

Институт экономики и бизнеса
Кафедра экономики и организации производства

А. А. Байгулова
Н. В. Семёнова

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Конспект лекций

для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки бакалавриата:
380301 – «Экономика»

Ульяновск
2016

Содержание

Тема 1. Цель и задачи курса «Организация производства».....	4
Тема 2. Развитие организации производства за рубежом	5
2.1. История становления и формирования научных основ организации производства.....	5
2.2. Значение системы Тейлора в организации производства.....	7
2.3. Сущность и значение системы Форда в производственном менеджменте.....	9
Тема 3. Развитие производственного менеджмента в России	12
3.1. Этапы развития производственного менеджмента в России	12
3.2. Современный этап производственного менеджмента	14
Тема 4. Организация производственных процессов.....	18
4.1. Производственный процесс и его виды.....	18
4.2. Основные принципы организации производственного процесса..	20
Тема 5. Организация производственного процесса в пространстве	23
5.1. Производственная структура и определяющие ее факторы.....	23
5.2. Виды производственной структуры предприятия.....	25
5.3. Состав структурных подразделений предприятия	29
5.4. Пути совершенствования производственной структуры.....	30
5.5. Типы производства и их характеристика	32
Тема 6. Характеристика основных подразделений машиностроительного предприятия.....	35
6.1. Заготовительные подразделения	35
6.2. Обработывающие подразделения.....	38
6.3. Сборочные подразделения	41
6.4. Направления совершенствования работы цехов основного производства.....	44
Тема 7. Организация производственного процесса во времени.....	48
7.1. Длительность производственного цикла.....	48
7.2. Виды движений деталей в производстве.....	50

Тема 8. Методы организации производства	54
8.1. Основы непоточного производства.....	54
8.2. Основы организации поточного производства.....	56
8.3. Организация автоматизации производства	59
8.4. Организационно-технические особенности создания и эксплуатации гибких производственных систем	63
Тема 9. Теоретические аспекты поточного метода организации производства	74
9.1. Классификация поточных линий.....	74
9.2. Однопредметные непрерывно-поточные линии и их календарно- плановые нормативы	78
9.3. Однопредметные прерывные поточные линии (ОППЛ) и их календарно-плановые нормативы	81
9.4. Многопредметные поточные линии (МПЛ) и их календарно-плановые нормативы.....	83
Тема 10. Организация и планирование технической подготовки производства	87
10.1. Сущность и содержание технической подготовки производства.	87
10.2. Этапы конструкторской подготовки производства.....	89
10.3. Технологическая подготовка производства	92
10.4. Организационно-экономическая подготовка производства.....	103
10.5. Планирование технической подготовки производства.....	106
Глоссарий.....	118
Библиографический список	123

Тема 1. Цель и задачи курса «Организация производства»

Производственная деятельность является основой развития экономики любой страны. Эффективное управление данным видом деятельности – необходимая составляющая конкурентоспособности предприятия, отрасли, региона и т. д. Поэтому дисциплина «Организация производства» обязательна при подготовке специалистов самых различных направлений, в первую очередь менеджеров, экономистов, инженеров и пр. Такая же практика сложилась и за рубежом.

Целью преподавания дисциплины «Организация производства» является овладение теоретическими знаниями и практическими навыками в области принятия управленческих решений, связанных с производственной (операционной) деятельностью предприятий, для обеспечения эффективности работы предприятия. Операционная деятельность предприятия – понятие более широкое и охватывает процессы снабжения, производства (работ, товаров, услуг) и сбыта, включая логистику. В рамках данного учебного пособия акцент делается именно на производстве.

Задачи изучения курса:

- изучение основных категорий и понятий производственного менеджмента;
- изучение методов и способов организации основных, вспомогательных и обслуживающих процессов;
- методы принятия управленческих решений в производственном менеджменте на стратегическом и тактическом уровне;
- обоснование экономической целесообразности выбранных организационных решений в конкретных социально-экономических условиях производства.

Особую значимость для активизации инновационной экономики в стране имеют кадровое обеспечение предпринимательского сектора, подготовка специалистов с необходимыми в инновационной экономике отраслевыми компетенциями, знание производства. Вузами выпущено немало специалистов в области менеджмента, при этом добиться реального позитивного сдвига в экономическом развитии страны общество не может, а престижность этой специальности падает. Причина в учебных планах – существенная гуманитарная, фундаментальная (в области теории управления) составляющая и менее значительная – по организации и планированию производственной деятельности, в области техники и технологий. Необходимо учитывать, что

образование в области теории менеджмента не предоставляет специалисту права претендовать на какую-либо руководящую должность, в том числе и потому, что менеджмент не существует изолированно от производства. Знания, полученные в результате изучения курса «Организация производства», существенно повысят качество подготовки будущих специалистов.

