	35

Структура межремонтного цикла имеет вид

$$K_1 - O_1 - T_1 - O_2 - T_2 - O_3 - C_1 - O_4 - T_3 - O_5 - T_4 - O_6 - K_2.$$

Годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего – 1835 часов. Годовой эффективный фонд времени работы станка – 2000 часов. Режим работы – двухсменный. Нормы обслуживания на одного рабочего в смену по межремонтному обслуживанию составляют

$$H_{об}^{см} = 1650 \text{ рем.ед.}; H_{об}^{сл} = 500 \text{ рем.ед.}; H_{об}^{нр} = 3000 \text{ рем.ед.}$$

Коэффициент, учитывающий расход материала на осмотры и межремонтное обслуживание $\lambda = 1,12$. Норма расхода материала на один капитальный ремонт оборудования на одну ремонтную единицу составляет $H_i = 14$ кг конструкционной стали. Коэффициент, характеризующий соотношение нормы расхода материала при среднем и капитальном ремонтах $K_{см} = 0,6$, а при малом и капитальном – 0,2. Ежегодно капитальному ремонту подвергается 5 % оборудования, среднему ремонту – 15 % и текущему ремонту – 100 % оборудования.

Определите:

- а) длительность межремонтного цикла, межремонтного и межцехового периодов;
- б) объем ремонтных и профилактических операций, численность рабочих по видам работ, если слесари выполняют нормы выработки на 120 %, станочники – на 110 %;
- в) число станков для выполнения станочных работ для ремонта и межремонтного обслуживания оборудования;
- г) годовую потребность цеха в материалах для ремонтных нужд.

Решение.

1. Длительность межремонтного цикла для легких и средних станков определяется по формуле

$$T_{цр} = A \cdot \beta_n \cdot \beta_m \cdot \beta_y \cdot \beta_T,$$

где A – нормативный ремонтный цикл (как правило, принимается равным 24000), станко-часов; β_n – коэффициент, учитывающий тип производства (для массового и крупносерийного – 1; среднесерийного – 1,3; мелкосерийного и единичного – 1,5); β_m – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала (при обработке конструкционных сталей – 1; чугуна и бронзы – 0,8; высокопрочных сталей – 0,7); β_y – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации оборудования (при нормальных условиях работы в механических цехах – 1; в запыленных цехах и с повышенной влажностью – 0,7); β_T – коэффициент, отражающий весовую категорию станков (для легких и средних станков – 1).

В примере

$$T_{ур} = 20000 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 26000 \text{ часов.}$$

При двухсменном режиме работы оборудования

$$T_{ур} = 26000 / 2000 \cdot 2 = 6,5 \text{ лет}$$

или 78 месяцев.

2. Длительность межремонтного периода рассчитывается по формуле

$$t_p = T_{ур} / n_c + n_m + 1,$$

где n_c и n_m – число средних и малых ремонтов в течение ремонтного цикла соответственно

$$t_p = 78 / (1 + 4 + 1) = 13 \text{ месяцев.}$$

3. Длительность межосмотрового периода

$$t_o = T_{пу} / (n_c + n_m + n_o + 1),$$

где n_o – число осмотров в течение ремонтного цикла.

$$t_o = 78 / (1 + 4 + 6 + 1) = 6,5 \text{ месяца.}$$

4. Общий годовой объем ремонтных работ определяется по формуле

$$T_p^o = [(T_k n_k + T_c n_c + T_m n_m + T_o n_o) / T_{ур}] \cdot \sum_{i=1}^m (R_i C_{npi}),$$

где T_k, T_c, T_m, T_o – трудоемкость ремонтных работ (соответственно капитального, среднего, малого) и осмотров на единицу ремонтной сложности, нормо-часов; R_i – категория ремонтной сложности i -той единицы оборудования, рем. ед.; C_{npi} – принятое число единиц оборудования i -того наименования, шт.

$$T_p^o = [(35 \cdot 1 + 23,5 \cdot 1 + 6,1 \cdot 4 + 0,85 \cdot 6) / 6,5] \cdot 11,3 \cdot 40 = 6102 \text{ часа.}$$

По этой же формуле рассчитывается трудоемкость по видам работ.

По слесарным работам

$$T_p^{сл} = [(23 \cdot 1 + 16 \cdot 1 + 4 \cdot 4 + 0,75 \cdot 6) / 6,5] \cdot 11,3 \cdot 40 = 4136 \text{ часа;}$$

по станочным работам

$$T_p^{см} = [(10 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 6) / 6,5] \cdot 11,3 \cdot 40 = 1763 \text{ часа;}$$

по прочим работам

$$T_p^{np} = [(2 \cdot 1 + 0,5 \cdot 1 + 0,1 \cdot 4) / 6,5] \cdot 11,3 \cdot 40 = 203 \text{ часа.}$$

5. Годовой объем работ по межремонтному обслуживанию определяется по формуле

$$T_{об} = (F_{э} \cdot \kappa_{см} / H_{об}) \cdot \sum_{i=1}^m (R_i \cdot C_{нpi}),$$

где $F_{э}$ – годовой эффективный фонд времени одного ремонтного рабочего; $\kappa_{см}$ – число смен работы обслуживающего оборудования; $H_{об}$ – норма обслуживания ремонтных единиц при выполнении станочных ($H_{об}^{см}$), слесарных ($H_{об}^{сл}$), прочих ($H_{об}^{нр}$) работ на одного рабочего в смену.

Определяется среднегодовая трудоемкость работ по межремонтному обслуживанию и видам работ.

По слесарным работам

$$T_{об}^{сл} = (1835 \cdot 2 / 500) \cdot 11,3 \cdot 40 = 3318 \text{ часов};$$

по станочным работам

$$T_{об}^{см} = (1835 \cdot 2 / 1650) \cdot 11,3 \cdot 40 = 1003 \text{ часа};$$

по прочим работам

$$T_{об}^{нр} = (1835 \cdot 2 / 3000) \cdot 11,3 \cdot 40 = 552 \text{ часа}.$$

Общий годовой объем работ по межремонтному обслуживанию равен

$$T_{об}^{общ} = T_{об}^{см} + T_{об}^{сл} + T_{об}^{нр} + 3318 + 1003 + 552 = 4873 \text{ часа}.$$

6. Численность рабочих, необходимых для ремонта оборудования, определяется по формуле

$$Ч_{рем} = T_{рем} / F_{э} \cdot \kappa_{в},$$

где $\kappa_{в}$ – коэффициент выполнения норм времени.

Число слесарей для ремонта равно

$$Ч_{сл} = 4136 / 1835 \cdot 1,2 = 1,9 \text{ (2 чел.)};$$

число станочников составит

$$Ч_{см} = 1763 / 1835 \cdot 1,1 = 0,9 \text{ (1 чел.)};$$

число прочих рабочих

$$Ч_{нр} = 203 / 1835 \cdot 1 = 0,1 \text{ (0 чел.)}.$$

Общее число ремонтных рабочих, необходимых для ремонта оборудования, составит

$$Ч_{рем} = Ч_{сл} + Ч_{см} + Ч_{нр} = 2 + 1 + 0 = 3 \text{ чел.}$$

7. Численность рабочих, необходимых для межремонтного обслуживания, определяется аналогично п. 6.

Число слесарей для межремонтного обслуживания равно

$$C'_{сл} = 3318/1835 \cdot 1,2 = 1,5 \text{ (2 чел.)};$$

численность станочников составит

$$C'_{см} = 1003/1835 \cdot 1,1 = 0,5 \text{ (1 человек на 0,5 ставки)};$$

число прочих рабочих

$$C'_{пр} = 552/1835 \cdot 1 = 0,31 \text{ (0 чел.)}.$$

У слесарей имеется резерв времени, поэтому они смогут совмещать профессии, выполняя прочие работы.

Общее число рабочих, необходимых для обслуживания оборудования составит

$$C_{об} = C'_{сл} + C'_{см} + C'_{пр} = 2 + 0,5 + 0 = 2,5 \text{ (3 чел.)}.$$

8. Число станков, необходимых для выполнения станочных работ для ремонта и межремонтного обслуживания, определяется по формуле

$$C_{пр} = (T_{рем}^{см} + T_{обс}^{см}) / F_{э} \cdot K_{см} \cdot K_{в}$$

где $F_{э}$ – годовой эффективный фонд времени одного станка в одну смену, ч.

$$C_{пр} = (1763 + 1003) / 2000 \cdot 2 \cdot 1,1 = 0,6 \text{ (1 станок)}.$$

9. Потребность цеха в материалах для ремонтных нужд рассчитывается по формуле

$$Q = \lambda \cdot H_i \cdot (\sum R_k + L \sum R_c + B \sum R_m),$$

где $\sum R_k, \sum R_c, \sum R_m$ – сумма ремонтных единиц агрегатов, подвергаемых в течение года соответственно капитальному, среднему и малому ремонтам.

При ежегодном капитальном ремонте 5 % станков имеют показатель $\sum R_k$, который составляет

$$0,05 \sum R_i \cdot C_{пр}^i = 0,05 \cdot 11,3 \cdot 40 = 22,6 \text{ рем. ед.}$$

При ежегодном среднем ремонте 15 % станков имеем

$$\sum R_c = 0,15 \sum_{i=1}^m (R_i \cdot C_{пр}^i) = 0,15 \cdot 11,3 \cdot 40 = 67,8 \text{ рем. ед.}$$

При ежегодном малом ремонте 100 % станков имеем

$$\sum R_m = 1 \sum_{i=1}^m (R_i \cdot C_{пр}^i) = 1 \cdot 11,3 \cdot 40 = 45,2 \text{ рем. ед.}$$

Подставив соответствующие данные в формулу, получим величину потребности цеха в материалах для ремонтных нужд

$$Q = 1,12 \cdot 14 \cdot (22,6 + 0,6 \cdot 67,8 + 0,2 \cdot 45,2) = 2410 \text{ кг.}$$

Аналогично рассчитывается потребность в других материалах.

Задача 7.10. Рассчитать длительность ремонтного цикла, продолжительность межремонтного и межосмотрового периодов для станка, работающего в условиях серийного производства ($\beta_{км} = 1,2$, $\beta_{д} = 0,85$, $\beta_{г} = 1,05$, $\beta_{ом} = 0,89$, $A = 16800$ ч). Годовой фонд времени работы оборудования 3780 ч.

Структура ремонтного цикла $K - O - M - O - C - O - M - O - K$.

Задача 7.11. Рассчитать длительность ремонтного цикла и межосмотрового периода, если известно, что станок работает в условиях серийного производства ($\beta_n = 1,3$, $\beta_y = 0,7$, $\beta_z = 1,0$, $A = 24000$ ч). Годовой фонд времени работы оборудования 2000 часов. Структура ремонтного цикла

$K - O - M - O - M - O - C - O - M - O - M -$
 $- O - C - O - M - O - M - O - K$

Задача 7.12. Рассчитать длительность ремонтного цикла, межремонтного периода металлорежущего станка. Структура ремонтного цикла: $K - O - M - O - C - O - M - O - K$. Годовой фонд времени работы оборудования 3950 ч. Станок работает в условиях серийного производства ($\beta_n = 1,3$, $\beta_z = 1,35$, $\beta_m = 0,75$, $\beta_y = 1,1$). Построить график ремонтов и осмотров на 1999 – 2000 гг., если известно, что последним ремонтом в текущем году являлся первый малый ремонт, проведенный в июне.

Задача 7.13. Рассчитать продолжительность ремонта (в днях) исходя из следующих данных: ремонт агрегата выполняют 5 человек, которые работают в две смены; продолжительность смены – 8 часов; средний процент выполнения норм выработки – 115; трудоемкость работ по ремонту агрегата – 4010 нормо-ч.

Организация энергетического хозяйства

Задача 7.14. Мощность установленного оборудования в цехе – 470,5 кВт; средний коэффициент полезного действия электромоторов $\eta_q = 0,9$; средний коэффициент загрузки оборудования $K_z = 0,85$; средний коэффициент одновременной работы оборудования $K_o = 0,75$; коэффициент полезного действия питающей сети $K_c = 0,96$. Режим работы цеха – двухсменный, смены по 8 часов. Число рабочих дней в году – 254. Потери времени на

плановый ремонт составляют 5 %. Определите годовую потребность в силовой электроэнергии цеха.

Решение.

1. Рассчитывается годовой эффективный фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме

$$F_{\text{э}} = F_{\text{н}} \cdot K_p \cdot K_{\text{см}} = 254 \cdot 8 \cdot 0,95 \cdot 2 = 3861 \text{ чел.}$$

2. Определяется годовая потребность в силовой электроэнергии механического цеха по формуле

$$P_{\text{э}} = (W_y \cdot F_{\text{э}} \cdot K_3 \cdot K_o) / (K_c \cdot \eta_q),$$

где W_y – суммарная мощность установленного оборудования, кВт; $F_{\text{э}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования за плановый период, ч; K_3 – коэффициент загрузки оборудования; K_o – средний коэффициент одновременной работы оборудования; K_c – коэффициент полезного действия питающей электрической сети; η_q – коэффициент полезного действия установленного электрооборудования.

Подставив цифровые значения, получим

$$P_{\text{э}} = (470,5 \cdot 3861 \cdot 0,85 \cdot 0,75) / (0,96 \cdot 0,9) = 1340374 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Задача 7.15. Определите потребность в осветительной электроэнергии инструментального цеха, если в нем установлено 10 люминесцентных светильников, средняя мощность каждого – 100 кВт. Время горения светильников в сутки – 17 часов, коэффициент одновременности горения светильников $K_o = 0,75$. Число рабочих дней в месяце – 22.

Решение.

1. Эффективный фонд времени работы светильников составит

$$F_{\text{э}} = 22 \cdot 17 = 374 \text{ часа}.$$

2. Потребность в осветительной электроэнергии инструментального цеха определяется по формуле

$$P_{\text{эл}} = (C_{\text{св}} \cdot P_{\text{ср}} \cdot F_{\text{э}} \cdot K_o) / 1000,$$

где $C_{\text{св}}$ – число светильников в цехе, шт.; $P_{\text{ср}}$ – средняя мощность одной лампочки, кВт.

Тогда
$$P_{\text{эл}} = (10 \cdot 100 \cdot 374 \cdot 0,75) / 1000 = 280,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Задача 7.16. Определите расход пара на отопление здания заготовительного цеха. Объем здания $V_{\text{зд}} = 8700 \text{ м}^3$. Норма расхода пара $q_n = 0,5 \text{ ккал/ч}$ на 1 м^3 объема здания. Средняя наружная температура за

отопительный сезон $t_n = -7^\circ C$. Внутренняя температура в здании цеха $t_{вн} = +15^\circ C$. Продолжительность отопительного сезона – 200 дней.

Решение.

1. Определяется отопительный сезон в часах

$$F_q = F_c \cdot K_q = 200 \cdot 24 = 4800 \text{ часов.}$$

2. Разность температур за отопительный период составит

$$t_o = t_{вн} - t_n = [15 - (-7)] = +22^\circ C.$$

3. Расход пара за отопительный сезон рассчитывается по формуле

$$Q_n = (q_n \cdot t_o \cdot F_q \cdot V_{зд}) / 1000 \cdot i,$$

где q_n – расход пара на 1 м^3 здания при разности между наружной и внутренней температурами $1^\circ C$, ккал/ч; t_o – разность между наружной и внутренней температурами, $^\circ C$; F_q – продолжительность отопительного периода, ч; i – теплосодержание пара (принимается 540 ккал/кг).

Подставив числовые значения, получим

$$Q_n = (0,5 \cdot 22 \cdot 4800 \cdot 8700) / 1000 \cdot 540 = 851 \text{ т.}$$

Задача 7.17. Определите потребность участка в сжатом воздухе, если он используется на 12 станках. Среднечасовой расход сжатого воздуха на одном станке – 10 м^3 . Коэффициент использования станка – 0,8; коэффициент использования по мощности – 0,75. Режим работы оборудования – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 часов. Число рабочих дней в месяце – 21. Потери времени на плановый ремонт составляют 6 %.

Решение.

1. Эффективный фонд времени работы оборудования составит

$$F_g = 21 \cdot 8 \cdot 0,96 \cdot 2 = 316 \text{ часов.}$$

2. Удельный расход сжатого воздуха всеми станками равен

$$d = 12 \cdot 10 = 120 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

3. Потребность участка в сжатом воздухе за месяц определяется по формуле

$$Q = 1,5 \sum_{i=1}^m d \cdot K_u \cdot F_g \cdot K_3,$$

где 1,5 – коэффициент, учитывающий потери сжатого воздуха; d – расход сжатого воздуха при непрерывной работе воздухоприемника, $\text{м}^3/\text{ч}$; K_u – коэффициент использования воздухоприемника; m – число воздухоприемников.

Подставив числовые значения, получим

$$Q = 1,5 \cdot 120 \cdot 0,8 \cdot 316 \cdot 0,75 = 34128 \text{ м}^3.$$

Задача 7.18. Производственная программа выпуска изделий следующая: А – 50000 шт., Б – 30000 шт. и Г – 25000 шт. Норма расхода электроэнергии на изделие А в заготовительном производстве – 80 кВт·ч, на изделие Б – 78 кВт·ч, на изделие В – 75 кВт·ч, на изделие Г – 70 кВт·ч.

Установленная мощность энергоприемников в механосборочном производстве – 15000 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. Коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по мощности, – 0,6; по времени – 0,8. Потери в сети составляют 10 %, КПД двигателей – 0,8. Определить плановый и годовой расход электроэнергии по предприятию.

Задача 7.19. Рассчитать потребность цеха в электроэнергии, если известно, что цех работает в две смены, продолжительность смены – 8 часов, 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 %.

Организация транспортного хозяйства

Задача 7.20. На предприятии ежемесячные межцеховые перевозки осуществляются согласно шахматной ведомости (табл. 7.7). Число рабочих дней в месяце – 22. Режим работы – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 часов. Транспортировка грузов из цеха № 1 в цех № 2 и из цеха № 2 в цех № 3 производится на автокарах грузоподъемностью 2 т, при коэффициенте использования – 0,8.

Таблица 7.7

Шахматная ведомость грузопотоков по предприятию за _____ месяц, т

Место отправления	Место назначения						Итого
	Склад № 1	Склад № 2	Цех № 1	Цех № 2	Цех № 3	Отвал (отходы)	
Склад № 1	-	-	5100	6000	1300	-	12400
Склад № 2	-	-	-	-	-	-	-
Цех № 1	-	-	-	4000	-	1000	5000
Цех № 2	-	-	-	-	9000	500	9500
Цех № 3	-	10000	-	-	-	300	10300
Отвал	-	-	-	-	-	-	-
Итого	-	10000	5100	10000	10300	1800	37200

Грузовой рейс автокара длится в среднем 28 мин. Транспортировка всех остальных грузов производится на автомашинах грузоподъемностью 5 т с коэффициентом использования 0,9. Грузовой рейс автомашины длится в среднем 23 мин. Определите необходимое число автомашин и автокаров; число рейсов в сутки; массу груза, перевозимого за сутки тем и другим транспортом; производительность транспортных средств.

Решение.