Тема 2. Развитие организации производства за рубежом

На протяжении нескольких веков ученые разных стран изучали и продолжают изучать вопросы организации производства, опровергая теории одних и защищая теории других, дополняя труды и учения друг друга, открывая все новые и новые страницы в науке об организации производства.

2.1. История становления и формирования научных основ организации производства

Во всем мире признанным родоначальником научных основ производственного менеджмента считается американский инженер Ф. Тейлор (1856–1915 гг.). Современная теория и практика организации производства активно использует тейлоровское наследие, формируя на его основе новые идеи и направления. Тейлор был первым, кто применил точный математический расчет вместо интуиции и опыта в организации производства.

То обстоятельство, что научная организация производства зародилась в Америке, вряд ли является случайностью. Именно в Америке конца XIX в. наблюдается наиболее сильный прогресс техники и технологии. Производством, как правило, управляли инженеры, т. е. люди, потенциально готовые к восприятию новых идей. Большую роль в деле приобщения предпринимателей к вопросам экономики и организации производства сыграло Американское общество инженеров-механиков, основанное в 1880 г.

Конечно же, производственный менеджмент начал развиваться задолго до Тейлора. Необходимость определенного подхода к выполнению работы понимали еще в Древней Греции и Египте. Древние греки уделяли большое внимание разделению труда. Платон писал, что человек может хорошо выполнять только одну работу. Сократ, как бы дополняя его, говорил о необходимости правильно подбирать людей, особенно для управления. Император Древнего Рима Диоклетиан создал линейную структуру управления.

Вклад I–XVI вв. в формирование теории менеджмента значителен.

Однако в XVII в. события развивались динамичнее. Это было вызвано тем, что в это время стали зарождаться крупные заводы и фабрики, и было сделано множество новых открытий в общественных науках.

Так, в 1700 г. Аммонтон выступил с докладом «Об экспериментах относительной, специфической и действительной скорости людей и лошадей при различных работах» в Парижской академии наук. В этой работе он обосновал необходимость проведения хронометража.

Этот же вопрос изучали Белидор, Кулон, Вобан. В XVIII в. Перроне описывает организацию производства на своей мануфактуре. В последующем Марже возьмет этот пример для описания преимуществ мануфактур.

Джеймс Уатт (1736–1819) и его сыновья организовали серийное производство паровых машин с использованием календарного планирования. Э. Уитни наладил производство хлопкоочистительных машин, в котором применил следующие новые принципы:

- взаимозаменяемость деталей;
- специализацию вместо кустарного производства;
- конвейер;
- контроль качества.

Чарльз Баббедж (1791–1871) в своей книге «Экономика машинного и мануфактурного производства», изданной в 1832 г., развил идеи Уитни. Эта книга явилась первым учебным пособием по организации промышленных предприятий. Ч. Баббедж сформулировал основные принципы организации промышленных предприятий:

- устранение диспропорции между модернизацией технологии производства и традиционной организацией труда человека;
- разделение труда и в технологическом процессе, и в управлении;
- развитие труда на основе применения разнообразных машин;
- контроль над издержками производства.

Большое влияние на развитие организации производства в XIX в. оказали социалисты-утописты. В своих трудах Роберт Оуэн впервые выдвинул идею морального стимулирования. Позднее ее развил Мэйо.

О производительности труда много писал Адам Смит (1723–1790). Он вывел закон о разделении труда в своей работе «Исследования о природе и причинах богатства народов».

Формирование научных основ организации производства началось в XIX в. К этому времени ситуация в производстве сильно изменилась. Бурно развивалась промышленность, появились диспропорции между выработкой

машин и низкой производительностью труда людей, требовались грамотные инженеры для управления производством. Развивались различные теории производственного менеджмента за рубежом.

В целом взгляды и идеи зарубежных ученых можно систематизировать. Однако рассмотрим лишь те теории, которые непосредственно связаны с организацией производства.

«Крестным отцом» организации производства, по словам Тейлора, был Г. Таун (1844–1924). Он разработал систему «участия в прибылях», которая гласит: «Прибыль зависит не столько от техники, сколько от способа ведения предприятия и обращения с рабочими». Ее недостаток в том, что вопрос обращения с рабочими сводился к вопросу справедливости оплаты труда. Эта система не получила широкого распространения, но дала толчок к разработке научной системы организации производства.