1. Размер груза, перевозимого на автокарах за месяц, составляет

$$4000 + 9000 = 13000 \text{ т.}$$

2. Эффективный фонд времени работы одного транспортного средства равен

$$F_{\text{э}} = 22 \cdot 8 = 176 \text{ часов.}$$

3. Необходимое число автокаров определяется по формуле

$$n_{mc} = Q_m / (q \cdot \kappa_{uc} \cdot F_{\text{э}} \cdot \kappa_{cm} \cdot F_p),$$

где Q_m – месячный грузооборот на данном маршруте, т; q – грузоподъемность единицы транспортных средств, т; κ_{uc} – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства; $F_{\text{э}}$ – эффективный фонд времени работы единицы транспортного средства для односменного режима, ч; κ_{cm} – число рабочих смен в сутки; F_p – время, затрачиваемое транспортным средством на один рейс.

Подставив численные значения, получим

$$n_{кар} = [13000 / (2 \cdot 0,8 \cdot 176 \cdot 2 \cdot 60)] \cdot 28 = 10,77.$$

Принимаем $n_{кар} = 11$.

4. Число рейсов, совершаемых одним автокаром за сутки, рассчитывается по формуле

$$n_{рейс} = T_{cm} \cdot \kappa_{cm} \cdot \kappa_{\text{в}} / F_p,$$

где $\kappa_{\text{в}}$ – коэффициент использования фонда времени работы транспортного средства. Тогда

$$n_{рейс} = 8 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 60 / 28 = 34 \text{ рейса.}$$

5. Масса груза, перевозимого за сутки автокарами, определяется по формуле

$$Q_c = Q_m / (D_m \cdot \kappa_n),$$

где D_m – число рабочих дней в месяце; κ_n – коэффициент неравномерности перевозок. Тогда

$$Q_c = 13000 / (22 \cdot 1) = 591 \text{ т.}$$

6. Производительность автокара рассчитывается по формуле

$$П = Q_c : n_{рейс} : \kappa_{кар} = 591 : 34 : 11 = 1,6 \text{ т/рейс.}$$

7. Размер груза, перевозимого на машинах за месяц, составит

$$37200 - 13000 = 24200 \text{ т.}$$

8. Необходимое число машин за месяц, составит

$$n_{маши} = 24200 / 5 \cdot 0,9 \cdot 176 \cdot 2 \cdot 6,0 \cdot 23 = 6.$$

9. Число рейсов, совершаемых одной машиной за сутки, составит

$$n_{рейс} = 8 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 60 / 23 = 42 \text{ рейса.}$$

10. Масса груза, перевозимого за сутки машинами,

$$Q_c = 24200 / 22 \cdot 1 = 1100 \text{ т.}$$

11. Производительность машины составит

$$П = 1100 : 42 : 6 = 4,4 \text{ т/рейс.}$$

Задача 7.21. 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 часов.

Определите необходимое количество транспортеров.

Задача 7.22. Определить парк электропогрузчиков грузоподъемностью 1,5 т для организации межцеховых грузопотоков. Грузооборот предприятия составляет 70 тыс. т. Среднетехническая скорость движения электропогрузчика – 3,2 км/час. 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.

Организация складского хозяйства

Задача 7.23. Определите общую площадь крытого складского помещения вместимостью 400 т, если масса, приходящаяся на 1 м² площади склада, – 100 кг. Коэффициент использования склада составляет 0,7.

Задача 7.24. Месячная программа сборочного цеха – 8000 изделий. На каждое изделие идет по одной детали, выпускаемой каждой поточной линией механического цеха. Перед сборкой продукция трех линий посту-

пает на промежуточный автоматизированный склад. Размер страхового запаса на складе равен односменной потребности сборки. Максимальный запас на 50 % больше страхового. Детали первой линии хранят в ящиках по 10 шт. Размер ящика 0,8×0,5 м. Ящики можно поставит под стеллажи. Детали второй линии хранятся на тележках в специальных гнездах (по 10 шт. на каждой тележке). Площадь, занимаемая одной тележкой, составляет 1,2 м². Детали третьей линии хранятся на стеллажах в ячейках. Число ячеек в одном стеллаже равно 16. Площадь одного стеллажа – 2 м². Вспомогательная площадь составляет 30 % от основной. В месяце 25 рабочих дней. Цех работает в две смены по 8 ч. Определите общую площадь склада.

Решение.

1. Определяется односменная потребность сборочного цеха в деталях по формуле

$$Q_{см} = Q_m / (D_p \cdot k_{см}) = 8000 / 25 \cdot 2 = 160 \text{ шт.}$$

2. Максимальный запас каждой детали на складе определяется по формуле

$$Z_{\max} = 1,5 \cdot 160 = 240 \text{ шт.}$$

3. Определяется число ящиков и полезная площадь, занимаемая деталями первой линии

$$n_{ящ} = 240 / 10 = 24 \text{ шт.};$$

$$S_{пол} = 24 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 9,6 \text{ м}^2.$$

4. Определяется число тележек и полезная площадь, занимаемая деталями второй линии

$$n_m = 240 / 10 = 24 \text{ шт.};$$

$$S_{пол} = 24 \cdot 1,2 = 28,8 \text{ м}^2.$$

5. Определяется число стеллажей и полезная площадь, занимаемая деталями третьей линии

$$n_{ст} = 240 : 16 = 15 \text{ шт.};$$

$$S_{пол} = 15 \cdot 2 = 30 \text{ м}^2.$$

6. Учитывая, что ящики с деталями первой линии не занимают дополнительную площадь, а располагаются под стеллажами, определим общую площадь склада по формуле

$$S_{общ} = 1,3 \cdot S_{пол} = 1,3(28,8 + 30) = 76,4 \text{ м}^2.$$

Задача 7.25. Определить полезную площадь склада под штабелями, если штучные грузы уложены на поддоны. Грузовместимость поддона – 100 кг. Число рядов укладки в штабеля по высоте – 20 шт. Длина поддона – 1 м, ширина – 0,5 м. Вместимость склада – 5000 т.

Организация технического контроля качества продукции

Задача 7.26

1. На основе данных, приведенных в табл. 7.8, постройте контрольные карты и гистограммы качества технологического процесса обработки детали, выпускаемой по 100 шт. в каждую смену (при трехсменном режиме работы). Номинальный размер 25 мм, нижняя граница ном. допуска 24,6, верхняя – 25,4 мм.

2. Проведите анализ качества процессов по сменам. Формы контрольной карты и гистограммы приведены на рис. 7.8 и 7.9.

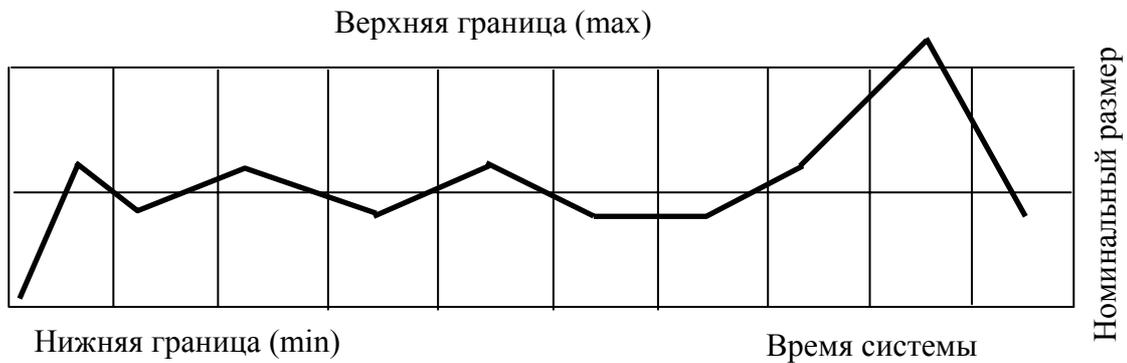


Рис. 7.8. Контрольная карта

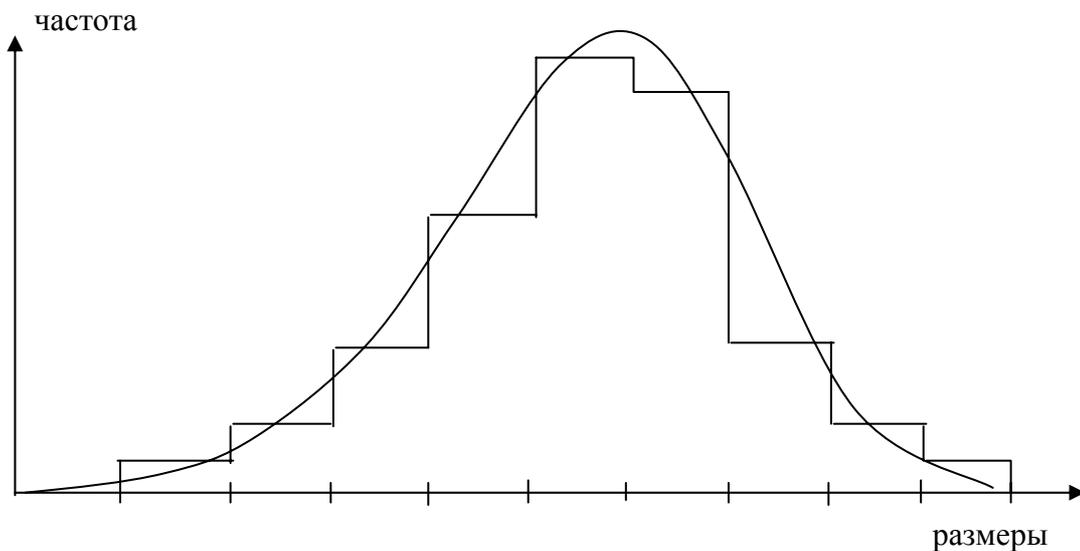


Рис. 7.9. Гистограмма

Исходные данные для построения контрольных карт и гистограмм

Текущий час смены	Диапазон размеров, мм	Число размеров деталей в данном диапазоне, изготовленных в смены		
		I	II	III
8	24,5 – 24,6	2	-	4
1; 7	24,6 – 24,7	4	2	7
1; 5	24,71 – 24,8	7	4	11
2; 4	24,81 – 24,9	13	15	14
2; 3; 4	24,91 – 25,0	28	22	18
4; 5; 6	25,01 – 25,1	26	25	17
2; 7	25,11 – 25,2	12	18	12
6; 7	25,21 – 25,3	6	10	9
5; 9	25,31 – 25,4	2	4	5
9	25,41 – 25,5	-	-	3

Задача 7.27. Определить требуемую численность контролеров для организации контроля за пошивом 2200 ед. пальто за год. Годовой эффективный фонд времени одного контроллера – 1800 ч. Норма времени на контроль единицы продукции – 0,4 ч. Коэффициент выборочности при контроле – 1. Коэффициент, учитывающий дополнительное время на переход от одного рабочего места к другому, – 1,2.

Задача 7.28. Для проведения статистического контроля толщины детали определить контрольный и технический допуск параметра при возможной ошибке 0,1.

Среднее арифметическое значение толщины детали – 44 мм, фактические значения толщины:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1. 44,08; 44,08 | 8. 44,00; 44,00; 44,00 |
| 2. 44,07; 44,07 | 9. 43,99; 43,99; 43,99 |
| 3. 44,05; 44,05; 44,05 | 10. 43,98; 43,98; 43,98 |
| 4. 44,04; 44,04 | 11. 43,96; 43,96; 43,96 |
| 5. 44,03; 44,03 | 12. 43,94; 43,94; 43,94 |
| 6. 44,02; 44,02; 44,02 | 13. 43,92; 43,92 |
| 7. 44,01; 44,01; 44,01; 44,01 | 14. 43,90; 43,90 |

Количество деталей в партии – 38 шт. Составить контрольную карту и проанализировать результаты контроля выборки в 5 шт.: 44,09; 44,10; 44,06; 44,03; 44,09.

Контрольные вопросы

1. Задачи и структура инструментального хозяйства.
2. Что такое расходный фонд инструмента?
3. На основании каких показателей определяется расходный фонд режущего инструмента в массовом и крупносерийном производстве?

4. Как определяется расходный фонд режущего инструмента в серийном производстве?
5. Какие исходные данные используются для определения расходного фонда мерительного инструмента?
6. Что такое оборотный фонд инструмента?
7. Какие применяются методы расчета оборотного фонда инструмента цеха?
8. В чем заключаются особенности системы «максимум-минимум» цеха?
9. Что представляет собой структура запасов инструмента предприятия?
10. Задачи ремонтного хозяйства.
11. В чем состоит сущность и содержание системы планово-предупредительного ремонта оборудования?
12. Что представляют собой периодические плановые ремонты?
13. Сущность нормативной базы системы ППР.
14. Что характеризует категория сложности ремонта?
15. Как определяется трудоемкость ремонтных работ?
16. В чем заключается сущность выполнения ремонтных работ?
17. Что такое узловый метод ремонта?
18. Назовите основные пути совершенствования ремонтного хозяйства.
19. Задачи и функции энергетического хозяйства.
20. Как определяется потребность в энергоресурсах?
21. Что представляет собой балансовый метод планирования потребности в энергоресурсах?
22. Назовите основные пути совершенствования энергетического хозяйства.
23. Задачи транспортного хозяйства. Основные виды транспортных средств.
24. В чем заключается сущность организации перевозок грузов?
25. Основные методы расчета потребного количества транспортных средств.
26. Пути совершенствования транспортного хозяйства и их характеристика.
27. Задачи складского хозяйства.
28. Типы создаваемых на предприятии складов и их характеристики.
29. Как определяется площадь складских помещений?
30. Основные пути совершенствования складского хозяйства.
31. Технический контроль, его сущность, задачи и функции.
32. Отдел технического контроля, его структура и задачи.
33. Виды и методы технического контроля и их характеристики.
34. Статистические методы контроля, их сущность и методы осуществления.
35. Учет и анализ брака.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

8.1. Сущность, цели и функции материально-технического снабжения

Деятельность машиностроительного предприятия сопровождается непрерывным потреблением огромного количества самых разнообразных материалов. В экономическом отношении это наиболее значимая часть затрат на производство продукции.

Процесс материально-технического обеспечения производства направлен на своевременную поставку на склады предприятия или сразу на рабочие места требуемых в соответствии с бизнес-планом материально-технических ресурсов. В состав материально-технических ресурсов входят: сырье, материалы, комплектующие изделия, покупное технологическое оборудование и технологическая оснастка, новые транспортные средства, погрузочно-разгрузочное оборудование, вычислительная техника и другое оборудование, а также покупное топливо, энергия, вода и т.д. Таким образом, все, что поступает на предприятие в вещественной форме и в виде энергии, относится к элементам материально-технического обеспечения производства.

Целями материально-технического снабжения являются:

- своевременное обеспечение подразделений предприятия необходимыми видами ресурсов требуемого качества и количества;
- улучшение использования ресурсов, повышение производительности труда, фондоотдачи, сокращение длительности производственных циклов, сокращение оборачиваемости оборотных средств, полное использование вторичных ресурсов и др.;
- анализ организационно-технического уровня производства и качества выпускаемой продукции у конкурентов поставщика и подготовка предложений по повышению конкурентоспособности поставляемых материальных ресурсов.

Для достижения поставленных целей органы снабжения выполняют ряд функций:

- проведение маркетинговых исследований рынка поставщиков по конкретным видам ресурсов;
- нормирование потребности в конкретных видах ресурсов;
- разработка организационно-технических мероприятий по снижению норм расхода ресурсов;
- поиск каналов и форм материально-технического обеспечения производства;
- разработка материальных балансов;
- организация доставки, хранение и подготовка ресурсов к производству;

- организация обеспечения ресурсами рабочих мест;
- учет и контроль использования ресурсов;
- анализ эффективности использования ресурсов;
- стимулирование улучшения использования ресурсов.

8.2. Управление материально-техническим снабжением на предприятии

В условиях рынка у предприятия имеется возможность выбора поставщиков, а значит и право закупки более эффективных материальных ресурсов. Это заставляет снабженческий персонал внимательно изучать качественные характеристики продукции, изготавливаемой различными поставщиками.

Критериями выбора поставщика могут быть надежность поставки, быстрота осуществление заказа, возможность выбора способа доставки, предоставления кредита, уровня сервиса и т.д.

Организационное построение, характер и методы работы служб снабжения на предприятии разнообразны. В зависимости от объемов, типов и специализации производства, материалоемкости продукции и территориального размещения предприятия складываются различные условия, требующие соответствующего разграничения функций и выбора типа структуры органов снабжения.

На небольших предприятиях, потребляющих малые объемы материальных ресурсов с ограниченной номенклатурой, функции снабжения возлагаются на небольшие группы или отдельных работников хозяйственного отдела предприятия.

На большинстве средних и крупных предприятий эту функцию выполняют специальные отделы материально-технического снабжения (ОМТС), которые построены по функциональному или материальному признаку. В первом случае каждая функция снабжения (планирование, заготовка, хранение, отпуск материалов) выполняется отдельной группой работников. При построении снабженческих органов по материальному признаку определенные группы работников выполняют все функции снабжения по конкретному виду материала.

Характерный тип структуры снабжения – смешанный, когда товарные отделы специализированы на снабжении конкретными видами сырья, материалов. Однако наряду с товарными в состав отдела снабжения входят функциональные подразделения: плановое, диспетчерское.

Плановое бюро выполняет функции по анализу окружающей среды и рыночным исследованиям, определению потребности в материальных ресурсах, формированию нормативной базы, разработке планов снабжения и анализу их выполнения, контролю за выполнением поставщиками договорных обязательств.

Товарное бюро выполняет комплекс планово-оперативных функций по обеспечению производства конкретными видами материальных ресурсов: планированию, учету, завозу, хранению и отпуску материалов в производстве.

Диспетчерское бюро выполняет оперативное регулирование и контроль за выполнением плана снабжения предприятия и цехов сырьем и материалами.

На предприятиях служба снабжения, кроме отдела МТС, может включать и отдел внешней кооперации.

Для осуществления технического перевооружения и реконструкции производства предприятие создает отделы оборудования, которые обычно входят в состав капитального строительства.

Взаимодействие подразделений службы снабжения предприятия осуществляется на основе функциональных связей, а не административного подчинения.

Одно из звеньев МТС – это складское хозяйство, основной задачей которого является прием, хранение материалов, их подготовка к производственному потреблению, непосредственное снабжение цехов необходимыми материальными ресурсами.

Поставки материальных ресурсов на предприятие осуществляются через хозяйственные связи. Хозяйственные связи представляют собой совокупность экономических, организационных и правовых взаимоотношений, которые возникают между поставщиками и потребителями.

Хозяйственные связи между предприятиями могут быть прямыми и опосредованными (косвенными), длительными и краткосрочными.

Прямые связи – это такие, при которых отношения по поставкам продукции устанавливаются между предприятиями-производителями и предприятиями-потребителями прямо, непосредственно.

Опосредованными считаются связи, когда между этими предприятиями имеется хотя бы один посредник.

Поставки продукции потребителю могут осуществляться смешанным путем, т.е. как напрямую, так и через посредников (дистрибьюторов, джобберов, агентов, брокеров).

Дистрибьюторы и джобберы – это фирмы, осуществляющие сбыт на основе оптовых закупок у крупных промышленных предприятий-производителей готовой продукции. Дистрибьюторы в отличие от джобберов – относительно крупные фирмы, располагающие собственными складами и устанавливающие длительные, конкретные отношения с промышленными предприятиями. Джобберы, напротив, скупают отдельные крупные партии товаров для быстрой перепродажи.

Агенты и брокеры – это фирмы или отдельные предприниматели, осуществляющие сбыт продукции предприятия на основе комиссионного вознаграждения. Прямые хозяйственные связи являются более экономичными и прогрессивными по сравнению с косвенными.

Потребность в косвенных связях объясняется тем, что прямые связи выгодны и целесообразны в условиях потребления материальных ресурсов в крупных масштабах. Если же предприятие потребляет сырье и материалы в незначительных количествах, не достигающих транзитной формы отгрузки, то, чтобы не создавать не предприятиях излишние запасы материальных ценностей, целесообразны связи через услуги посредников.

По форме организации поставок продукции различают транзитную и складскую формы снабжения.

При транзитной форме снабжения материальные ресурсы перемещаются от поставщика к потребителю прямо, минуя промежуточные базы и склады посреднических организаций. Такая форма снабжения для материалов с небольшой потребностью приводит к увеличению запасов и связанных с этим расходов.

При складской форме материальные ресурсы завозятся на склады и базы посреднических организаций, а затем с них – непосредственно потребителям.

Транзитную форму целесообразно применять в тех случаях, когда потребителям требуются материальные ресурсы в больших количествах, что дает возможность отгружать их полногрузными вагонами или другими транспортными средствами. При транзитной форме завоза снижаются издержки и повышается скорость обращения, улучшается использование транспортных средств.

Складская форма снабжения играет большую роль в обеспечении мелких потребителей. Она позволяет им заказывать необходимые материалы в количествах меньше установленной транзитной нормы, под которой понимается минимально допустимое общее количество продукции, отгружаемое предприятием-изготовителем потребителю по одному заказу. При складской форме снабжения продукция со складов посреднических организаций может завозиться малыми партиями и с большей частотой, что способствует сокращению запасов материальных ресурсов у потребителей. Однако в этом случае последние несут дополнительные расходы за складскую переработку, хранение и транспортировку с баз посреднических организаций. Поэтому в каждом конкретном случае требуется соответствующее обоснование выбора форм снабжения.

Существует два варианта организации завоза материальных ресурсов: самовывоз и централизованная доставка.

Самовывоз характеризуется отсутствием единого органа, обеспечивающего оптимальное использование транспорта. Предприятие самостоятельно договаривается с транспортными организациями по вывозке материальных ресурсов. При этом не может использоваться определенный вид тары, часто отсутствуют условия для беспрепятственного подъезда транспорта, быстрой разгрузки и приемке материальных ресурсов.

При централизованной доставке предприятие-поставщик и предприятие-получатель создают единый орган, цель которого – оптимизировать совокупный материальный поток. Для этого разрабатываются схемы завоза продукции, определяются рациональные размеры партий поставок и частота завоза; разрабатываются оптимальные маршруты и графики завоза продукции, создается парк специализированных автомобилей и выполняется ряд других мероприятий. Таким образом, централизованная поставка позволяет:

- повысить степень использования транспорта и складских площадей;
- оптимизировать товарные запасы как у производителя, так и у потребителя продукции;
- повысить качество и уровень материально-технического обеспечения производства, оптимизировать размеры партии поставок продукции.

Обеспечение материальными ресурсами производственных цехов, участков предполагает выполнение следующих функций:

- установление количественных и качественных заданий по снабжению (лимитирование);
- подготовку материальных ресурсов к производственному потреблению;
- отпуск и доставку материальных ресурсов со склада службы снабжения на место их непосредственного потребления или на склады цеха, участка;
- оперативное регулирование снабжения;
- учет и контроль за использованием материальных ресурсов в подразделениях предприятия.

Снабжение цехов материалами осуществляется в полном соответствии с установленными лимитами и конкретными особенностями производства.

8.3. Применение логистического подхода к управлению материальными потоками

Снабженческая деятельность тесно увязана с другими видами деятельности предприятия. Наиболее существенны ее связи с маркетингом, планированием производства и финансовой деятельностью. Часто цели этих служб могут не совпадать с целями рациональной организации совокупного материального потока, проходящего через предприятие. В связи с этим целесообразно выделение специальной логистической службы, которая бы управляла материальным потоком, начиная от формирования договорных отношений с поставщиком и кончая доставкой покупателю готовой продукции. Под логистикой понимают направление хозяйственной деятельности, которое заключается в управлении материальными потоками в сфере производства и обращения.

Логистика – наука о планировании, контроле и управлении транспортировкой, складированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе доставки сырья и материалов до

производственного предприятия, внутризаводской переработки сырья, материалов и полуфабрикатов, доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с интересами и требованиями последнего, а также о передаче, хранении и обработке соответствующей информации. Логистический подход к управлению материальными потоками предполагает выделение специальной логистической службы на основе интеграции отдельных звеньев материалопроводящей цепи в единую систему – логистическую систему, способную адекватно реагировать на возмущение внешней среды.

Цель логической системы – доставка материалов, изделий и товаров в заданное место, в нужном качестве и ассортименте, в максимально возможной степени их подготовленности к производственному или личному потреблению при заданном уровне издержек. Деятельность в области логистики многообразна.

Выделяют следующие элементы логистической системы:

- закупка – подсистема, которая обеспечивает поступление материального потока в логистическую систему;
- склады – здания, сооружения, устройства для хранения материальных запасов;
- запасы – запасы материалов, которые позволяют логистической системе быстро реагировать на изменение спроса;
- обслуживание производства – подсистема, занятая обслуживанием процесса производства;
- транспорт – материально-техническая база и инфраструктура, с помощью которой осуществляется транспортировка грузов;
- информация – подсистема, обеспечивающая связь и координацию всех элементов логистической системы;
- кадры – персонал, занятый выполнением логистических операций;
- сбыт – подсистема, обеспечивающая выбытие материального потока из логистической системы.

Границы логистической системы определяются циклом обращения средств производства (рис. 8.1).

Вначале закупаются материалы, комплектующие изделия, которые в виде материального потока поступают в логистическую систему, обрабатываются, складываются и затем уходят в потребление в обмен на поступающие финансовые ресурсы.

Материальный поток образуется в результате совокупности отдельных действий с материальными объектами. Эти действия называются логистическими операциями.

Различают внутренний и внешний, входной и выходной материальные потоки.

Внешний материальный поток протекает во внешней среде, за пределами логистической системы, внутренний – внутри системы. Входной

материальный поток поступает в логистическую систему из внешней среды, выходной, наоборот – во внешнюю среду.

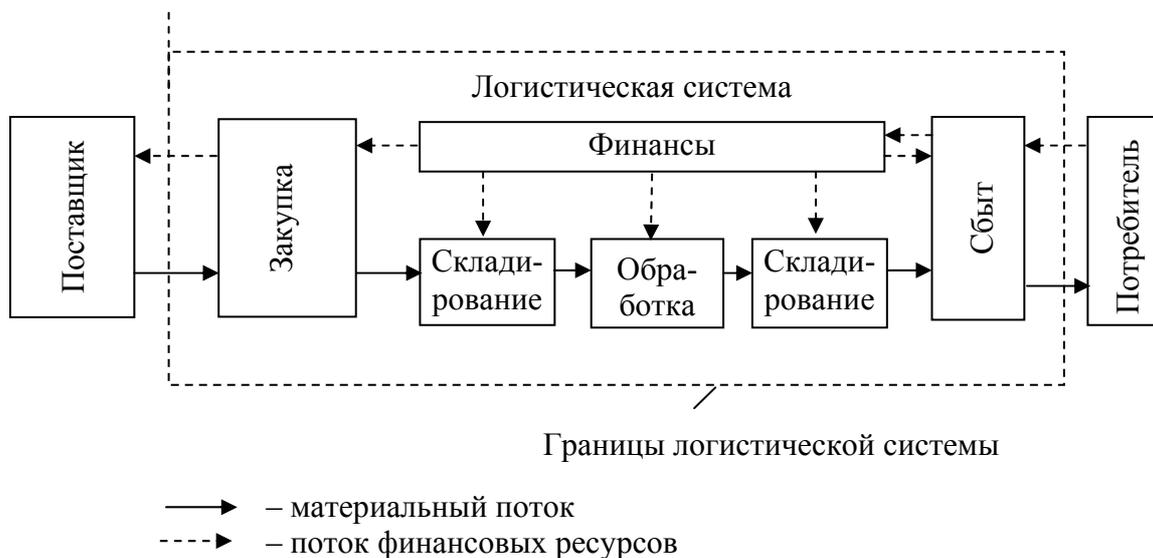


Рис. 8.1. Границы логистической системы

Материальные потоки образуются в результате деятельности различных предприятий и организаций. Это могут быть транспортные предприятия общего пользования, различные экспедиционные фирмы, коммерческо-посреднические организации, предприятия-изготовители, предприятия оптовой торговли и т.п. Их силами формируются материальные потоки, осуществляется процесс товародвижения. Они самостоятельно оценивают конкретную ситуацию и принимают решения. Применение логистического подхода к управлению материальными потоками позволяет:

- гибко реагировать на быстро меняющиеся приоритеты потребителей;
- значительно сокращать временные интервалы между приобретением сырья и поставкой товаров конечному потребителю;
- лимитировать товарные запасы;
- сокращать время доставки товаров.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. Сущность и функции материально-технического обеспечения производства.
2. Как осуществляется управление материально-техническим снабжением на предприятии?
3. В чем заключается сущность транзитной и складской форм организации поставок на предприятии?

4. Дайте краткую характеристику вариантов завоза материальных ресурсов (самовывоз и централизованная доставка).

5. Основы применения логистического подхода к управлению материально-техническим обеспечением.

Тематика исследований и рефератов

1. Перечислить задачи и функции органов снабжения.

2. Рассмотрите различные варианты управления материально-техническим снабжением на предприятии.

3. Логистический подход к управлению материальными потоками на предприятии.

Тестовые задания

1. Каковы основные признаки смешанной структуры службы снабжения предприятия?

а) определенные группы работников выполняют все функции снабжения по конкретному материалу;

б) каждая функция снабжения выполняется отдельной группой работников;

в) товарные отделы, группы, бюро специализированы на выполнении всех функций снабжения;

г) товарные отделы, группы, бюро специализированы на снабжении конкретными видами сырья, материалов, а другие отделы – на выполнении отдельных функций (плановой, диспетчерской).

2. Какие отделы, группы, бюро не включают службы снабжения?

а) плановые;

б) товарные;

в) технического контроля;

г) внешней кооперации.

3. Суть прямых хозяйственных связей между предприятиями в том, что отношения по поставкам продукции между предприятиями-изготовителями и предприятиями-поставщиками устанавливаются:

а) непосредственно;

б) через дистрибьюторов и джобберов;

в) через агентов и брокеров;

г) как напрямую, так и через посредников.

4. Дистрибьюторы – это:

а) крупные фирмы, осуществляющие сбыт на основе оптовых закупок у крупных промышленных предприятий-производителей готовой продукции и располагающие собственными складами;

б) фирмы, осуществляющие оптовые закупки у крупных промышленных предприятий-производителей готовой продукции для быстрой перепродажи;

в) фирмы и предприниматели, осуществляющие сбыт продукции промышленного предприятия на основе комиссионного вознаграждения;

г) фирмы и предприниматели, осуществляющие оптовые закупки у промышленных предприятий-изготовителей готовой продукции для быстрой перепродажи на основе комиссионного вознаграждения.

5. Кто такие джобберы?

Варианты ответа см. к тесту 4.

6. Кто такие брокеры?

Варианты ответа см. к тесту 4.

7. Выделите элементы логистической системы:

а) закупка, склады, запасы, технический контроль, транспорт, сбыт;

б) закупка, склады, запасы, технический контроль, транспорт, сбыт, кадры;

в) закупка, склады, запасы, обслуживание производства, транспорт, сбыт, информация, кадры;

г) закупка, склады, запасы, обслуживание производства, технический контроль, транспорт, сбыт, информация.

Задачи

Задача 8.1. Обосновать выбор формы снабжения, если предприятие в среднем должно получить материалов в количестве 10000 шт., что соответствует транзитной партии поставки. Величина партии поставки при складской форме снабжения – 5000 шт. Величина расходов по доставке и хранению материалов при транзитной форме снабжения составляет 0,7 % к цене, а при складской – 1 % к цене. Коэффициент использования производственных фондов и содержания производственных запасов – 0,8.

Задача 8.2. Тракторный завод ежемесячно получает от моторного завода 100 моторов по цене 50 тыс. руб. Обосновать выбор формы снабжения, если величина партии поставки при транзитной форме снабжения составляет 50 моторов, а при складской – 5. Величина расходов по доставке и хранению месячной поставки моторов составляет при транзитной форме снабжения 30 тыс. руб., при складской – 45 тыс. руб. Коэффициент использования производственных фондов и содержания производственных запасов – 0,9. Изменится ли форма снабжения, если величина партии поставки при транзитной форме составит 25 моторов.

9. НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

9.1. Задачи научной организации труда и ее методы

Важнейшая задача организации труда как планомерного и целесообразного использования рабочей силы заключается в систематическом и неуклонном повышении производительности труда.

В современных условиях, когда необходимо наилучшим образом соединить технику и людей в едином производственном процессе, наиболее эффективным направлением повышения производительности труда является повсеместное внедрение научной организации труда.

Всесоюзное совещание по организации труда сформулировало понятие о научной организации труда следующим образом: в современных условиях научной считается такая организация труда, которая основывается на достижениях науки и передовом опыте; позволяет наилучшим образом соединить технику и людей в едином производственном процессе; обеспечивает наиболее эффективное использование материальных и трудовых ресурсов; способствует сохранению здоровья человека, постепенному превращению труда в первую жизненную потребность.

Научная организация труда является частью организации производства и использует достижения экономических, биологических, социальных, юридических и педагогических наук.

Методы научной организации труда в машиностроении разнообразны и охватывают все без исключения факторы производственного процесса.

НОТ проявляется в основном в следующих областях:

- разделение труда и расстановка работников на производстве;
- формирование смен и установление распорядка их работы;
- многостаночное обслуживание и совмещение профессий;
- организация и обслуживание рабочих мест;
- требование эргономики к производственному оборудованию;
- организация производственного обучения и инструктаж рабочих;
- техническое нормирование труда;
- охрана труда и техника безопасности и др.

Разделение труда и расстановка рабочих имеет целью обеспечить такое распределение работы между исполнителями, которое способствует правильной специализации работников и приобретению ими необходимых производственных навыков и знаний, установлению ответственности работников, исключению обезлички, созданию четкого взаимодействия между работниками, их взаимной кооперации в процессе коллективного труда.

Разделение труда определяется следующими признаками:

- характером труда работника и целевым назначением выполняемых им работ;

- технической однородностью работ;
- сложностью и ответственностью работ.

По характеру труда и целевому назначению работ персонал машиностроительного предприятия разделяется на рабочих (основных и вспомогательных), инженерно-технических работников, административно-конторский персонал и младший обслуживающий персонал. Ведущей является категория рабочих, труд которых непосредственно создает материальные ценности.

В составе рабочих различают основных рабочих, занятых изготовлением основной продукции данного завода и вспомогательных рабочих, занятых обеспечением и обслуживанием рабочих мест основных рабочих инструментом, ремонтом, энергией, уборкой, транспортными, контрольными и другими операциями. Правильное соотношение между численностью основных и вспомогательных рабочих является одним из важнейших условий роста производительности труда.

Разделение труда по технической однородности выполняемых работ выражается в группировке рабочих по профессиям и специальностям, каждой из которых соответствует четко очерченный круг работ. Например, рабочие на металлорежущих станках подразделяются по специальностям на токарей, фрезеровщиков и т.п.

По сложности и ответственности все работы и рабочие распределяются по квалификационным разрядам.

На основе этих признаков осуществляется пооперационное разделение труда, т.е. распределение и закрепление операций техпроцесса за отдельными рабочими местами, агрегатами, расстановка рабочих соответствующих специальностей и квалификаций по этим рабочим местам.

Внедрение в производство сложных агрегатов, аппаратов, поточных линий, управлять которыми и обслуживать которые не может один рабочий, предопределяет необходимость образования бригад с соответствующим разделением и кооперацией труда входящих в их состав рабочих.

Бригадное разделение труда применяется в различных случаях:

а) при совместном выполнении комплексного производственного задания несколькими рабочими, когда результаты их работы невозможно или нецелесообразно учитывать обособленно (бригада осуществляет узловую сборку и общий монтаж изделия);

б) при обслуживании крупных и сложных производственных агрегатов (обслуживание кузнечно-прессового оборудования);

в) на поточных линиях для соблюдения установленного ритма;

г) для создания непосредственного взаимодействия между подготовительными, вспомогательными и основными работами в рамках производственного участка (бригада станочников, имеющая в своем составе наладчиков, транспортных рабочих и т.п.).

Комплексные бригады создаются на участках производства, как правило, с предметной или поддетальной специализацией, где выполнение плановых заданий и достижение наибольшей эффективности труда требует согласования действий рабочих разных профессий. Следует стремиться к тому, чтобы результат труда бригады представлял собой готовый продукт либо законченную его часть.

Специализированные бригады создаются на участках производства с технологической специализацией, где результаты труда достигаются за счет согласованных действий рабочих одинаковой профессии.

Следует отдать предпочтение организации комплексных бригад, преимуществом которых является возможность повышения содержательности труда в связи с совмещением профессии; обеспечение данного качества продукции, стимулирование труда по конечным результатам и др.

При двух- или трехсменной работе в целях сокращения простоев оборудования при передаче смен рекомендуется создавать сквозные бригады, объединяющие рабочих всех смен.

Формирование бригад и организация их работы требует соблюдения ряда правил:

а) в бригаду целесообразно включать рабочих, совместная работа которых дает законченный продукт труда;

б) распределение работ должно быть таким, чтобы коллективный характер не приводил к обезличке и уравниловке;

в) должны быть организованы точный учет и оценка результатов работы бригады.

Создание бригады требует большой подготовительной, технической, организационной и экономической работы.

Формирование смен и распорядок их работы

Организационными вопросами формирования смен являются: выбор рациональной формы связи между сопряженными сменами, организация правильного чередования времени работы и отдыха, выделение подготовительных смен.

Применяют две формы связи между сменами:

1) когда одна смена передает другой заделы и инструменты;

2) когда каждая смена отдельно хранит свои заделы и инструменты.

При варианте 1 достигается непрерывность производственного процесса. Применение 2-го варианта оправдано в случаях выполнения сложных и ответственных работ. Чередование времени работы и отдыха зависит от сменности работы и непрерывности производства. При формировании смен необходимо разграничивать ответственность за выполненную работу, за состояние оборудования, инструмента между сменщиками, работающими на одном и том же оборудовании. Вся выработка каждой

смены должна подвергаться отдельной количественной и качественной приемке. Для предупреждения потерь рабочего времени нужна тщательная оперативная подготовка работы для каждой смены. В некоторых случаях вводятся специальные подготовительные смены. В течение их выполняются работы по уборке рабочих мест, цеха в целом, осмотр и текущий ремонт оборудования, оснастки, настройке, подготовке материалов и т.п. Устанавливается разноочередность выхода рабочих на работу. Время начала и конца рабочего дня устанавливается так, чтобы рабочие, выполняющие подготовительную работу (наладчики, смазчики и т.п.) выходили на работу раньше основных рабочих смен. В этих же целях устанавливается дифференцированный график обеденных перерывов.

9.2. Организация многостаночной работы

Улучшение использования рабочего времени является одним из существенных резервов повышения производительности труда и увеличения выпуска продукции. Для решения этого вопроса в практике машиностроительных предприятий используется многостаночное обслуживание. Оно может быть параллельным и последовательным. Последовательное обслуживание называют еще совмещением профессий.