Вопрос о заработной плате – один из главных в научной организации производства. Этой проблеме уделяли много внимания Г. Таун, П. Хелси, Дж. Роуэн, Ф. Тейлор.

П. Хелси, считая систему «участия в прибылях» несовершенной, в 1891 г. разработал систему «премирования при оплате труда», которая получила широкое распространение и применение. Ею предусматривалось премирование за экономию времени по сравнению с нормой в размере 1/3 от обычной дневной оплаты. Критически он относился и к сдельной оплате труда, которая заставляет рабочих скрывать свою истинную производительность. Теория Хелси стала основой системы оплаты труда Джеймса Роуэна (1851–1906), английского предпринимателя, которую он внедрил на своем заводе в 1898 г. В ее основе – ограничение максимума заработной платы («верхний предел») и положение о том, что дневная производительность не может быть превышена более чем в два раза.

2.2. Значение системы Тейлора в организации производства

Ф. Тейлор родился 20 марта 1856 г. в американском городе Филадельфия в семье юриста. В 1872 г. Тейлор поступил в академию Филиппа Экзетера в Нью-Гемпшире, но от карьеры юриста по состоянию здоровья ему пришлось отказаться. В 1875 г. Тейлор поступил на работу в маленькую гидравлическую мастерскую в Филадельфии в качестве механика. В 1883 г., занимаясь заочно, Тейлор получил диплом инженера-механика Стивенского технологического института. В конце XIX в. Тейлор сформулировал основные принципы организации производства и разработал на их основе систему, которая

получила название «научное управление» (тейлоризм). Рассмотрим три фазы эволюции тейлоризма.

Тейлор, долгое время работая на заводах рабочим, мастером, управляющим, видел, что рабочие скрывают свою производительность. Это происходило потому, что высокая производительность штрафовалась путем «срезания» расценок. Тейлор видел и то, что производительность станков была также неизвестна. Но необходимо было знать, какова должна быть настоящая выработка.

Решение этой задачи Тейлор решил искать путем изучения элементов времени, которое предполагает деление процесса обработки на простейшие элементы (операции). Время выполнения сравнивается и выбирается минимальное. Лучший результат становится нормой времени на выработку. Тейлор создал особую систему заработной платы: за выполнение и перевыполнение нормы – повышенная расценка, за невыполнение – пониженная. Содержание второго этапа эволюции системы Тейлора можно выразить так: контролировать не производительность рабочих, а сам метод их работы. Условной датой окончания второго этапа можно считать 1903 г., когда Тейлор выступил с докладом на тему: «Управление предприятием». В нем он излагает новые принципы организации управления, которые и составляют суть третьего этапа эволюции тейлоровской системы.

У рабочего были полностью изъяты его административные функции. Он стал простым придатком машины. Но эти функции надо было кому-то выполнять. Тейлор предложил изменить старую систему управления, когда вся власть была сосредоточена в руках одного мастера. Вместо линейной системы управления (подчинения одному начальнику) Тейлор предложил функциональную, разделив функции мастера на восемь составных частей. Эта система предполагала наличие восьми мастеров. При этом каждый рабочий ежедневно получал указания от восьми узкоспециализированных руководителей. В цехе находятся только четыре мастера: мастер, устанавливающий скорость работы; мастер по ремонту; мастер-контролер; мастер инструктор. Остальные мастера объединены в плановое бюро – это мастера, заведующие порядком в целом или порядком в мастерской.

В результате такой организации предприятия в нем оказывается весьма значительное количество мастеров и других служащих по надзору. При неожиданном уходе любого служащего его легко заменяет другой, действующий на основании той же инструкции. Таким образом, непрерывный ход работ обеспечен. Нет больше никаких «незаменимых» работников. Тейлор

подал и реализовал идею разделения труда непосредственно в сфере управления. Он также уделял большое внимание плановому отделу, считая, что этот отдел должен управлять заводом в большей степени, чем директор.

Как создатель системы организации труда он исходил лишь из одной способности рабочего – способности совершать механические движения, подобные машинным. Другие способности и возможности рабочего просто не брались в расчет, как не предлагалось никаких конструктивных мер для развития «духа единой команды». Поэтому критики справедливо отмечают, что в основе его системы лежит концепция «механического человека».

Система Тейлора послужила основой для современных систем организации труда, применяемых во многих странах. Она претерпела эволюцию под влиянием изменений в развитии производительных сил, а особенно научно-технической революции.