Параллельной многостаночной работой называется такая работа, которую выполняет один человек или группа рабочих на нескольких агрегатах (станках), используя машинное время работы каждого агрегата для выполнения ручных приемов на других станках.

Основным условием организации многостаночного обслуживания является такое соотношение затрат времени, при котором время машинно-автоматической работы одного станка больше суммарного времени ручной и машинно-ручной работы на всех других обслуживаемых станках:

$$t_{м.а.} \geq \sum_{i=1}^{n=1} t_{зан.и}$$

Машинно-автоматическое время – это не перекрываемое время автоматической работы станка.

К времени занятости относится:

1. Машинно-ручное и ручное время $t_{руч}$.
2. Вспомогательное время на выполнение данной операции $t_{всп}$.
3. Время активного наблюдения за работой станка.
4. Время на переходы от одного рабочего места к другому.

Проектирование и организация многостаночной работы требует тщательной организационной подготовки:

– машинно-автоматическая работа станка должна быть непрерывной;

– оборудование должно быть снабжено специальными устройствами и техническими усовершенствованиями (автоматические выключатели, ускоренные холостые ходы и т.п.);

– оборудование должно быть размещено так, чтобы сократить маршрут обхода рабочим всех станков и обеспечить удобства визуального контроля их работы;

– обслуживание многостаночных комплексов всеми звеньями вспомогательных и обслуживающих хозяйств должно быть бесперебойным (многостаночник должен быть освобожден от выполнения подготовительно-заключительных работ и работ по обслуживанию рабочего места).

В заводской практике применяются различные варианты многоагрегатного обслуживания:

– агрегаты, на которых выполняются операции равной длительности;

– агрегаты, загруженные операциями, кратными друг другу;

– агрегаты, загруженные операциями различной длительности.

При организации многостаночного параллельного обслуживания считаются ряд параметров.

Цикл многостаночного обслуживания ($T_{ц(м.с)}$).

Под циклом многостаночной работы ($T_{ц(м.с)}$) понимается период времени, в течение которого регулярно и полностью осуществляются повторяющиеся работы на всех обслуживаемых рабочим станках.

Пример: $t_{он} = 16$ мин; $t_{м.а} = 12$ мин; $t_{всн} = 4$ мин; $t_{неп} = 0,1$.

График (циклограмма) организации многостаночного обслуживания приведен на рис. 9.1.

Из циклограммы видно:

$$T_{ц(м.с)} = t_{он} = t_{м.а} + t_{зан},$$

где $t_{м.а}$ – машинно-автоматическое время работы станка; $t_{зан}$ – время занятости рабочего.

При отсутствии простоев у рабочего внутри цикла

$$T_{ц(м.с)} = \sum t_{зан}.$$

При наличии свободного времени (простоев) у рабочего внутри цикла

$$T_{ц(м.с)} = \sum_{i=1}^n t_{зан} + t_{св.р.}$$

Простой рабочего при обслуживании станков может получиться в том случае если

$$\sum_{i=1}^{i=n} t_{зан} < T_{ц(м.с)}.$$

Из этой формулы находим величину простоя

$$t_{св.р} = T_{ц(м.с)} - \sum_{i=1}^n t_{зан.}$$

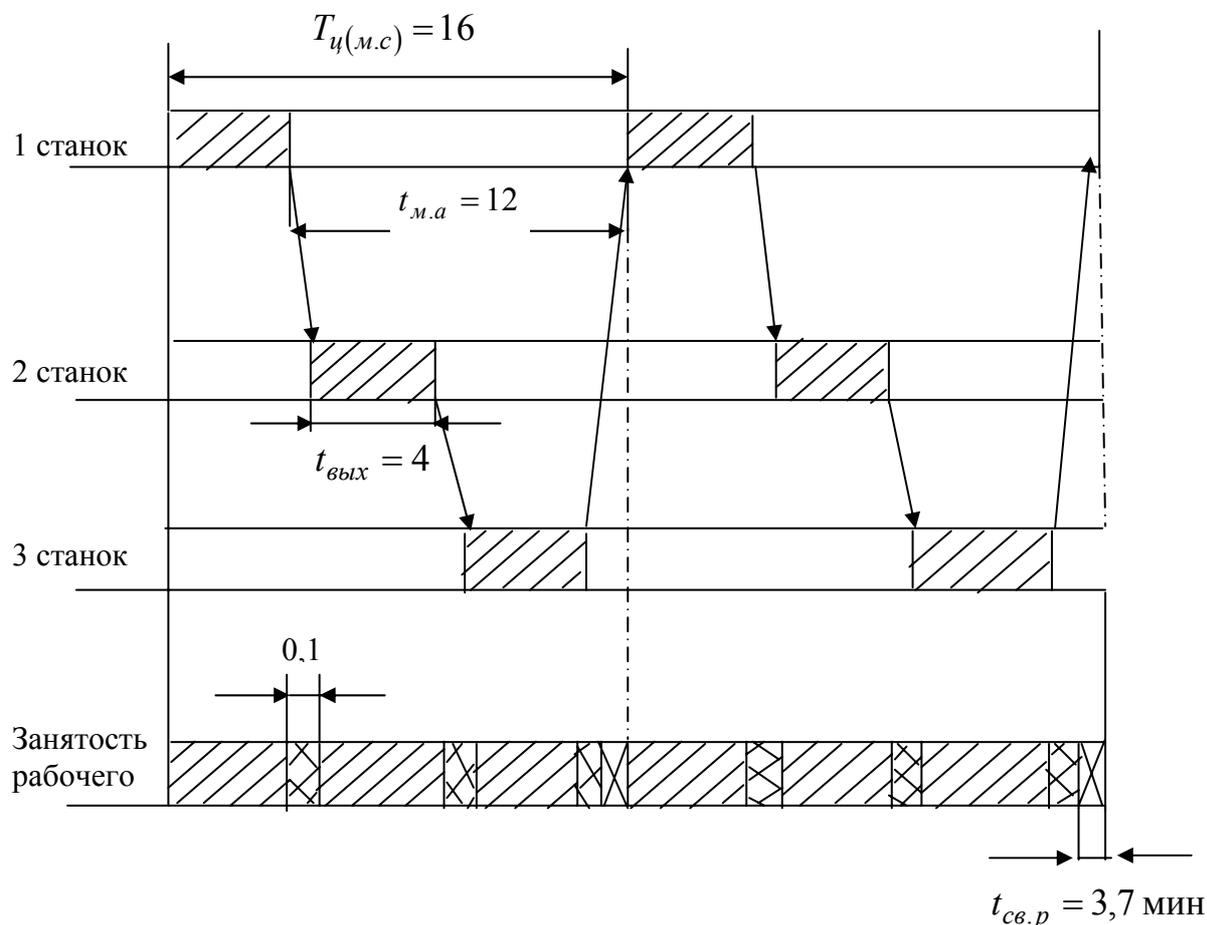
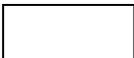


Рис. 9.1. Циклограмма многостаночного обслуживания станков-дублеров

Условные обозначения:

	– время занятости		– машинно-автоматическое время
	– время переходов		– время простоя станков или свободное время рабочего

Количество станков для обслуживания их одним рабочим в зависимости от типа производства можно определить: расчетно-аналитически, графически, по коэффициенту занятости.

Расчетно-аналитический метод применяется в условиях массового производства, когда на обслуживаемых станках выполняется одна и та же операция.

Графическим способом определяется количество обслуживаемых станков в условиях крупносерийного и массового производства при совмещении неодинаковых во времени операций.

В условиях мелкосерийного производства расчет количества обслуживаемых станков производится по коэффициенту занятости.

Коэффициент занятости рабочего представляет собой отношение всего времени занятости рабочего при выполнении данной операции к длительности цикла $T_{ц(м.с)}$

$$K_{зан} = \frac{t_{зан}}{T_{ц(м.с)}}.$$

При определении количества станков нужно исходить из условия

$$\sum K_{зан} \leq 1,$$

где $\sum K_{зан}$ – сумма коэффициентов занятости рабочего при обслуживании станков (общее количество станков, которое может обслужить один рабочий, определяется из условия, что сумма коэффициентов занятости рабочего по отдельным станкам должна быть близка к единице).

Например:

$$K_1 = 0,2; K_2 = 0,17; K_3 = 0,3; K_4 = 0,13;$$

$$\sum K_{зан} = 0,2 + 0,17 + 0,3 + 0,13 = 0,8.$$

В условиях мелкосерийного производства коэффициент занятости рабочего находится в пределах $K_{зан} = 0,80 \div 0,85$.

Остальное время рабочего-многостаночника (20 ÷ 15 %) оставляется в виде резерва на непредусмотренные случаи, возникающие в процессе работы.

Для определения количества станков графически используется циклограмма. Из циклограммы (см. рис. 9.1) видно:

– при отсутствии свободного времени рабочего

$$t_{м.а} = t_{зан}(n - 1) \text{ или}$$

$$t_{м.а} + t_{зан} = t_{зан} \cdot n,$$

откуда

$$n = \frac{t_{м.а} + t_{зан}}{t_{зан}} \text{ или}$$

$$n = \frac{t_{м.а}}{t_{зан}} + 1.$$

Практически следует принимать количество станков, обслуживаемых одним рабочим, несколько меньше расчетного, учитывая:

– необходимость создания микропауз в работе рабочего;

– возможность отклонения фактических затрат вспомогательного времени от принятых в нормативах средних значений.

С этой целью вводится поправочный коэффициент

$$n = \frac{t_{м.а} \cdot K_q}{t_{зан}} + 1.$$

Коэффициент K_q имеет следующие значения:

– для станков специального назначения и автоматов $K_q = 0,8$;

– для универсальных станков $K_q = 0,7$;

– для станков-дублеров $K_q = 0,85 \div 0,9$.

Если $\frac{t_{м.а}}{t_{зан}}$ равно целому числу, то расчетное и фактическое число станков, обслуживаемых одним рабочим, равно также целому числу. В этом случае за период $t_{м.а}$ каждого станка рабочий выполняет все ручные операции на других станках и заканчивает обход станков к моменту окончания машинно-автоматического времени.

Если $n = \frac{t_{м.а}}{t_{зан}}$ не равно целому числу, то для определения количества станков принимают меньшее ближайшее число.

В этом случае $t_{м.а}$ будет больше всех ручных затрат времени на остальных станках:

$$t_{м.а} > t_{зан}(n - 1).$$

Операции с кратными оперативными временами

$$t_{он1} = 24 \text{ мин}; t_{м.а1} = 20 \text{ мин};$$

$$t_{он2} = 8 \text{ мин}; t_{м.а2} = 7 \text{ мин}; t_{зан} = 1 \text{ мин}.$$

Из графика (рис. 9.2) видно, что в данном случае необходимо выдержать два условия:

$$1. t_{м.а \text{ min}} > t_{зан \text{ max}} \text{ или } t_{м.а \text{ min}} > \sum_{i=1}^n t_{зан} - t_{зан \text{ min}} \cdot a,$$

где a – кратность.

$$2. t_{м.а \text{ max}} \geq t_{м.а \text{ min}}(a - 1) + t_{зан \text{ min}} \cdot a;$$

$$\sum t_{зан} = 4 + 0,1 + 1 + 1 + 1 + 0,1 = 7,2 \text{ мин};$$

$$a = \frac{t_{on1}}{t_{on2}} = \frac{24}{8} = 3;$$

$$7 \geq 7,2 - 1 \cdot 3 \geq 4,2 \text{ мин};$$

$$20 \geq 7 \cdot (3 - 1) + 1 \cdot 3 + 0,1 + 0,1 \geq 17,2 \text{ мин};$$

$$t_{ce} = T_{ц(м.с)} - (\sum t_{зан \max} + t_{зан \min} \cdot a);$$

$$t_{ce} = 24 - (4,2 + 1 \cdot 3) = 24 - 7,2 = 16,8 \text{ мин.}$$

Наиболее часто $a = 2 \div 3$.

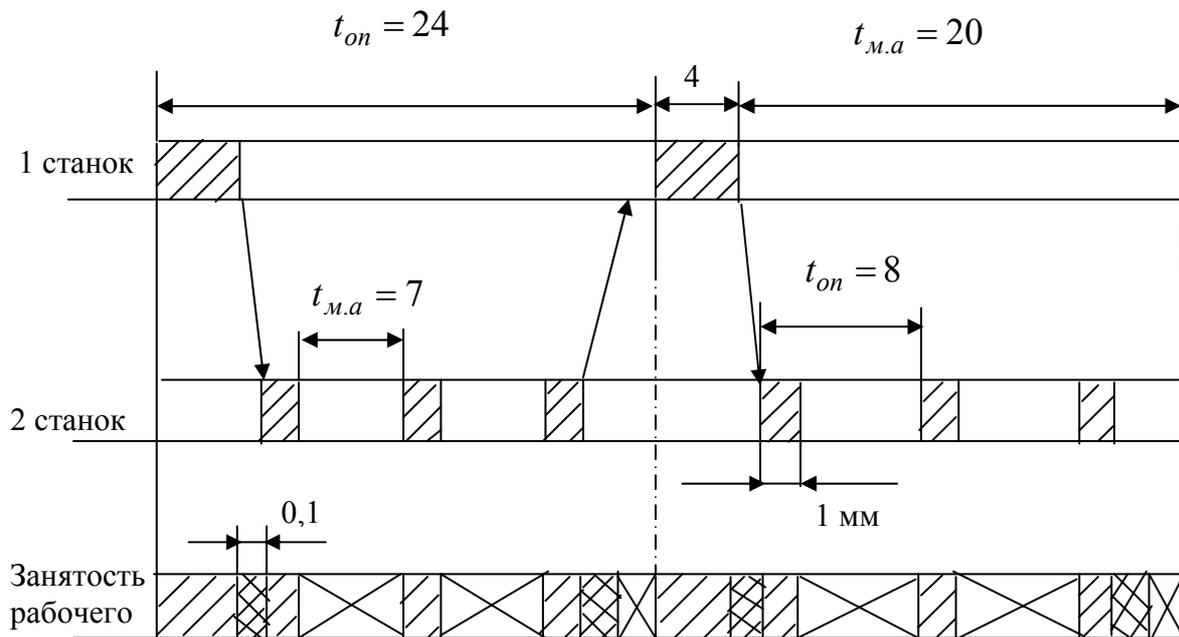


Рис. 9.2. Циклограмма многостаночного обслуживания с кратными оперативными временами

Продолжительность операций не равна и не кратна

$$t_{on1} = 24 \text{ мин}; t_{m.a1} = 18 \text{ мин}; t_{зан} = 6 \text{ мин};$$

$$t_{on2} = 20 \text{ мин}; t_{m.a2} = 15 \text{ мин}; t_{зан} = 5 \text{ мин};$$

$$t_{on3} = 15 \text{ мин}; t_{m.a3} = 11 \text{ мин}; t_{зан} = 4 \text{ мин.}$$

Из циклограммы (рис. 9.3) видно:

1. Длительность цикла многостаночного обслуживания данной группы станков равна оперативному времени операции, имеющую максимальную продолжительность $T_{ц(м.с)} = t_{он \max}$.
2. При сочетании таких операций неизбежны простои.
3. Только операция с максимальным оперативным временем выполняется без простоя.

$$\sum t_{np} = n \cdot T_{ц(м.с)} - \sum_{i=1}^n t_{oni} ;$$

$$\sum_{i=1}^n t_{м.а} = 18 + 15 + 11 = 44 \text{ мин}; \quad \sum_{i=1}^n t_{зан} = 6 + 5 + 4 = 15 \text{ мин}$$

(время занятости берется только на выполнение ручных или машинно-ручных операций на станке, без учета переходов рабочего от станка к станку).

$$t_{np} = 3 \cdot 24 - (44 + 15) = 13 \text{ мин.}$$

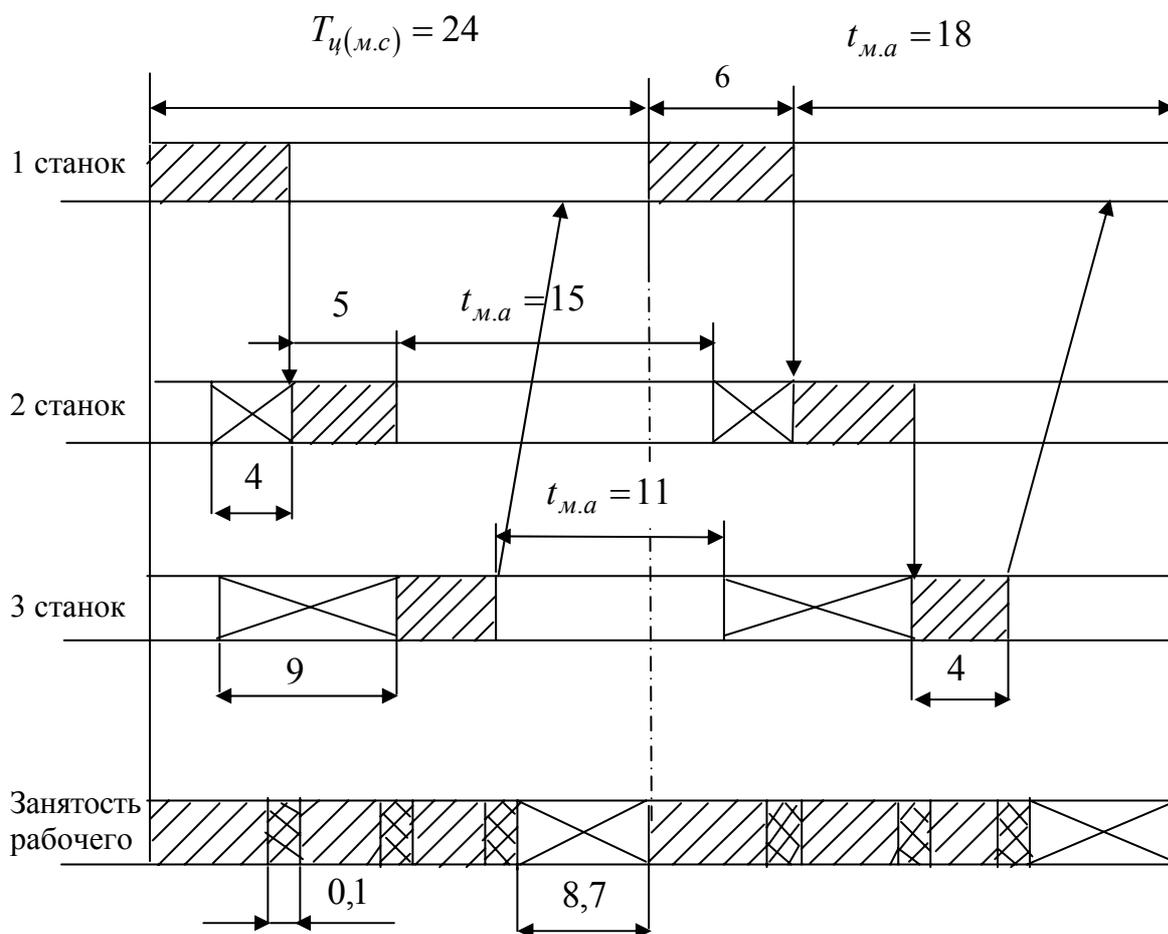


Рис. 9.3. Циклограмма многостаночного обслуживания при различной продолжительности операционных циклов

В данном случае появляется необходимость определения коэффициента загрузки оборудования ($k_{загр.об.}$)

$$k_{загр.об.} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{oni}}{n \cdot T_{ц(м.с)}} ; \quad k_{загр.об.} = \frac{59}{72} \approx 0,82 ; \quad k_{зан.раб} = \frac{15,3}{24} \approx 0,64.$$

При совмещении работы на станках, на которых выполняются различные по длительности операции, решение вопроса о возможном количестве станков для совмещения основывается на графиках.