Тейлоризм продолжил развитие в трудах таких ученых, как: К. Барт, Х. Хатауэй, С. Томпсон, Ф. Гильберт, Г. Гант, Ч. Кнеппель, Г. Мюнстерберг, А.-Л. ле Шателье и др.

2.3. Сущность и значение системы Форда в производственном менеджменте

Генри Форд (род. 30.07.1863 близ г. Дирборна, штат Мичиган, ум. 07.04.1947) – американский промышленник, впервые описавший и осуществивший методы организации непрерывно-поточного производства в машиностроении. В 1879 г. был учеником механика в Детройте. Несколько лет работал в различных компаниях. С 1893 г. – главный инженер «Эрисон иллюминейшн компани», а в 1899–1902 гг. – «Детройт автомобил компани». В 1903 г. основал «Форд мотор». Эта компания впоследствии стала одной из крупнейших в мире. На своих заводах широко внедрял стандартизацию и ввел конвейерную сборку.

Рассмотрим технико-организационные принципы Форда. В них действительно видна сильная сторона фордовской системы.

Первый основной принцип и основной исходный пункт блестящей организации фордовского производства – это вертикальное строение всего его предприятия. Вертикальное строение заключается в том, что Форд обеспечивает собственное производство автомобилей всеми другими этапами, лежащими ниже производства автомобилей, которое завершает все здание; т. е. Форд обеспечен всем, что нужно для его производства (имеет собственные металлургические заводы, железные рудники, железную дорогу и т. д.).

Второй принцип – это массовое производство. Именно массовое производство у Форда обеспечивает ему с экономической точки зрения огромные возможности в смысле удешевления автомобилей. Только массовое производство создает благоприятную почву и резонанс для технических улучшений, для всяких организационных и рационализаторских идей. Использовать в производстве очень совершенные машины можно лишь тогда, когда они окупаются. Окупаются же они тем легче и быстрее, чем на большее количество изделий переносится их стоимость.

Третий принцип, на котором строится фордовское производство, – это стандартизация, т. е. сведение количества разнообразных изделий к минимуму. Дальше идет полная механизация производственных процессов: у Форда ручной труд минимизирован и заменен действием машин.

Далее отметим полнейшее разделение труда. У Форда человек не делает несколько различных дел: каждый выполняет только одну дробную, узкую функцию. Каждая операция разложена на ряд отдельных частей. Каждую часть операции выполняет особый рабочий. Он не меняет каждый раз инструменты, не отрывается от своего дела, работает с большой производительностью. То же самое относится и к машинам. Машины также применяются по принципу полного разделения труда. Это дает Форду возможность ввести в оборот усовершенствованные машины. Также у Форда большинство машин построено так, что они работают автоматически: заменяя собой человеческие руки, такие машины работают быстрее и дешевле. Великолепно поставлена у Форда и подготовка. Рабочему нет необходимости искать какую-нибудь принадлежность или инструмент, которые ему нужны: все, что нужно для данного процесса и данной операции, заранее подготовлено в надлежащем виде, на надлежащем месте. Тут Форд произвел целую революцию в организации. Человек должен оставаться на месте: все вещи, которые ему нужны в процессе работы, должны идти к человеку, а не наоборот. Рабочий должен стоять на одном месте и заниматься своим делом, не отрываясь от него. Это имеет огромное значение с точки зрения лучшего использования мускульной и нервной энергии человека.

Четвертый принцип – последовательная смена фаз (состояний). Этот принцип гласит: если технологический процесс обработки какой-нибудь вещи сводится к определенной последовательности ряда операций, то в той же последовательности должны быть расположены люди и машины, притом на возможно кратчайшем друг от друга расстоянии. Тогда каждый предмет непосредственно переходит из рук в руки, из машины в машину и подвергается

соответствующим специальным операциям. Таким образом, между ними нет промежутков, и все операции совершаются непрерывной цепью. Чтобы полностью обеспечить это, на фордовском предприятии проведен пятый принцип – безграничная механизация транспорта. Для перемещения грузов используется только сила механизмов: подъемных кранов, лифтов, конвейеров, транспортеров.

Блестящую картину представляет собой фордовская сборка автомобилей. Она совершается таким образом: вдоль длинных столов по обе стороны стоят группы рабочих, которые почти не двигаются с места. Части, например, шасси, которые подлежат сборке, скатываются под действием силы тяжести сверху вниз с известной скоростью через определенные промежутки времени. Группы рабочих составляют из них шасси; все это совершается на ходу, так как цепь медленно движется, оставляя ровно столько времени, сколько нужно группе рабочих, чтобы проделать операции сборки. Далее один за другим скатываются моторы; они тут же подхватываются другой группой рабочих и устанавливаются на шасси. Затем шасси двигается вперед уже с установленным мотором; далее скатываются оси и колеса, которые также укрепляются на своем месте. Так непрерывно операции следуют одна за другой. 45 таких операций составляют полную сборку автомобиля. Результатом этих операций является готовый автомобиль, который выезжает с завода каждые 7,5 с, а за ним уже продвигается следующий.

Фордовская организация еще более усиливает массовый характер производства на его заводе и удешевление продукта. Это достигается ускорением оборота или сокращением продолжительности производственного цикла, т. е. того времени, которое проходит с момента поступления сырого материала на завод до момента выпуска с завода готового изделия из этого материала. Форд еще в 1920 г. довел продолжительность производственного цикла всего только до 14 дней.

Тема 3. Развитие производственного менеджмента в России

3.1. Этапы развития производственного менеджмента в России

Производственный менеджмент в нашей стране имеет глубокие корни, его развитие началось еще в XIX в. Сам процесс развития данной дисциплины был неразрывно связан с производительными силами и был призван соединить воедино теорию и практику. С данной точки зрения всю историю развития организации производства в России можно разделить на следующие этапы.

1 этап (1861–1894). С конца 1870-х гг. в России начался бурный промышленный подъем. За 1886–1894 выплавка чугуна в стране утроилась. По темпам развития тяжелой промышленности Россия вышла на первое место в мире. Одной из причин промышленного подъема послужило железнодорожное строительство, широко развернувшееся с 1860-х гг. Промышленный переворот и первые шаги индустриализации изменили промышленную географию страны и дали толчок развитию новых отраслей – угольной, нефтедобывающей, химической, машиностроительной.

2 этап (1895–1917). Высокая концентрация производства неизбежно вела к образованию монополий. Владельцы крупных предприятий той или иной промышленной отрасли начинали договариваться между собой о регулировании объемов производства, цен на производимую продукцию. Подобная договоренность позволяла предпринимателям наладить контроль над рынком и, диктуя потребителю свои условия, получать максимальную прибыль.

3 этап (1917–1920). После революции новое правительство в качестве первоочередной меры планировало национализацию синдикатов, а на остальных частных предприятиях – принудительное синдицирование и установление рабочего контроля. В декабре 1917 г. был создан Высший совет народного хозяйства (ВСНХ), на который возлагалось управление государственным сектором экономики. В марте 1918 г. В. И. Ленин в работе «Очередные задачи советской власти» призывал организовать «строжайший всенародный учет и контроль за производством и распределением продуктов», укрепить трудовую дисциплину, привлечь буржуазных специалистов, использовать новейшие достижения науки и техники.

4 этап (1921–1927). X съезд партии принял решение о проведении в жизнь новой экономической политики (НЭП). Изменилась система управления государственными предприятиями, ослабла чрезмерная централизация. Нэповская политика носила смешанный рыночно-административный характер.

Главным в хозяйственной практике было восстановление и интенсивное развитие крупной промышленности. Практические потребности народного хозяйства в развитии теоретических положений по организации производства привели к появлению большого количества работ по рационализации и НОТ (научной организации труда). Особую роль в движении за рационализацию производства и НОТ сыграла Вторая Всесоюзная конференция по НОТ, состоявшаяся в марте 1924 г. Если на первой конференции по НОТ (1921 г.) обсуждался теоретический вопрос о возможности применения НОТ, то вторая основное внимание уделила оценке и обсуждению практических методов в этой области. Происходят изменения и в системе управления промышленных предприятий, а именно – переход от линейной структуры управления к функциональной и линейно-функциональной. Появились новые структурные звенья: отделы статистики, бюро нормирования, бюро рационализации, отделы планирования, отделы технического контроля и т. д.

5 этап (1928–1940). В промышленности неуклонно проводится курс на индустриализацию. Первый пятилетний план развития народного хозяйства был установлен на срок с 1928–1929 по 1932–1933 гг. и был разработан по директивам XV съезда. В 1925 г. партия большевиков провозгласила курс на индустриализацию. Это подвело рыночную нэповскую экономику к краху. В теоретических исследованиях большое внимание было уделено проблемам, связанным с совершенствованием организации производства, улучшением использования оборудования, повышением производительности труда, сокращением производственного цикла, снижением себестоимости продукции, организацией основного и вспомогательного производства, технико-экономическим и оперативно-производственным планированием, диспетчеризацией производства.