Необходимо рассмотреть ряд вариантов и из них выбрать наиболее эффективный в отношении рациональной загрузки станков и рабочих. Большое внимание при многостаночном обслуживании уделяется планировке рабочих мест. Она должна отвечать требованиям наибольшего удобства и кратчайшего пути перемещения детали, максимальной экономии трудовых движений и росту производительности труда.

На рис. 9.4 приведены различные методы планировки при многостаночном обслуживании.

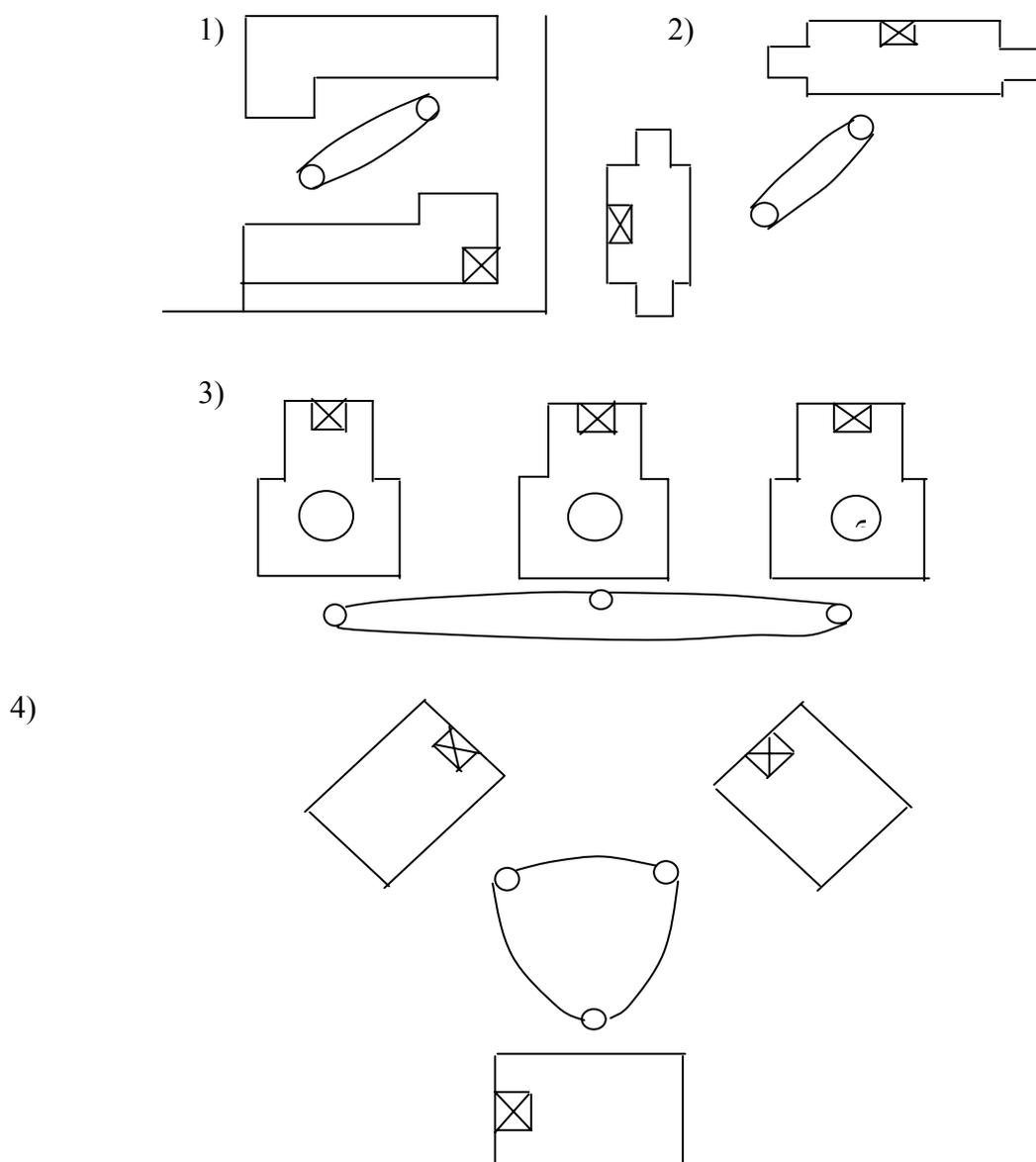


Рис. 9.4. Основные методы планировки рабочих мест при многостаночном обслуживании: 1) – параллельный; 2) – перпендикулярный; 3) – линейный; 4) – кольцевой

Особое внимание уделяется выбору метода и маршрута движения рабочего при многостаночном обслуживании. Наиболее широкое распространение в промышленности по обслуживанию оборудования на многостаночном рабочем месте получило несколько методов:

1. Сторожевой метод, при котором рабочий, наблюдая за всем обслуживаемым участком из определенного пункта, подходит к станкам, когда возникает необходимость в обслуживании. Этот метод целесообразно применять при небольшом количестве станков и нециклической системе обслуживания.

2. Маршрутный метод, при котором рабочий обходит по определенному маршруту свое рабочее место, останавливаясь у тех станков, которые требуют обслуживания. Этот метод целесообразно применять при большой зоне обслуживания, а также при циклическом обслуживании.

3. Маршрутно-сторожевой метод, который представляет собой сочетание двух первых методов и применяется на хорошо обозреваемом участке оборудования.

9.3. Совмещение профессий

В условиях напряженного баланса трудовых ресурсов важное значение придается вопросам всесторонней мобилизации внутренних резервов производства, обеспечивающих прирост промышленной продукции за счет роста производительности труда, без увеличения численности работающих.

Одним из действенных факторов, влияющих на уменьшение численности рабочих, является распределение работ между исполнителями и, в первую очередь, совмещение профессий.

Совмещение профессий способствует более рациональному использованию рабочего времени, более полной загрузке оборудования, повышению маневренности в использовании рабочих кадров и их взаимозаменяемости. Овладение вторыми профессиями имеет не только экономическое значение, но и социальное. Оно расширяет производственный профиль рабочего, способствует повышению его квалификации и содержания труда, а также устранению монотонности в работе.

Экономическое значение совмещения профессий заключается в высвобождении части работающих с целью использования их на других участках производства, лучшим использованием рабочего времени. А как показывают исследования, незанятого времени у работников некоторых профессий очень много. Так, незанятое время у комплектовщиков, кладовщиков, распределителей составляет 24 ÷ 26 %, у подобных рабочих и грузчиков – 27 ÷ 28 %, у стропальщиков и крановщиков – 31 ÷ 32 %, у водителей автокаров – 30 ÷ 32 % и т.д.

Основной принцип, на базе которого строится совмещение профессий, – использование незанятого рабочего времени, возникающего из-за недостатков в организации производства и труда, производственного планирования и в результате чрезмерного разделения труда. Так, сменой инструмента и регулированием оснастки занимаются наладчики, контролем качества продукции – контролеры, ремонт оборудования производят ремонтники, доставляют инструмент на место транспортные рабочие и т.д. Такая узкая специализация не всегда оправдана. Например, во время смены резца наладчиком основной рабочий простаивает, шофера в дальние рейсы часто сопровождают экспедиторы и т.п.

Научно-техническая революция приводит к глубоким изменениям в содержании и характере труда. Эти изменения, определяемые ростом механизации и автоматизации производства, ведут к отмиранию узкой специализации, к овладению все большей массой рабочих широким диапазоном знаний, позволяющим осваивать несколько профессий, свободно переходить от одной профессии к другой.

Однако, как показала практика, совмещение профессий – сложный и длительный процесс, требующий большой организационной подготовки. Нельзя объединять профессии без разбора, без тщательного экономического анализа. Совмещение профессий должно содействовать более рациональному использованию рабочего времени, внедрению научной организации труда. Организация работы по совмещению профессий должны начинаться с анализа состояния труда, изучения затрат рабочего времени и факторов, влияющих на производительность труда.

Изучение и анализ начинается с выбора объекта исследования, в качестве которого могут быть бригада, участок или цех. Составляется общая характеристика объекта исследования, тип производства, уровень его механизации, тип оборудования, характеристика производственного процесса: дается планировка объекта исследования, включая расстановку рабочих мест с указанием форм их организации, расположения оборудования; схема и описание движения обрабатываемых деталей и материалов.

Собираются и изучаются данные, характеризующие содержание труда, использование индивидуального совокупного рабочего времени исполнителей в течение смены. Затраты рабочего времени и использование оборудования изучаются с помощью хронометражных наблюдений и фотографии рабочего дня. Данные могут быть представлены в виде таблицы.

Получаемый фактический баланс затрат времени дает возможность выявить и проанализировать нерациональные затраты рабочего времени на выполнение несвойственных исполнителем функций, потери рабочего времени вследствие нерационального разделения и кооперации труда.

На основании изучения данных баланса времени разрабатываются меры по совершенствованию технологического, функционального и квалифицированного разделения труда: намечается совмещение или объединение профессий, перераспределение трудовых функций.

Основными критериями совмещения профессий являются: формирование соответствующего производственного профиля рабочих, повышение их квалификации, соответствие рациональным условиям труда, снижение совокупных затрат труда.

Проектирование содержания труда включает предварительный выбор наиболее приемлемых вариантов совмещения профессий и определение производственного профиля рабочих.

Внедрение проектов совмещения осуществляется последовательно и постепенно в зависимости от внедрения организационно-технических мероприятий. На основании проделанной работы разрабатывается перечень типовых, наиболее целесообразных и экономически эффективных вариантов совмещения профессий.

Исходя из объективных требований производства на основе перечня типовых разновидностей совмещения разрабатываются конкретные варианты совмещения профессий. Разработке конкретных видов совмещения профессий должно предшествовать изучение использования рабочего времени, существующей организации труда, возможности изменения планировки и расстановки оборудования, транспорта, ремонта и т.п.

Было выявлено, что наилучшие условия труда для совмещения профессий соблюдаются, когда совмещаемые работы имеют организационно-техническую связь, территориальную близость, общность предмета труда, могут быть совмещены в пространстве и во времени.

В результате анализа были разработаны варианты совмещения профессий. Организация совмещения профессий требует решения ряда проблем организационного, экономического, социального и правового характера.

Одним из основных вопросов, от решения которого зависит развитие совмещения профессий, является правильная организация оплаты труда. При установлении размера материального вознаграждения за совмещение профессий нужно учитывать следующие условия: приобретение дополнительных знаний и опыта, сложность выполняемых работ, их объем, интенсивность труда. Такой подход позволяет осуществить дифференциацию размера доплат с учетом особенностей выполняемых работ. Можно выделить группу вариантов совмещаемых профессий по их сложности.

I группа – не требуется существенного роста квалификации и навыков рабочих и повышения напряженности труда;

II группа – требуется рост квалификации рабочего, нет связи с повышением интенсивности труда;

III группа – требуется как повышение квалификации рабочего, так и повышение интенсивности труда.

Так, например, для рабочих I группы можно установить надбавку в размере 10 % тарифной ставки высвободившегося работника; для рабочих II группы – 10 – 20 %; III – 20 – 30 %.

В исключительных случаях, при острой нехватке рабочих, при согласовании с администрацией фонд доплат (материального поощрения) может быть увеличен до 50 %.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются основные задачи научной организации труда?
2. Как формируются смены и распорядок их работы?
3. В чем заключается сущность многостаночной работы?
4. Каковы особенности организации многостаночного обслуживания станков, выполняющих операции с кратными оперативными временами?
5. Как организуется многостаночное обслуживание станков, на которых выполняются операции с разными оперативными временами?
6. Какие Вы знаете методы планировки рабочих мест при многостаночном обслуживании?
7. На чем основан выбор маршрута движения рабочего при многостаночном обслуживании?
8. В чем заключается сущность совмещения профессий?
9. Какие требования нужно соблюдать при организации совмещения профессии?
10. Как организуется оплата труда рабочих, осуществляющих последовательное обслуживание станков?

Тематика исследований и рефератов

1. Параллельная многостаночная работа и условия ее организации.
2. Планировка рабочих мест при многостаночном обслуживании и основные предъявляемые к ней требования.
3. Совмещение профессии, основы его организации.
4. Организация и оплата труда при многостаночном обслуживании.

Задачи

Задача 9.1. Операция выполняется на станках-дублерах, при этом машинное время работы станка $t_m = 7$ мин, а время занятости рабочего на обслуживаемом станке $t_3 = 3$ мин. Длительность и структура операции на обслуживаемых станках являются относительно постоянными.

Определите оптимальное число станков, на которых одновременно может работать рабочий.

Решение.

1. Рассчитывается число станков, на которых может одновременно работать многостаночник, по формуле

$$n = t_m / t_3 + 1,$$

где t_m – машинное время работы станка, мин; t_3 – время занятости рабочего на обслуживаемом станке, мин.

Время занятости рассчитывается по формуле

$$t_3 = \sum t_g + \sum t_n + \sum t_{пер},$$

где $\sum t_g$ – суммарное время, необходимое для выполнения всех ручных приемов на станке, мин; $\sum t_{пер}$ – время перехода рабочего от одного станка к другому согласно установленному маршруту движения, мин; $\sum t_n$ – суммарное время активного наблюдения за работой станка, требующего присутствия рабочего-многостаночника, мин.

Тогда имеем

$$n = 7/3 + 1 = 3,3.$$

2. Если принять $n = 3$ станкам, то время простоя рабочего-многостаночника определяется по формуле

$$t_{np}^p = t_m - (n-1) \cdot t_3 = 7 - (3-1) \cdot 3 = 1.$$

Время простоя рабочего в течение цикла многостаночного обслуживания при $n = 3$ равно 1 мин, а время простоя оборудования $t_{np}^{об} = 0$ мин.

Если принять $n = 4$ станка, то время простоя оборудования определяется по формуле

$$t_{np}^p = t_m - (n-1) \cdot t_3 = 7 - (4-1) \cdot 3 = -2.$$

Следовательно, при $n = 4$, $t_{np}^p = 0$, а $t_{np}^{об} = -2$ мин.

3. Рассчитывается длительность цикла многостаночного обслуживания для двух вариантов по формуле

$$T_{ц(мс)} = \sum_{i=1}^n t_{zi} + t_{np}^p;$$

при $n = 3$ $T_{ц(мс)} = 3 + 3 + 3 + 1 = 10$ мин;

при $n = 4$ $T_{ц(мс)} = 3 + 3 + 3 + 3 + 0 = 12$ мин.

4. Рассчитывается коэффициент загрузки оборудования по формуле

$$K_3^{об} = \sum_{i=1}^n t_{oni} / n \cdot T_{ц(мс)},$$

где $t_{on} = t_3 + t_m$;

при $n = 3$ $K_3^{об} = (10 + 10 + 10) / 3 \cdot 10 = 1$;

при $n = 4$ $K_3^{об} = (10 + 10 + 10 + 10) / 4 \cdot 12 = 0,83$.

5. Рассчитывается коэффициент загрузки рабочего-многостаночника по формуле

$$K_3^p = \sum_{i=1}^n t_{zi} / T_{ц(мс)};$$

при $n = 3$ $K_3^p = (3 + 3 + 3) / 10 = 0,9$;

при $n = 4$ $K_3^p = (3 + 3 + 3 + 3) / 12 = 1$.

Задача 9.2. Рабочий многостаночник обслуживает три станка. Первый станок – продольно-фрезерный, на нем производится операция фрезеровки плоскости прилегания ($t_m = 92$ с, $t_{yc} = 20$ с, $t_{cn} = 12$ с).

Второй станок – сверлильный, на нем производится операция сверления 11 отверстий ($t_m = 95$ с, $t_{yc} = 10$ с, $t_{cb} = 4$ с).

Третий станок – вертикально-фрезерный, на нем производится операция фрезеровки боковых плат ($t_{m-p} = 20$ с, $t_{cn} = 8$ с, $t_{yc} = 10$ с).

Построить график многостаночной работы при обработке детали.

Задача 9.3. Один рабочий обслуживает два станка. На первом станке $t_m = 46$ мин, $t_p = 5$ мин; на втором станке $t_m = 8$ мин, $t_p = 4$ мин. Переход от станка к станку занимает 15 с.

Построить график многостаночной работы с постоянным маршрутом и график загрузки рабочего в течение цикла. Определить: 1) цикл многостаночной работы; 2) свободное время рабочего.

10. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ РУДА

10.1. Значение и содержание технического нормирования труда

Под техническим нормированием труда понимается процесс установления для конкретных организационно-технических условий научно обоснованных норм времени, необходимого для выполнения единицы заданной работы; норм выработки (количество единиц продукции – штук, тонн и т.п., которое должно быть изготовлено в единицу времени – час, смену и т.п.) или норм численности рабочих ИТР или служащих, необходимой для выполнения определенного объема работы или обслуживания определенного числа производственных объектов.

Техническое нормирование является необходимым условием формирования и распределения трудовых ресурсов, а также предпосылкой планирования производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Нормирование труда играет важную роль в процессе разделения труда и его кооперации, основывающихся не только на качественных, но и количественных пропорциях в затратах труда различных категорий работающих.

Техническое нормирование труда имеет своей целью разработку и внедрение технически обоснованных норм времени и выработки, всемерно способствующих более полному выявлению и использованию резервов повышения производительности труда и улучшению использования производственных мощностей.

Технически обоснованные нормы используются в различных сферах производственной деятельности:

- при проектировании – для выбора оптимального варианта технологических процессов;
- при организации заработной платы;
- при технико-экономическом планировании – для расчета производственных мощностей, обоснования численности работников предприятия и составления плановых заданий предприятия;
- при оперативном планировании производства – для разработки планово-производственных нормативов, составления календарных графиков запуска-выпуска продукции.

Техническое нормирование не ограничивается расчетом норм времени, норм выработки и норм численности. Оно включает изучение организации производственных процессов и передового опыта, структуры нормируемых операций, исследование затрат рабочего времени на их выполнение; разработку нормативов для установления технически обоснованных норм, организацию освоения норм путем систематического инструктажа рабочих. По мере развития технологии, организации производства и повышения культурно-технического уровня кадров нормы должны пересматриваться и заменяться более прогрессивными.

10.2. Классификация затрат рабочего времени

При установлении технически обоснованных норм следует исходить из рационального технологического процесса и научной организации труда, соответствующих особенностям конкретного производства, а также из выполнения работы рабочими должной квалификации, уровень производительности труда которых превышает среднюю производительность труда рабочих, занятых на аналогичных работах, и соответствует устойчивым показателям выработки передовых рабочих.

В машиностроении нормы затрат труда устанавливаются на операции, которые для целей исследования и нормирования труда делятся на трудовые элементы: движение, действие, приемы и комплексы приемов. Эти элементы должны иметь наиболее правильное сопряжение в структуре операции.

Трудовое движение является первоначальным элементом трудового процесса и представляет собой однократное действие рабочего (например, протянуть руку, взять заготовку и т.д.).