6 этап (1941–1945). Великая Отечественная война потребовала внесения определенных изменений в организацию промышленного производства. Научная работа в этой области осуществлялась в направлении совершенствования планирования, обеспечивающего оперативную проверку выполнения и первоочередного удовлетворения нужд решающих отраслей военного производства; организации поточного производства; непрерывного, планомерного совершенствования технологии; рационального использования производственных мощностей; развития производственных планов и дополнения их технологическими; совершенствования системы оперативного руководства и диспетчеризации.

7 этап (1946–1964). Главной задачей внутренней политики СССР в

первые послевоенные годы было восстановление народного хозяйства. В области промышленности предстояло решить три важные задачи: демилитаризировать экономику, перестроив ее на мирное производство; восстановить разрушенные предприятия; осуществить новое строительство.

8 этап (1965–1988). На данном этапе главным в организации производства являются развитие комплексной механизации и автоматизации производства, осуществление проектирования и внедрение гибкой производственной системы (ГПС); разработка и внедрение автоматизированной системы управления (АСУ) и автоматизированных рабочих мест (АРМ).

9 этап (с 1989 г. по настоящее время). Основными направлениями организации производства в настоящее время являются: упразднение отраслевых министерств; упрощение вертикальной структуры промышленности; приватизация государственных предприятий; разнообразие организационно-правовых форм; диверсификация и конверсия производства; совершенствование организации сервисного обслуживания.

3.2. Современный этап производственного менеджмента

Новый этап развития организации производства характеризуется быстрым ростом объемов продукции машиностроения, высокими темпами технического прогресса. Можно выделить один из важнейших факторов, который сказывается на формах и методах организации производства, – это изменение технического базиса производства. Все отчетливее проявляется тенденция комплексной механизации и автоматизации производства. Растет число автоматических линий, цехов, предприятий. За период с 1965 по 1979 г. число комплексно-механизированных предприятий увеличилось с 1,9 до 6,1 тыс., а автоматизированных участков – с 22,4 до 83,5 тыс. Производство выросло в четыре раза. Прогресс – это закон природы. Его остановка – это постепенное разложение общества.

Большой вклад в развитие вопросов технико-экономического планирования внесли Г. В. Теплов, Б. Я. Каценбоген, М. Н. Юрьев, А. С. Гордон, Ю. О. Любович, А. М. Ковалевский и др.

Многие русские ученые, в том числе и В. А. Летенко, в конце 70-х – начале 80-х гг. XX в. писали, что на предприятиях для повышения эффективности производства необходимо определение и разъяснение конкретных работ каждому подразделению, а также рациональное использование трудовых, материальных и денежных ресурсов с помощью внедрения научно-технического прогресса, новой техники и технологии. Наука

должна не «топтаться на одном месте», а двигаться вперед, потому что время не останавливается. Популяризации проблем организации производства уделяет большое внимание Т. Д. Саксаганский.

Современная наука определяется как совокупность, свод знаний о законах развития природы, общества и человека, формах и методах использования этих законов. Научные знания нужны для создания новых технологий и техники, ее изготовления и эксплуатации. Отсюда «вытекает» взаимосвязь – «наука – техника – производство».

В современных условиях выросла роль информационной деятельности (информатики), включающей процессы получения, передачи, обработки, хранения, предоставления информации потребителям с помощью техники и технологии.

Главная задача современной науки – полное и своевременное удовлетворение потребностей общества в новой высокоэффективной продукции, технологии, методах организации производства, труда и управления, развитии научного и интеллектуального потенциала. Она обязана обеспечивать высокий уровень исследований и разработок, реализацию в них перспективных требований к качеству продукции (услуг, работ), разрабатывать продукцию высшего мирового уровня, прогрессивные базовые и принципиально новые технологии, активно содействовать их широкому применению в народном хозяйстве. Современная наука разрабатывает и производит единую научно-техническую политику, организует широкое применение открытий и изобретений, конкурсное проектирование и др. Использование сложных машин, приборов, аппаратов, технологических процессов и систем управления с точки зрения экономического эффекта значительно экономит материальные, трудовые и финансовые ресурсы. В сфере производства достигается единовременная экономия капитальных затрат, живого труда и материалов. В сфере эксплуатации экономятся в течение определенного периода живой и овеществленный труд.

Под влиянием научно-технического прогресса на предприятиях внедряются новые организационные структуры, повышается роль и расширяются функции технического обслуживания, появляются новые формы организации труда рабочих и т. д.

Наряду с постоянной разработкой практических вопросов организации производства ведутся активные работы в области теории. В результате этих усилий теория организации производства обогатилась выдающимися научными достижениями. Вопросам НОТ посвятили научные труды такие советские

ученые, как А. П. Владзиевский, Э. А. Сатель, В. Б. Гогун, А. П. Соколовский, Л. В. Баргашев и др.

В 70-е гг. XX в. было создано много прогрессивной техники, шло массовое обновление номенклатуры выпускаемых изделий. За период с 1971 по 1978 г. в машиностроении страны создано более 31 000 образцов новых типов машин, оборудования, аппаратов, приборов. За эти годы существенно возросло освоение в производстве новых изделий. Основной задачей стала организация новых форм, обеспечивающих комплексное планирование и управление работами, гибкость и подвижность в перестройке производства на выпуск новой техники. На предприятиях внедряются стандарты, регламентирующие те или иные стороны организации и управления производством. В 1967 г. в стране была введена государственная аттестация качества продукции. В 1980 г. уже три четверти предприятий машиностроения вы пускали изделия со «знаком качества».

Пути дальнейшего развития организации производства определились в 80-е гг. XX столетия, когда ведущие страны мира встали на путь разработки концепции будущего – гибкого автоматизированного завода, постоянно готового к выпуску новой продукции. 80-е гг. принесли великие технологические изменения и организационные инновации: информационная технология стала доминирующей силой, влияющей на все сферы производства; в организации производства перестают доминировать принципы массового производства, что особо подчеркивает важность обеспечения гибкости производства.

Перед организаторами производства поставлена задача создания такого производства, которое было бы готово к выпуску постоянно меняющейся новой продукции в требуемые сроки и в требуемых количествах, в котором бы массовыми способами производилась индивидуальная продукция. Возможность создания такого производства подтверждается примерами действующих гибких производственных систем (ГПС).

Учитывая мировой опыт развития современной организации производства, можно выделить следующие основные направления подъема отечественного машиностроения:

- переход от жестких технологических систем к гибким, способным удовлетворять требования рынка и быть постоянно готовыми к выпуску новой продукции;

- гибкая интеграция производства и на ее основе постоянная реализация

концепции завода будущего;

– подготовка специалистов синтезированных профессий, экономическое стимулирование профессионального роста и повышения знаний всех занятых на производстве.

Учеными и практиками нашей страны разработаны научные основы организации подготовки производства, пути и методы сокращения сроков создания и освоения новой техники, обеспечение высокой эффективности проектируемых машин, аппаратов, приборов. Вопросам организации подготовки производства посвятили свои труды Л. В. Барташёв, В. Б. Гокун, С. П. Митрофанов, А. П. Соколовский и др. В последние годы появились интересные инженерные работы М. И. Ипатова, А. В. Проскурякова, Д. С. Львова и др.

Современное производство должно соответствовать следующим параметрам:

1. Обладать большей гибкостью, способностью быстро менять ассортимент изделий. Жизненный цикл продукции сегодня стал как никогда коротким, разнообразие изделий выше, а серийность продукции, объем партии разового выпуска – меньше. Как следствие, производство, ориентированное на выпуск массовой стандартной продукции, на строгое соответствие стандартам, спецификациям, техническим условиям, а не на запросы реального потребителя, сегодня обречено на вымирание.

2. Технология производства усложнилась настолько, что сегодня требуются совершенно новые формы контроля, организации и разделения труда. Мышление категориями сборочных линий, стремление углубить технологическое разделение труда, разбить работы на отдельные частичные операции сегодня абсолютно неприемлемы, если всерьез ставить вопрос о конкурентоспособности продукции через повышение качества и снижение издержек производства.

3. Требования к качеству в настоящее время не просто возросли, а совершенно изменили характер принятия решений. Сегодня мало выпускать хорошую продукцию, необходимо думать об организации послепродажного обслуживания.

4. Резко изменилась структура издержек производства. Замена живого труда капиталом и энергией немало способствует общему повышению эффективности промышленного производства.

В сущности, формы организации труда являются логическим следствием тенденций в развитии формирования организационных структур управления

производством, прослеживающихся на протяжении последних 50 лет: перехода от линейных и линейно-функциональных структур управления к дивизиональным, а в составе последующих – от продуктового типа до ориентированных на заполнение определенной ниши рынка.