Прием – это группа трудовых движений, связанных одним целевым назначением. Приемы могут быть основными и вспомогательными. С помощью основных (технологических) приемов достигается технологическая цель данной операции (например, проточить, зенковать). Вспомогательные приемы обеспечивают выполнение основных приемов (например, вставить заготовку в патрон).

Комплекс приемов – это группа приемов, объединенных по технологическому признаку (снять обработанную деталь и установить заготовку).

Для целей нормирования исследуется работа исполнителя и оборудования на протяжении смены или иного отрезка времени. Изучение затрат времени и их анализ осуществляется с применением принятой в машиностроении классификации элементов затрат. Все затраты рабочего времени на протяжении смены делятся на время работы и время перерывов. Время работы включает подготовительно-заключительное время, основное (технологическое), вспомогательное и время обслуживания рабочего места.

Время перерывов делится на время перерывов, не зависящих от рабочего и зависящих от рабочего. Время перерывов, не зависящих от рабочего, включает технологические перерывы в работе, вызываемые организационно-техническими неполадками, например, ожидание работы, материала, инструмента и т.д.

Время перерывов, зависящих от рабочего, подразделяется:

- на перерывы на отдых и личные надобности;
- на перерывы, допущенные рабочим, к которым относятся перерывы, обусловленные нарушением трудовой дисциплины.

Рассмотренная классификация затрат рабочего времени является основной для определения структуры технически обоснованной нормы времени на операции (рис. 10.1).

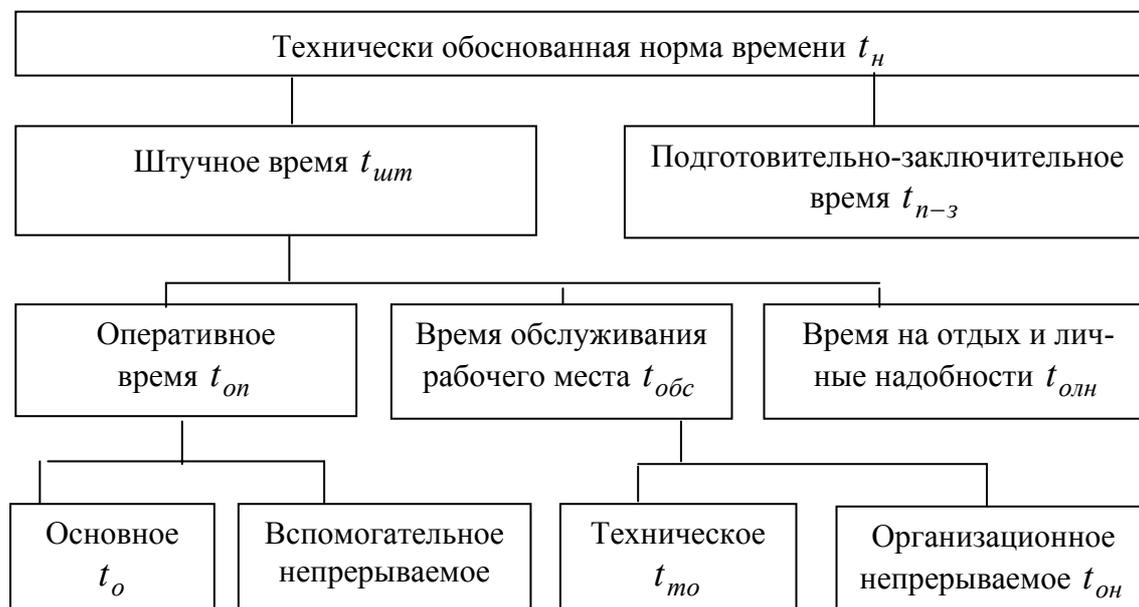


Рис. 10.1. Структура технически обоснованной нормы времени

При установлении норм подготовительно-заключительного времени исходят из условия надлежащей организации и обслуживания рабочего места. Основное (технологическое) время определяют по нормативам или расчетам исходя из технологического режима работы оборудования, устанавливаемого с учетом паспортных данных.

Вспомогательное время рассчитывают в соответствии с нормативами, установленными на основании хронометражных наблюдений или полученными по математическим моделям, отражающим зависимость величины вспомогательного времени от определяющих его факторов. Сумма основного (технологического) и вспомогательного непрерываемого времени на операцию составляет оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e.$$

Время обслуживания рабочего места устанавливается на основе нормативов и во многих случаях определяется в процентном отношении к оперативному времени.

Время перерывов на отдых и личные надобности регламентируется законодательством и выражается в процентах к оперативному времени. Этот норматив дифференцируется в зависимости от тяжести работы, с учетом возможности использования для отдыха технологических перерывов.

Штучное время рассчитывается по формуле

$$t_{шт} = t_{оп} \cdot (1 + \alpha + \beta),$$

где α – коэффициент времени обслуживания рабочего места; β – коэффициент времени на отдых и личные надобности; α и β часто устанавливаются в процентах к оперативному времени.

Штучное время и подготовительно-заключительное время, приходящееся на операцию, образуют норму штучно-калькуляционного времени

$$t_k = t_{шт} + t_{п-з} / n.$$

Нормой выработки $H_{выр}$ называют количество операций (или единиц продукции), выполненных за единицу времени, т.е. эта величина – обратная норме времени.

В расчете на смену норма выработки для серийного производства определяется по формуле

$$H_{выр} = T_{см} / t_k,$$

для массового производства

$$H_{выр} = T_{см} / t_{шт},$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин.

10.3. Методы установления норм времени

Технически обоснованные нормы времени устанавливают на основе тщательного анализа и выявления всех производственных возможностей каждого цеха, участка, рабочего места и исследования составных частей данной операции.

При установлении технически обоснованных норм соблюдается определенная последовательность работ:

- анализируют нормируемую операцию по ее структурным элементам;
- проектируют рациональный состав и содержание операции по элементам;
- проектируют наиболее рациональный технологический режим работы оборудования для данной операции;
- проектируют регламент трудового процесса рабочего-исполнителя;
- рассчитывают норму времени на операцию по длительности отдельных элементов с учетом их рационального сочетания, возможности перекрытия и т.д.;
- разрабатывают организационно-технические мероприятия, обеспечивающие внедрение запроектированной операции со всеми относящимися к ней режимами и приемами труда.

Основными методами установления технически обоснованных норм времени, базирующимися на анализе процессов, 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 (расчетно-сравнительный метод).

Аналитически-исследовательский метод основан на исследовании операции в производственных условиях и изучении затрат рабочего времени на ее выполнение при помощи хронометража и фотографии рабочего дня. Особое значение этот метод приобретает при изучении и обобщении передовых приемов труда, при разработке нормативов для установления технически обоснованных норм расчетным путем. Этот метод применяется при разработке и корректировании нормативов, а также для нормирования операций крупносерийного и массового производства, не охваченных системой нормативов.

При аналитически-расчетном методе длительность нормируемой операции находят расчетным путем, используя нормативы для определения затрат времени на отдельные ее элементы. При этом используют действующие дифференцированные нормативы для различных видов обработки по типам производства, укрупненные нормативы, номограммы, таблицы. Этот метод характерен для нормирования операции массового и крупносерийного производства.

При расчетно-сравнительном методе нормы устанавливают на основе сопоставления и расчета типовых операций, типовых технологических процессов, типовой организации труда и рабочих мест. Такие нормы времени, хотя и предусматривают поэлементный расчет, будут более укрупненными и менее точными. Этот метод применяют в условиях мелкосерийного и единичного производства.

10.4. Методы изучения затрат рабочего времени наблюдением

10.4.1. Хронометраж

Хронометраж операции – способ изучения затрат времени на выполнение циклически повторяющихся ручных и машинно-ручных элементов операции. Он применяется для проектирования рационального состава и структуры операции, установления их нормальной продолжительности и разработки на этой основе нормативов, используемых при расчете технически обоснованных норм времени. Хронометраж применяется также для проверки норм, установленных расчетным путем. Кроме того, хронометраж используется при изучении передовых методов работы с целью их распространения.

Для хронометрирования операцию расчленяют на нормируемые элементы: движение, приемы или комплексы; определяют продолжительность

их выполнения, проектируют рациональную структуру операции и рассчитывают нормальную продолжительность каждого элемента операции.

Хронометраж может быть сплошным и выборочным. При сплошном хронометраже измеряют непрерывно все приемы операций в их технологической последовательности; при выборочном – лишь отдельные приемы независимо от их последовательности, но так, чтобы в конечном счете была определена продолжительность всех приемов операции.

Хронометраж состоит из следующих этапов:

- подготовка к наблюдению;
- наблюдение;
- обработка хронометражных наблюдений;
- анализ результатов, выводы, установление норм и проектирование нормативов оперативного времени.

Подготовка к проведению хронометражного наблюдения заключается в расчленении операции на комплексы приемов, отдельные приемы или движения; проектирование рациональной структуры операции; ознакомление с оборудованием, условиями работы, тарификациями работы и соответствием ее квалификации рабочего. При подготовке к наблюдению заполняют хронометражно-наблюдательный лист. Обычно хронометрируют работу передовых рабочих. Их предупреждают о цели наблюдения и инструктируют о порядке выполнения работы. Подготовка к наблюдению заканчивается занесением в наблюдательный лист элементов изучаемой операции в их технологической последовательности и установлением фиксажных точек. Под фиксажной точкой подразумевается момент, в котором совпадают окончание последнего движения предыдущего приема (комплекса) с началом первого движения последующего приема операции. Установление фиксажных точек необходимо для правильного измерения продолжительности приемов.

В процессе наблюдения измеряют и фиксируют продолжительность каждого нормируемого элемента операции (движения, приема). Для измерения продолжительности применяют секундомеры, хронометры и т.п. Хронометражные наблюдения следует начинать при установившемся рациональном темпе работы, когда соблюдены все предусмотренные условия и освоены приемы труда. Наблюдатель фиксирует продолжительность нормируемых элементов операции, а также в особой графе хронометражной карты отмечает длительность перерывов и различных отклонений, имевших место во время хронометража. В результате хронометражных наблюдений по каждому элементу операции накапливаются многократно зафиксированные данные о длительности его выполнения. Многократно зафиксированная длительность выполнения одного и того же элемента операции образует хронометражный ряд. При хронометраже особое внимание уделяется ручным и машинно-ручным приемам операции, время

машинных приемов определяют расчетом. Количество замеров, составляющих хроноряд, должно быть достаточным для получения достоверного норматива. Минимально необходимое число замеров рекомендуется выбирать по соответствующим таблицам. Полученные в процессе наблюдения хроноряды анализируются и подвергаются статистической обработке. Обработку хронорядов выполняют в следующем порядке:

- составляют ряды с достаточным числом замеров;
- устанавливают степень устойчивости ряда;
- исчисляют норматив расчетной продолжительности каждого элемента;
- выявляют возможности совмещения элементов операции;
- устанавливают норму оперативного времени.

Степень устойчивости ряда определяется коэффициентом устойчивости κ_y , который определяется как отношение максимального значения замера в хронометражном ряду t_{\max} к минимальному t_{\min} :

$$\kappa_y = t_{\max} / t_{\min}.$$

Чем ближе значение κ_y к единице, тем устойчивее ряд.

При устойчивом хронометражном ряду норматив времени на каждый элемент операции определяется как средняя арифметическая величина всех замеров хронометражного ряда.

Данные хронометража используют в виде первичного материала для разработки нормативов времени на вспомогательные и основные элементы операции и для расчета норм на исследуемую операцию.

10.4.2. Фотография рабочего дня

Фотографией рабочего времени (ФРВ) называется способ исследования трудового процесса с целью выявления затрат рабочего времени в течение исследуемого периода (смены). При этом способе главное внимание уделяется выявлению потерь рабочего времени, а также изучению затрат подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания рабочего места и времени, необходимого на отдых.

Цели фотографии рабочего дня:

- составление фактического баланса рабочего времени (смены) путем выявления всех его затрат за этот период; группировки их по категориям времени (подготовительно-заключительное, основное, вспомогательное, время перерывов и т.п.);
- выявление причин потерь и непроизводительных затрат времени с последующей разработкой мероприятий по их устранению;

– проектирование нормального баланса рабочего времени, предусматривающего улучшение использования рабочего времени путем ликвидации потерь;

– получение данных, необходимых для нормирования подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания рабочего места и перерывов, для составления нормативных таблиц по этим категориям времени;

– определение числа рабочих, необходимых для обслуживания отдельных агрегатов, либо числа единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим.

Во время ФРВ наблюдают за работой механизмов и обслуживаемых их рабочих и делают соответствующие записи в наблюдательном месте фотографии рабочего времени. По окончании наблюдения полученные данные обрабатывают.

Степень детализации записей зависит от цели проведения фотографии и от типа производства, но всегда подробно фиксируются все перерывы в работе с указанием их причин. Результаты фотографии рабочего времени для целей анализа группируют по категориям рабочего времени (подготовительно-заключительное, основное, вспомогательное и т.п.).

Различают следующие виды фотографии рабочего времени: индивидуальную, когда объектом наблюдения служит один рабочий; групповую, когда объектом наблюдения является группа рабочих, исполняющих одинаковые или различные операции независимо друг от друга; бригадную, когда объектом наблюдения служит группа рабочих, связанных между собой единством производственного задания.

Фотографию рабочего времени проводят в следующем порядке: подготовка к наблюдению, заключающаяся в подробном изучении и описании объекта наблюдения в производственной обстановке; наблюдение, т.е. фотография рабочего времени с регистрацией всех без исключения затрат времени; обработка полученных данных. При обработке данных ФРВ определяют продолжительность отдельных видов затрат времени, составляют фактический баланс рабочего времени путем группировки затрат по категориям; анализируют данные баланса; проектируют нормальный баланс рабочего времени с учетом совмещения работ, исключая лишние затраты времени, ликвидируя нерегламентированные перерывы, проводя мероприятия, обеспечивающие устранение неполадок. В результате достигается уплотнение рабочего времени, которое может быть охарактеризовано коэффициентом уплотнения и коэффициентом возможного повышения производительности труда за счет устранения потерь времени.

Выбор объекта наблюдения зависит от поставленной цели. Для обоснования нормативов подготовительно-заключительного времени и времени на обслуживание рабочего места объектами наблюдения должны быть передовые рабочие, умеющие рационально использовать свое рабо-

чее время. Для разработки организационно-технических мероприятий по ликвидации потерь и уплотнению рабочего времени используют наблюдения за всеми рабочими.

По технике проведения наблюдений фотография рабочего дня может быть:

– непрерывной, когда замеры времени ведут в течение всего периода наблюдения непрерывно;

– прерывной (маршрутной), при которой замеры времени производят через определенные, сравнительно небольшие промежутки времени; такая ФРВ применяется для рабочих (или бригад), не имеющих постоянных рабочих мест, например, для транспортных бригад и др.

Фотография рабочего дня – процесс трудоемкий, требующий привлечения большого числа нормировщиков для объективного суждения о резервах времени по всем участкам производства.

Потери рабочего времени могут быть выявлены самофотографией рабочего времени. Суть самофотографии рабочего времени заключается в том, что в ходе наблюдения все записи делает непосредственно сам исполнитель. Для проведения самофотографии из числа инженерно-технических работников выделяют инструкторов, которые подробно разъясняют рабочим цели, задачи и технику проведения самофотографий. Результаты самофотографии систематизируют по цехам, участкам, видам работ и специальностям рабочих.

10.4.3. Метод моментных наблюдений

Структуру баланса рабочего времени можно получить путем многих моментных наблюдений за трудовым процессом не достаточно большом числе рабочих мест (не менее 10 – 15). Метод моментных наблюдений заключается в одновременном наблюдении за большим количеством объектов, состояние которых фиксируется периодически, через заранее установленный интервал. Для исследования затрат рабочего времени по данному методу необходимо установить продолжительность, интервал и маршрут наблюдения.

Достоверность полученных данных определяется необходимым количеством наблюдений, т.е. числом моментов M . В массовом и крупносерийном производстве удовлетворяются доверительной вероятностью ожидаемого результата, равной 0,84. Тогда формула для определения числа моментов (замеров) будет иметь вид

$$M = \left[a(1 - \kappa) \cdot 100^2 \right] / \kappa p^2,$$

где a – коэффициент, определяющий уровень вероятности нахождения ошибки в установленных пределах (для крупносерийного производства $a = 2$); κ – доля исследуемого вида затрат времени в общей длительности

рабочего времени; p – допустимая величина относительной ошибки результатов наблюдения (обычно принимается в пределах 3 – 10 % κ).

Для серийного и мелкосерийного производства доверительная вероятность принимается равной 0,92, $a = 3$. Тогда число моментов определяют по формуле

$$M = \left[3(1 - \kappa) \cdot 100^2 \right] / \kappa p^2 .$$

Для определения числа моментов наблюдения в зависимости от типа производства разработаны специальные таблицы.

Моментные наблюдения осуществляются в следующем порядке:

1. Определяют необходимое число моментов M по формулам или таблицам.

2. Рассчитывают длину маршрута обхода L (в метрах) и число объектов наблюдения m при одном обходе.

3. Определяют продолжительность одного обхода $T_{обх}$.

$$T_{обх} = L \cdot 0,01 / 0,6 ,$$

где 0,6 – средняя длина одного шага, м; 0,01 – средняя продолжительность одного шага, мин.

4. Подсчитывают число моментов наблюдения за одну смену

$$M' = T_{см} \cdot \rho \cdot m / T_{обх} ,$$

где $T_{см}$ – длительность смены, мин; ρ – коэффициент, учитывающий несовпадение времени (принимается в пределах 0,5 – 0,7).

5. Определяется продолжительность наблюдения в сменах

$$n = M / M' .$$

При выборе участка и маршрута наблюдения должен быть обеспечен хороший обзор всего расположенного на нем оборудования и всех рабочих мест. Состав оборудования на участке и последовательность операций может быть любой, характер работ – самым различным. При последовательном обходе наблюдателем расположенных на его участке объектов состояние каждого из них фиксируется в карте моментных наблюдений.

Общий результат сменного наблюдения определяется при подсчете числа отметок (фиксированных моментов) по каждому из индексов и каждому станку (рабочему месту). Итог заносится в последние графы карты моментных наблюдений. Каждая из отметок соответствует интервалу времени 5 минут. Уточнив число отметок, получают продолжительность каждого вида затрат времени.

Метод моментных наблюдений применяют только для анализа условий организации труда и производства на участках и в цехах, но не для нормирования труда.

10.5. Нормативы для нормирования труда

Нормативы – это справочно-расчетные материалы, предназначенные для расчета технически обоснованных норм. Для нормирования труда применяют нормативы времени, численности, обслуживания и режимов работы оборудования.

Нормативы времени содержат исходные величины для расчета составных частей нормы времени и используются для определения продолжительности выполнения отдельных типовых элементов работы в зависимости от влияющих на них факторов. Нормативы состоят также на некоторые виды перерывов, например, на отдых и личные надобности.

Основанием для составления нормативов на оперативное время служат данные систематически проводимых хронометражных наблюдений. Основное (машинное) время должно рассчитываться на основе данных паспортов оборудования. Нормативы оперативного времени разрабатывают на отдельные элементы наиболее часто повторяющихся операций, которые могут быть использованы при изготовлении различных изделий.

Нормативы времени основываются на исследованиях, проведенных на производственных участках, техника и организация которых отвечает современным требованиям. Нормативы периодически пересматривают и корректируют с учетом достижений передовиков производства, внедрения новой техники, роста культурно-технического уровня рабочих.

Нормативы численности и нормативы обслуживания применяют для определения числа работников, выполняющих функции обслуживания производственных процессов. Нормативы содержат регламентированное число работников для выполнения заданной функции в определенных организационно-технических условиях. Нормативы разрабатываются на основе данных фотографии рабочего времени или с использованием математического аппарата теории массового обслуживания.

Нормативы режимов работы оборудования предназначаются для нормирования основного времени (машинного и машинно-ручного), основываются на данных паспорта, на исследованиях, проведенных в лабораториях и в производственных условиях. Эти нормативы содержат данные, позволяющие назначать наиболее выгодные режимы с учетом типа и вида оборудования, обрабатываемых материалов, характера обработки, применяемых инструментов и особенностей обрабатываемых деталей.

Нормативы делятся на элементные (дифференцированные) и укрупненные. Элементные нормативы предназначены для установления технически обоснованных норм преимущественно в массовом и крупносерийном производстве. По этим нормативам устанавливают расчетную продолжительность отдельных элементов операции (приемов, трудовых действий, движений).

Укрупненные нормативы предназначены для установления технически обоснованных норм способом технического расчета. Укрупненные нормативы для нормирования станочных работ содержат нормативные таблицы подготовительно-заключительного времени, вспомогательного времени на установку и снятие детали, основного времени на проход или переход. В зависимости от способа получения нормы времени и укрупненные нормативы разрабатывают либо на единицу обрабатываемой поверхности (единицу длины, единицы площади), либо на обработку полной поверхности (неполное штучное время).

Наиболее укрупненным видом нормативов являются типовые нормы, установленные расчетным методом в соответствии с типовыми технологическими процессами.

По сфере применения нормативы подразделяют на общемашиностроительные, отраслевые и заводские. Общемашиностроительные нормативы времени и нормативы режимов обработки рассчитывают для работ, выполняемых на большинстве машиностроительных предприятий. Эти нормативы разрабатывают и корректируют централизованно по единым планам.

Отраслевые нормативы устанавливают на работы, специфические для данной отрасли машиностроения. Эти нормативы разрабатывают централизованно отраслевые институты.

Заводские нормативы разрабатывают на специфические для данного предприятия виды работ, не охваченные общемашиностроительными и отраслевыми нормативами.

Особой разновидностью являются микроэлементные нормативы. Микроэлемент – первичный элемент приема. Расчленяя операцию на приемы, а последние – на микроэлементы и принимая их длительность по соответствующим нормативным таблицам с учетом расстояния, напряжения, темпа, степени точности, определяют продолжительность данной операции.

10.6. Нормирование труда ИТР и служащих

Нормирование труда ИТР и служащих необходимо для правильного обоснования их численности, создания равнонапряженного труда на аналогичных работах, роста производительности их труда, объективных условий материального стимулирования. Труд этих категорий работников нормируют с помощью особых методов. Выбор метода нормирования зависит от разнообразия, сложности и повторяемости работ.

1. Работы, не требующие больших творческих усилий и характеризующиеся малым разнообразием выполняемых операций. Они требуют точного выполнения установленного порядка, правил, методик, инструкций, стандартов. Например, делопроизводство, расчеты по заданной про-

грамме, стенография и т.д. На эти работы нормы времени устанавливают аналитическими методами.

2. Работы, требующие творческого труда. К ним относятся проектные, конструкторские, плановые и др. Эти работы содержат техническую работу, затрачиваемую на подготовку материалов, оформление, составление схем, и творческую работу, затрачиваемую на изучение различных материалов и поиск решения задач. Первую часть нормируют известными методами аналитического нормирования, вторую, творческую часть, нормируют, используя методы аналогий по категориям сложности выполняемых работ, экспертный метод и метод по типовым представителям.

Метод аналогий состоит в том, что ранее разработанные темы, инструкции, технологические процессы расчленяют на простейшие элементы работ, по которым фиксируют затраты времени. При нормировании трудоемкости новой разработки значение времени берут из аналогов и корректируют с учетом роста производительности труда. Практика показывает, что в конструкциях и технологии их изготовления до 50 – 60 % составляют повторяющиеся элементы работ. Трудоемкость той части работ, которая не имеет аналогов, рассчитывают с помощью переводных коэффициентов, учитывающих сложность и оригинальность работы. Переводные коэффициенты устанавливают преимущественно экспертным методом.

3. Работы управленческого характера, включающие труд руководителей подразделений аппарата управления. Здесь применяется метод определения численности работников по функциям управления и по нормативам управляемости. Для предприятия важно определить общую численность работников по каждой функции. Ее рассчитывают с помощью методов корреляционного анализа, учитывающего влияние наиболее существенных факторов на трудоемкость работ по данной функции.

Имеются формулы определения численности ИТР и служащих по некоторым функциям управления для машиностроительных предприятий:

– общее руководство основным производством:

$$H_e = 0,099P_n^{0,677} \cdot \Phi^{0,210},$$

где P_n – численность производственных рабочих; Φ – стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.;

– разработка и совершенствование конструкции изделий:

$$H_k = 0,155\kappa_c \cdot a,$$

где κ_c – коэффициент сложности деталей; a – число наименований оригинальных деталей;

– технологическая подготовка производства:

$$H_m = 0,155M^{0,908} \cdot T^{0,06},$$

где M – число рабочих мест в основном производстве; T – число технологических операций (или норм) в основном производстве;
– организация труда и заработной платы:

$$H_{om} = 0,087P_{nn}^{0,965},$$

где P_{nn} – численность промышленно-производственного персонала.

Аналогично выполняют расчеты и по другим функциям. На базе таких формул рассчитывают нормативные таблицы, которые используют в практическом нормировании труда ИТР и служащих.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные вопросы

1. В чем заключается значение и содержание технического нормирования труда?
2. Что представляет собой классификация затрат рабочего времени?
3. Какие методы применяются для установления норм времени?
4. Что такое хронометраж и каковы его особенности?
5. Для каких целей и как проводится фотография рабочего времени?
6. В чем заключается сущность метода моментных наблюдений?
7. Какие используются нормативы для нормирования труда?
8. Особенности нормирования труда ИТР и служащих.

Тематика исследований и рефератов

1. Затраты рабочего времени и их характеристика.
2. Основные методы установления технически обоснованных норм времени.
3. Основные нормативы, применяемые для нормирования труда.
4. Нормирование труда руководителей и служащих.

Тестовые задания

1. Определить структуру нормы штучно-калькуляционного времени на операцию.

а) $t_k = t_{n-3} + t_o + t_b + t_{mo} + t_{oo} + t_{олн}$;

б) $t_k = t_{n-3} + t_b + t_{mo} + t_{oo} + t_{олн}$;

в) $t_k = t_{n-3} + t_b + t_{mo} + t_{олн}$;

г) $t_k = t_o + t_b + t_{mo} + t_{oo} + t_{олн}$,

где t_{n-3} – норма подготовительно-заключительного времени; t_o – основное время; t_g – вспомогательное время; t_{mo} – время технического обслуживания; t_{oo} – время организационного обслуживания; $t_{оли}$ – время на отдых и личные надобности.

2. Штучное время рассчитывается по формуле

$$\begin{array}{ll} \text{а) } t_{ум} = t_{он}(1 + \alpha + \beta); & \text{б) } t_{ум} = t_g(1 + \alpha + \beta); \\ \text{в) } t_{ум} = t_o(1 + \alpha + \beta); & \text{в) } t_{ум} = t_{он}(1 + \alpha); \end{array}$$

где $t_{он}$ – оперативное время; α – коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места; β – коэффициент, учитывающий время на отдых и личные надобности.

3. В условиях серийного производства нормы штучно-калькуляционного времени определяют по формуле

$$\begin{array}{ll} \text{а) } t_k = t_{ум} + t_{n-3} / n; & \text{б) } t_k = t_{ум} + t_o / n; \\ \text{в) } t_k = t_g + t_{n-3} / n; & \text{в) } t_k = t_o + t_g / n. \end{array}$$

4. Нормой выработки является:

- а) количество операций (единиц продукции), выполняемых бригадой;
- б) количество операций, выполняемых за время работы оборудования;
- в) количество операций, выполняемых одним рабочим;
- г) количество операций, выполняемых за единицу времени (т.е. величина, обратная норме времени).

5. В расчете на смену норма выработки определяется по формуле

$$\begin{array}{ll} \text{а) } H_{выр} = \frac{T_{см}}{t_o}; & \text{б) } H_{выр} = \frac{T_{см}}{t_k}; \\ \text{в) } H_{выр} = \frac{T_{см}}{t_g}; & \text{г) } H_{выр} = \frac{T_{см}}{t_{он}}. \end{array}$$

6. Нормативы для нормирования труда это:

- а) справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, предназначенные для расчета технически обоснованных норм;
- б) справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, предназначенные для расчета длительности смены;
- в) справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, предназначенные для расчета основного времени;
- г) справочные материалы, содержащие исходные данные и расчетные величины, применяемые для расчета вспомогательного времени.

7. Под нормой управляемости понимается:

а) оптимальное число работников, закрепленных за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения;

б) число рабочих и служащих, закрепленных для обслуживания за одним функциональным исполнителем;

в) оптимальное число оборудования, закрепляемое за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения.

8. Под нормой обслуживания понимается:

а) число рабочих и служащих, закрепленных для обслуживания за одним функциональным исполнителем;

б) оптимальное число работников, закрепляемых за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения;

в) оптимальное число оборудования, закрепленное за руководителем, при котором обеспечивается наиболее эффективная работа данного подразделения.

Задачи

Задача 10.1. Определить норму штучного времени на токарную операцию, если известно, что основное время $t_o = 6$ мин, вспомогательное $t_g = 2$ мин, время обслуживания рабочего места – 5 % оперативного времени, время на отдых – 3 % оперативного.

Задача 10.2. Определить норму штучно-калькуляционного времени обработки партии деталей $n = 10$ шт. Норма штучного времени $t_{шт} = 36$ мин; подготовительно-заключительное время $t_{п-з} = 20$ мин.

11. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

11.1. Организация производства на предприятиях компании TOYOTA

Зарубежные фирмы для снижения затрат широко используют принцип «снижения затрат путем исключения потерь». Это означает внедрение такой системы организации, которая будет исключать потери исходя из того, что всякое превышение минимума необходимого оборудования, запасов материалов и комплектующих изделий, а также числа рабочих является источником увеличения издержек. Реализуя принцип «сокращения расходов путем полного сокращения потерь», TOYOTA особое внимание уделяет методам производства «точно вовремя». Для эффективного производства автомобилей необходимо решить три проблемы:

1. Автомобильная промышленность представляет собой вид массового производства, где каждый автомобиль собирается из нескольких тысяч деталей, прошедших большое количество технологических операций. Сбой на каком-либо этапе значительно влияет на общий результат.

2. Существует множество моделей автомобилей с многочисленными модификациями, спрос на каждую модификацию колеблется в значительных пределах.

3. Каждые несколько лет происходит полное обновление моделей автомобилей и их модификаций, одновременно меняется значительное число комплектующих изделий.

Задачей обычной системы организации производства является выполнение графика производства. Это достигается благодаря запасам на всех этапах производственного процесса на случай сбоев на любом этапе процесса или изменений потребностей. Чтобы избежать несбалансированного материального запаса и избытка оборудования и рабочих, создана система, которую можно приспособить к колебаниям, происходящим из-за сбоев в производстве или изменения спроса. Целью такой системы организации производства явилось сокращение времени цикла между поступлением материалов и выходом готового автомобиля. Она получила название «точно вовремя».

Первым требованием системы производства «точно вовремя» является необходимость информации о том, сколько и каких изделий должно быть изготовлено к определенному времени. Для этого в корпорации TOYOTA применяется система «вытягивания» последующим участком изготовленных изделий у предшествующего, т.е. с линии сборки обращаются к предыдущему процессу за необходимыми изделиями и в необходимое

время. Тогда на предыдущем участке взамен изъятых деталей производят новые. Чтобы изготовить эти детали, участок получает необходимые заготовки от очередного предыдущего. Цепочка всех процессов дает возможность в целом осуществлять производство «точно вовремя», не прибегая к пространственным производственным нарядам для каждого участка.

Вторым требованием системы производства по методу «точно вовремя» является условие «поштучного производства и доставки», при котором на каждом участке изготавливается по одной единице, и, кроме того, только одна единица находится в запасе, как между станками, так и между участками. Это означает, что ни на какой операции, ни при каких условиях не может производиться лишнее количество деталей и создаваться избыточный запас между операциями. Следовательно, на каждом участке должны стремиться к тому, чтобы производить и передавать только одну единицу (деталь, узел), соответствующую одному изделию, сходящему с линии окончательной сборки.

ТОУОТА сумела добиться уменьшения размеров партий за счет значительного сокращения времени на переналадку оборудования, усовершенствование методов производства.

Для обеспечения возможности производства «точно вовремя» первоочередным условием является выравнивание производственного процесса на линии окончательной сборки – главной сборочной линии. От ритма работы главного сборочного конвейера зависит ритм работы на всех участках, предшествующих главному конвейеру.

Важным моментом правила «точно вовремя» является производить ровно столько, сколько можно продать. Даже после того, как определен месячный график производства, фирма вводит изменение в график производства различных модификаций автомобилей в соответствии с ежедневными заказами. В основе системы производства «точно вовремя» лежит отрицание целесообразности материальных запасов. Фирма ТОУОТА рассматривает наличный запас как отражение неполадок, помех и других неблагоприятных производственных причин.

Для безотказного функционирования системы «точно вовремя» все 100 % изделий без брака должны доставляться на последующие участки и этот порядок должен быть непрерывным. Контроль качества должен сосуществовать с системой «точно вовремя».

«Автоматизация» (по-японски «дзидока») предполагает автоматический автономный контроль за нарушением процесса обработки. Автономным станком является такой станок, на котором установлено устройство автоматического останова. На заводах фирмы все станки снабжены средствами автономного контроля, что позволяет предупреждать брак в массовом производстве и при поломке выключать оборудование, а также облегчает выявление

и устранение причин неполадок. Для исправления нужно лишь обратить внимание на остановленное оборудование и рабочего, его остановившего.

Принцип «полного использования способностей рабочих» – важнейший принцип в системе управления производством. Он направлен на использование наилучшим образом имеющейся в Японии благоприятной трудовой среды. Фирма TOYOTA разработала систему, назвав ее «Уважение к человеку», выделив в ней моменты:

- 1) исключение лишних движений рабочих;
- 2) обеспечение безопасности на рабочих местах;
- 3) предоставление рабочему возможности проявить свои способности, тем самым возлагая на него большую ответственность и наделяя его большими полномочиями.

К лишним движениям относятся:

- движения рабочих, вызываемые потерями от перепроизводства;
- движение, когда рабочим приходится выполнять операции, по своей природе не удобные для человека. К ним относятся опасные, вредные для здоровья и однообразные повторяющиеся операции;
- движения, вызванные неполадками или отказами оборудования.

Учитывать человеческий фактор принято во всем мире. На фирме TOYOTA убеждены, что создание системы, при которой японские рабочие могли бы активно участвовать в управлении производством, полностью проявлять свои способности, служит основой для формирования среды, в которой уважение к человеку на самом высоком уровне.

К элементам такой системы можно отнести предоставление рабочим корпорации права останавливать производственную линию, на которой они работают. Во всех цехах рабочим сообщается об очередности обработки деталей и о состоянии хода производства, рабочим предоставлено право принимать участие в рационализаторской деятельности. Полномочие и ответственность за обеспечение производственного процесса на рабочем месте и его усовершенствование возлагается на рабочих, что является наиболее характерной чертой системы TOYOTA.

11.2. Система «Канбан» в организации производства по принципу «точно вовремя»

Для обеспечения функционирования производства «точно вовремя» на фирме внедрена система «Канбан». Система «Канбан» ведет к резкому сокращению запасов и материалов между поставками. Название «Канбан» система получила от металлических карточек, которые используют рабо-

чие, выполняющие функции диспетчеров заказов. С помощью этих знаков все производственные участки информируются о штучном времени и размере партии продукции. Используется два типа карточек: карточка отбора и карточка производственного заказа. В карточке отбора указывается вид и количество изделий, которые должны поступить с предыдущего участка, в карточке заказа – вид и количество изделий, которые должны быть изготовлены на предшествующей технологической стадии.

Этапы движения карточек:

1. Водитель автопогрузчика последующего участка прибывает к месту складирования деталей (склад А) на предшествующем участке. У него пустые контейнеры и необходимое количество карточек отбора (он отправляется к складу А только в том случае, если в его пункте отбора скопилось установленное количество присланных через диспетчера карточек или наступило установленное время поездки).

2. Когда водитель последующего участка забирает детали в месте складирования А, он снимает карточки заказа, которые были прикреплены к контейнерам, и оставляет их на приемном пункте сбора карточек данного производственного участка. Привезенные с собой пустые контейнеры водитель оставляет и берет контейнеры с деталями.

3. На место каждой снятой с контейнера карточки заказа он прикрепляет привезенную с собой карточку отбора. При этом внимательно сравнивает обе карточки.

4. Когда начинается обработка доставленных с предшествующего участка изделий, карточки отбора с освобождающих контейнеров должны быть доставлены на пункт сбора карточек отбора этого участка.

5. На предшествующем участке привезенные водителем карточки заказа забираются с приемного пункта сбора карточек «Канбан» в строго определенное время (или когда произведено строго определенное количество деталей) и оставляются на пункте сбора карточек производственного заказа этого участка в той же последовательности, в какой их водитель снимает с контейнеров с готовыми изделиями на месте складирования А.

6. Производство деталей на предыдущем участке ведется в соответствии с последовательностью карточек заказа.

7. Карточки «Канбан» сопровождают изготовленные на предыдущем участке изделия на всех технологических стадиях этого участка.

8. Когда изделия, деталь или узел готовы, их вместе с карточками заказа помещают на месте следования А, чтобы водитель погрузчика с последующего участка мог вновь забрать их в любое время.

Для реализации принципа «точно вовремя» с помощью карточек «Канбан» требуется соблюдать условия:

1. Последующий технологический этап должен «вытягивать» необходимые изделия с предшествующего этапа в необходимом количестве, в нужном месте и в строго установленное время.

2. На участке производства выпускается такое количество изделий, какое «вытягивается» последующим участком. Различные детали должны изготавливаться на производственных участках в той последовательности, в какой подавались карточки «Канбан».

3. Бракованная продукция никогда не должна поступать на последующие производственные участки.

4. Число карточек «Канбан» должно быть минимальным.

5. Карточки «Канбан» должны использоваться для приспособления производства к небольшим колебаниям спроса.

11.3. Опыт функционирования систем обслуживания производства

Совершенствование технологического оборудования резко сократило время, затрачиваемое на непосредственную обработку детали. Дальнейшее снижение трудоемкости технологических операций без одновременного совершенствования обслуживающего производства не дает ощутимых результатов.

По мере развития техники и технологии машиностроительного производства, повышения степени его точности возрастает роль инструментального и штамповочного обслуживания. Так, например, в США производство инструментальной продукции сконцентрировано в четырех самостоятельных отраслях, специализирующихся на выпуске слесарно-монтажного инструмента, напильников, металлорежущего инструмента, специальных инструментов, приспособлений и штампов. Структура специализированного выпуска инструментальной продукции достаточно постоянна: примерно половину составляет специализированная технологическая оснастка и приспособления, примерно по 25 % приходится на режущий и слесарно-монтажный инструмент.

Специализированные отрасли выпускают 2/3 всей инструментальной продукции, потребляемой отраслями машиностроения США. На их долю приходится около половины всего персонала, занятого изготовлением инструмента. Для того, чтобы удовлетворить потребность в инструменте и оснастке, некоторые машиностроительные предприятия (около 20 %) располагают собственными инструментальными цехами и участками.

Уровень централизации ремонта оборудования в США составляет около 20 %. В области межзаводской специализации ремонтных работ в США сформировались два главных направления:

- централизованный выпуск сменных и запасных узлов и деталей;
- выполнение отдельных видов ремонта некоторых групп оборудования специальными подрядными организациями или фирмами – изготовителями данного оборудования.

При ремонте машин и оборудования большое значение приобрел метод замены целого узла при выходе из строя отдельной детали с проведением последующего ремонта этого узла на предприятии – изготовителе оборудования или специализированном предприятии по производству запасных частей. Владелец оборудования уплачивает разницу между ценой нового и приблизительной стоимостью заменяемого узла, который ремонтируется и используется вновь.

Товарное производство сменных узлов экономически выгодно фирмам-изготовителям, так как продажная цена комплекта частей, идущих на оборудование, на 10 – 30 % превышает цену данного оборудования в сборе. Однако даже в этих условиях узловой метод организации ремонта выгоден и для предприятий-потребителей, так как позволяет ускорить и, в конечном счете, удешевить ремонтные работы.

Широкое распространение получило и восстановление изношенных деталей. По сравнению с новыми восстановленные детали дешевле на 50 %, а служат только на 25 % меньше.

В США к услугам специализированных предприятий по ремонту и обслуживанию предприятия прибегают лишь в особых случаях, например, если необходимо произвести ремонт в кратчайшие сроки, выполнить специальные или трудоемкие ремонтные работы.

Считается, что наиболее эффективной является такая система организации ремонта, при которой успешно взаимодействуют заводские ремонтные бригады и группы рабочих, подчиненных специализированным предприятиям.

Несмотря на многие положительные стороны централизованного ремонта, привлечение специализированных предприятий (особенно для ремонта стандартного металлорежущего оборудования), по мнению американских специалистов, считается нецелесообразным.

Представляет интерес организация ремонта станков с ЧПУ. Разработана специальная компьютерная система для оперативной диагностики причин выхода из строя станков с ЧПУ, рассчитанная на обслуживание группы многооперационных станков, управляемых от ЭВМ. Таким образом, централизация ремонта переместилась в новую сферу – сферу диагно-

стики, а непосредственный ремонт осуществляют сами предприятия. Одновременно возникли новые формы оказания помощи в дни ремонта выпускаемого оборудования со стороны предприятий-изготовителей.

Большинство предприятий, располагающих оборудованием с ЧПУ, командировывают своих работников на заводы – изготовители станков с ЧПУ для прохождения там специальных курсов и ознакомления на практике с их ремонтом и обслуживанием.

В последние годы приобрел популярность и специализированный ремонт оборудования, осуществляемый непосредственно предприятиями, выпускающими это оборудование.

Иногда предприятия-изготовители имеют специальные выездные бригады механиков, которые на месте осуществляют ремонт. Встречается и сочетание форм: текущий ремонт выполняется на предприятиях-потребителях, а капитальный – в стенах завода-изготовителя. Проведенный рядом фирм анализ показал, что капитальный ремонт экономически целесообразен, если затраты на него не превышают 60 – 65 % стоимости нового станка.

В США возникли и получили распространение новые формы технического обслуживания. К таким формам относятся специализированные центры по техническому обслуживанию родственного в технологическом отношении оборудования и компании, осуществляющие функции «единой ответственности», выполняющие весь комплекс работ, связанных с разработкой, установкой, отладкой и обслуживанием нового оборудования.

Централизованный ремонт оборудования выполняется также специализированными фирмами, осуществляющими покупку оборудования, бывшего в употреблении. В этом случае оборудование подвергается модернизации на уровне современных требований технического прогресса, а затем перепродается потребителю. В ряде случаев функции специализированного ремонта берут на себя торговые фирмы по продаже оборудования. Такие фирмы располагают квалифицированным обслуживающим персоналом и солидной материально-технической базой.

На самих машиностроительных предприятиях различают два вида внутризаводской специализации по обслуживанию оборудования: функциональная, характеризующаяся выполнением узкого круга работ на разнородном оборудовании, и предметная, при которой широкий круг ремонтных работ выполняется на определенном оборудовании.

Применяется и совмещенная система, при которой часть ремонтных работ выполняется функциональными централизованными цехами, а часть – предметно-специализированными подразделениями при строгом подчинении тех и других главному механику предприятия.

Планирование ремонта базируется на разграничении текущего, капитального ремонта и межремонтного обслуживания. При этом, на предприятии, как правило, существуют две самостоятельные программы выполнения ремонтных работ: 1) для капитального ремонта; 2) для текущего ремонта и межремонтного обслуживания.

Проблема развития транспортных операций определяется дальнейшим совершенствованием основного технологического оборудования, оборудования с программным управлением (ПУ), обрабатывающих центров и ГПС в сочетании с роботами.

В новых обрабатывающих центрах и ГПС время транспортировки узлов и деталей в ряде случаев совмещаются с их обработкой. Широкое использование роботов на транспортных операциях дает возможность повысить степень механизации транспортных работ и сократить объем работ по перемещению грузов.

Задание для самостоятельной проверки

1. В чем состоит сущность организации производства «точно вовремя»? В чем значение «вытягивание» для обеспечения производства «точно вовремя»?
2. В чем сущность «выравнивания» производства?
3. В чем суть метода «дзидока»?
4. Что такое «Канбан» и каковы основные правила его осуществления?
5. Какие виды карточек использует система «Канбан» и каковы этапы движения этих карточек?
6. В чем состоят особенности производства инструментальной продукции в США?
7. В чем заключаются отличительные черты организации ремонта оборудования США?

КУРСОВАЯ РАБОТА (ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ)

Курсовое проектирование является важным звеном в общей системе обучения в вузе и способствует развитию навыков самостоятельной творческой работы студентов, позволяет путем решения конкретных задач воспитывать их в духе ответственности за выполненную работу, прививать им элементы научно-исследовательской деятельности. Курсовое проектирование способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами во время обучения, и применению этих знаний к комплексному решению различных задач, учит пользоваться справочной литературой, нормативами, таблицами и т.п.

Цель курсовой работы:

1. Углубить, закрепить и конкретизировать теоретические знания в области экономики и организации производства.
2. Сделать критический обзор и анализ литературных источников и практических результатов при исследовании различных проблем.
3. Привить навыки расчета организационно-экономических показателей при проектировании и организации поточных линий и участков производства узлов или отдельных деталей.
4. Научить пользоваться исходными данными, справочными и нормативными материалами с учетом конкретных производственных условий, предусмотренных заданием по курсовой работе;
5. Развить навыки самостоятельного критического анализа, творческого осмысливания и обобщения технических, экологических, социальных и экономических решений и практического опыта работы предприятий.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя кафедры отраслевого менеджмента и экономики в соответствии с индивидуальным заданием. В ходе выполнения курсовой работы руководитель консультирует студента и контролирует соблюдение им календарных сроков выполнения отдельных ее частей. Выполненная работа должна быть сдана на кафедру на проверку в установленный срок. Если все вопросы, предусмотренные заданием, решены в достаточном объеме и правильно, курсовая работа допускается к защите. При наличии грубых ошибок она возвращается на доработку.

Защита производится в присутствии комиссии, назначенной кафедрой. Оценивается защита дифференцированной оценкой.

Курсовая работа включает в себя две части.

В первом разделе приводятся результаты обзора литературных источников по согласованной с руководителем работы проблеме. В представленном материале обзора приводятся различные точки зрения на исследуемую проблему, их достоинства и недостатки. В конце обзора студент должен изложить свою точку зрения на проблему и пути ее решения.

Вторая часть курсовой работы связана с проектированием и организацией различных структурных подразделений предприятия, в качестве которых могут выступать поточные линии и предметные участки.

При выборе в качестве объекта проектирования и организации поточной линии решаются следующие вопросы:

1. Определение программы выпуска деталей.
2. Определение программы запуска деталей в производство.
3. Определение действительного годового фонда времени работы оборудования.
4. Расчет такта работы поточной линии.
5. Расчет количества рабочих мест поточной линии.
6. Расчет коэффициента загрузки оборудования.
7. Выбор транспортных средств.
8. Расчет заделов поточной линии.
9. Проектирование планировки оборудования и рабочих мест поточной линии.

10. Расчет стоимости основных фондов (здания, оборудование, инструмент и приспособления, транспортные средства, инвентарь).

11. Расчет численности производственных рабочих.
12. Расчет фонда заработной платы.
13. Калькуляция себестоимости продукции.
14. Показатели эффективности работы поточной линии.

Если в качестве объекта проектирования и организации выбран предметный участок, то решаются следующие вопросы:

1. Подбор номенклатуры выпускаемой продукции.
2. Определение трудоемкости выпускаемой продукции.
3. Определение действительного годового фонда времени работы оборудования.
4. Расчет потребного количества оборудования.
5. Расчет размера партии деталей.
6. Расчет периодичности запуска-выпуска партии деталей.
7. Определение длительности производственного цикла изготовления партии деталей.

8. Определение величины задела.
9. Выбор транспортных средств.
10. Проектирование планировки оборудования и рабочих мест участка.
11. Построение стандарт-плана работы предметного участка.
12. Расчет стоимости основных фондов участка.
13. Расчет численности производственных рабочих.
14. Расчет фонда заработной платы.
15. Калькуляция себестоимости продукции.
16. Показатели эффективности работы участка.

Выполненная работа должна быть представлена на кафедру в виде пояснительной записки, оформленной на стандартных листах формата 2210×297 мм.

При оформлении работы необходимо соблюдать общие правила, принятые при выполнении курсового проектирования.

РЕЙТИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ

Важное место в повышении эффективности подготовки специалистов занимает контроль качества полученных студентами знаний. Традиционные формы контроля и оценки качества знаний часто являются необъективными, а сами знания имеют короткий жизненный цикл.

Наилучшие результаты контроля качества знаний студентов обеспечивает рейтинговая система.

Введение рейтинговой системы позволяет стимулировать учебно-познавательную работу студентов за счет поэтапной оценки всех видов учебной и исследовательской работы по многобалльной шкале, повысить объективность качества знаний и навыков.

Рейтинг студента по учебной дисциплине определяется суммой баллов заработанных студентом и отражающих успешность его обучения дисциплине.

Рейтинговая система контроля в семестре включает следующие четыре направления оценки успешности обучения:

- 1) отношение студента к выполнению своих обязанностей на этапе изучения дисциплины;
- 2) текущий контроль успешности этапа изучения дисциплины;
- 3) активность и творческое отношение к овладению выбранной специальностью при изучении дисциплины;
- 4) итоговый контроль успешности этапа изучения дисциплины.

Оценка отношения студента к выполнению своих обязанностей на этапе изучения дисциплины определяется следующим образом:

- 36 баллов – за 100 % посещения лекций (по 1 баллу за каждый час);
- 18 баллов – за 100 % посещения практических занятий (по 1 баллу за каждый час);
- 50 баллов – за своевременное выполнение семестровых самостоятельных работ и заданий.

За каждое непосещение лекционных и практических занятий снимается соответствующее количество баллов.

Максимальное количество баллов на этом этапе составляет

$$36 + 18 + 50 = 104 \text{ балла .}$$

Для текущего контроля успешности этапа изучения дисциплины отводится 125 баллов, которые распределяются лектором между различными формами текущего контроля исходя из специфики изучаемой дисциплины (табл. 1).

Таблица 1

Текущий контроль успешности этапа

Вид занятий	Вид работы	Количество баллов
Лекции	Контрольная № 1	25 (отл.); 20 (хор.); 15 (уд.)
	Контрольная № 2	25 (отл.); 20 (хор.); 15 (уд.)
Практические занятия	Контрольная № 1	25 (отл.); 20 (хор.); 15 (уд.)
	Контрольная № 2	25 (отл.); 20 (хор.); 15 (уд.)
	Контрольная № 1	25 (отл.); 20 (хор.); 15 (уд.)
	Всего:	125

Написание и выступление с рефератами, решение самостоятельных задач, самостоятельная работа с нормативами документами оценивается в 20 баллов за каждую выполненную работу (максимальное количество баллов – 60).

Выполнение курсовой работы на «отлично» оценивается в 100 баллов; на хорошо» – в 75 баллов; на «удовлетворительно» – в 50 баллов.

Для оценки активности и творческого отношения к овладению выбранной специальностью учитывается участие студента в НИРС (50 баллов); публикации (100 баллов), участие в республиканском конкурсе (150 баллов).

Для оценки успешности изучения дисциплины по 4-му направлению выделяется общее количество баллов, равное 175, которые распределяются лектором между различными видами экзаменационных заданий: зачет – 75 баллов, экзамен – 100 баллов.

Для оценки успешности изучения дисциплины «Организация производства» можно пользоваться табл. 2.

Таблица 2

Критерий оценки успешности теоретического обучения

Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
< 450	500 – 650	700 – 790	> 800

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В.Б. Организация и управление промышленных предприятий: Учеб. пособие – М.: Изд-во РУДН, 2001. – 92 с.
2. Акбердин Р.Э. Система экономики и планирования ремонтного производства на предприятии: Свердловск, 1990. – 90 с.
3. Афитов 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.
4. Барташов Л.В. Организация и экономика технической подготовки производства. М: Высш. шк., 1972. – 172 с.
5. Башин М.Л. Планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. М: Экономика, 1969. – 232 с.
6. Власов Б.В. Выбор организационных форм организации производства. М: Машиностроение, 1979. – 240 с.
7. Воронкин А.Ф., Жабрев Э.А. Служба главного энергетика. Л., 1989 – 250 с.
8. Глаголева Л.А. Практикум по курсу «Организация, планирование и управление предприятием машиностроительной промышленности»: Учеб. пособие – М.: Высш. шк., 1981. – 159 с.
9. Гвишиани Д.П. Организация и управление. – М.: Наука, 1972. – 530 с.
10. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. М.: Машиностроение, 1967. – 590 с.
11. Единая система технологической подготовки производства. – М.: Госстандарт, 1984. – 310 с.
12. ЕСТПП ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 16 с.
13. Золотогоров В.Г. Организация и планирование производства. Практическое пособие. – Мн.: ФУ Аинформ, 2001. – 521 с.
14. 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. – Новополоцк: ПГУ, 2004 – 368 с.
15. Карнилович Ю.В., Шинкевич Н.В. Техническая подготовка производства: Метод. пособие по дисциплине «Организация производства» для студ. экон. спец. – Мн.: МИУ, 2001. – 40 с.
16. Кожекин Г.Я., Сеница Л.М. Организация производства: Учеб. пособие. – Мн.: ИП «Экоперспектива», 1998. – 334 с.

17. Королько А.А. Основы организации и нормирования труда. – Мн.: Веды, 2000 – 131 с.
18. Климов А.И., Оленев Д.И., Соколицын С.А. Организация и планирование производства на машиностроительном заводе. Л.: Машиностроение, 1977. – 462 с.
19. Научная организация труда в машиностроении / Под ред. И.М. Разумова, С.В. Смирнова. – М.: Высш. шк., 1978. – 341 с.
20. Новицкий Н.И. Организация и планирование производства: Практикум. – Мн.: Новое знание, 2004. – 256 с.
21. Организационные и экономические основы технической подготовки производства / Под ред. М.И. Ипатова, А.В. Проскуракова, Л.Я. Шухгальтера. – М.: Машиностроение, 1972. – 600 с.
22. Организация, планирование и управление деятельностью промышленного объединения (предприятия) / Под ред. В.В. Осмоловского. – Мн., 1984.
23. Организация, планирование и управление деятельностью промышленных предприятий: Учеб. для вузов / Под ред. С.Е. Каменицера. – М.: Высш. шк., 1984. – 335 с.
24. Организация, планирование и управление промышленным предприятием: Учеб. пособие для вузов / Н.С. Сачко, И.М. Бабук, В.И. Демидов. – Мн.: Высш. шк., 1988. – 222 с.
25. Организация, планирование и управление деятельностью промышленного предприятия / Под ред. С.М. Бухало. – Киев, 1989.
26. Организация, планирование и управление машиностроительным производством / Под ред. Б.Н. Радионова – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
27. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения: учебник для студентов машиностроительных спец. вузов / И.И. Разумов, Л.А. Глаголева, М.И. Ипатов и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 544 с.
28. Организация производства: Учеб.-практическое пособие / М.Ю. Пасюк, Т.Н. Долинина, А.А. Шабуня, – Мн.: УФ Аинформ, 2002. – 76 с.
29. Пашуто В.П. Организация и нормирования труда на предприятии. – Мн.: 2001. – 300 с.
30. Пузыня К.Ф., Занастюк В.С. Экономическая эффективность научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1978. – 304 с.
31. Сачко Н.С. Организация и оперативное планирование машиностроительного производства. – Мн.: Высш. шк. 1977. – 591 с.

32. Сачко Н.С. Организация поточного и автоматизированного производства: учеб.-метод. пособие. – Мн.: БГПА, 1997. – 86 с.
33. Сачко Н.С. Теоретические основы организации производства. – М.: Дизайн ПРО, 1997. – 320 с.
34. Сборник задач по курсу «Организация, планирование и управление деятельностью промышленных предприятий»: Учеб. пособие / Под ред. В.Г.Конторовича. – М.: Высш. шк., 1976. – 255 с.
35. Сборник задач по курсу «Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием»: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Р. Ляшенко, Б.Н. Ларионова. – М.: Высш. шк., 1980. – 264 с.
36. Синица Л.М. Организация производства: Учеб. пособие для студ. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: УП «ИПИ Минфина», 2004. – 521 с.
37. Синица Л.М., Шебеко Н.Г. Практикум по курсу «Организация производства»: Учеб. пособие / Под общ. ред. Л.М. Синицы. – Мн.: БГЭУ, 2001. – 210 с.
38. Сетевые графики в планировании / И.М. Разумов, Л.Д. Белова, М.И. Ипатов, А.В. Проскураков. – М.: Высш. шк., 1981. – 160 с.
39. Старр М. Управление производством. Пер. с англ. – М.: Знание, 1975. – 397 с.
40. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учеб. – М.: ИНФРА – М, 2000 – с. 672.
41. Экономика машиностроительного производства: Учеб. для машиностроительных вузов / И.М. Бабук, Э.И. Горчаков и др. – Мн.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
42. Эффективность инвестиций и новой техники. Конспект лекций по курсам «Экономика и организация производства» для студ. техн. и экон. спец. / Под ред. Н.А. Дубровского. – Новополоцк, 2000. – 100 с.

Учебное издание

ДУБРОВСКИЙ Николай Александрович

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
для студентов экономических специальностей

Редактор А.Э. Цибульская

Дизайн обложки И.С. Васильевой

Подписано в печать 27.02.06. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 21,35. Уч.-изд. л. 19,84. Тираж 116. Заказ 281.

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