Развитие этой науки не остановится никогда, потому что с течением времени возникают новые мысли и идеи, которые необходимо претворять в жизнь. Но важно разделить положительные и отрицательные достижения прежних лет, чтобы не повторять ошибок.

Тема 4. Организация производственных процессов

4.1. Производственный процесс и его виды

Деятельность любого промышленного предприятия связана с производством продукции, выполнением работ или оказанием услуг в соответствии с потребностями рынка. В связи с этим производственный процесс составляет основное содержание деятельности предприятия.

Производственный процесс представляет собой целенаправленное взаимодействие персонала предприятия, средств производства и в некоторых случаях – природных условий, в результате которого предметы труда подвергаются физическим, химическим, механическим воздействиям и превращаются в готовые изделия. Правильная организация производственного процесса создает условия для ритмичной и высокоэффективной работы предприятия.

Основными элементами производственного процесса являются:

- средства труда – станки, машины, агрегаты и прочее оборудование;
- предметы труда – сырье, материалы, топливо и прочие вещественные элементы;
- труд – целесообразная деятельность людей.

Производственные процессы отличаются большим разнообразием. Рассмотрим их основные классификации.

I. В зависимости от числа компонентов, входящих в готовый продукт, производственные процессы могут быть сложными и простыми.

Простой производственный процесс предполагает изготовление изделия путем последовательного выполнения нескольких операций. В практике

простой процесс называют прямым, когда из одного вида сырья изготавливается один вид готовой продукции.

Сложный процесс образуется в результате сочетания множества простых, что зависит от характера выпускаемой продукции. При этом если из различных видов сырья получается один готовый продукт, то производственный процесс называется синтетическим. Например, в машиностроении это автомобиль. Если несколько видов продукции изготавливаются из одного сырья, то производственный процесс называется аналитическим (примеры – молочный комбинат или мясокомбинат).

II. В зависимости от участия процессов производства в изготовлении продукции:

- основные;
- вспомогательные;
- обслуживающие;
- управленческие.

К основным относятся процессы, в результате которых сырьё и материалы изменяют свойства, состав, формы, геометрические размеры и превращаются в готовые изделия. Основные производственные процессы проходят три стадии: заготовительную, обрабатывающую и сборочную.

Вспомогательные – процессы изготовления продукции для собственного внутреннего потребления (например, инструменты, штампы).

Обслуживающие – процессы, в результате которых никакая продукция не производится, но обеспечиваются условия для нормального выполнения основных и вспомогательных процессов (примером является транспорт).

Управленческие – в них разрабатываются и принимаются решения, производятся регулирование и координация хода производства, контроль за точностью реализации программы, анализ и учет проведенной работы. Эти процессы часто переплетаются с ходом производственных процессов.

III. По характеру воздействия на предмет труда выделяют технологические и естественные процессы.

В ходе *технологических* происходит изменение предмета труда под воздействием живого труда. Технологические процессы классифицируются по методам превращения предметов труда в готовый продукт на механические, химические, монтажные и консервационные (смазка, покраска, упаковка). Эта группировка служит базой для определения состава оборудования, методов его

обслуживания и пространственной планировки.

В ходе *естественных* процессов меняется физическое состояние предмета труда под влиянием сил природы (например, сушка материалов в атмосферных условиях).

IV. По уровню механизации различают процессы:

- *ручные*, выполняемые без применения машин, механизмов и механизированного инструмента;
- *машинно-ручные*, выполняемые с помощью машин и механизмов при обязательном участии рабочего (например, обработка детали на универсальном токарном станке);
- *машинные*, осуществляемые на машинах, станках и механизмах при ограниченном участии рабочего;
- *автоматизированные*, осуществляемые на машинах-автоматах, где рабочий контролирует ход производства и управляет им;
- *комплексно-автоматизированные*, в которых наряду с автоматическим производством осуществляется автоматическое оперативное управление.

4.2. Основные принципы организации производственного процесса

Принципы организации производства – открытые объективные закономерности, в результате использования которых достигается эффективность производства.

К основным принципам организации производственного процесса относятся:

1) ***принцип пропорциональности***. Под пропорциональностью производственного процесса понимается такое состояние, при котором все производственные подразделения (участвующие в данном производственном процессе) работают с одинаковой производительностью, обеспечивающей выполнение производственной программы в установленные сроки. Пропорциональность должна обеспечиваться не только между основными производственными процессами, но и между основными, вспомогательными и обслуживающими процессами. Достижение пропорциональности основывается на том, что количество рабочих мест на каждой операции должно быть пропорционально трудоемкости обработки или сборки. Соблюдение этого принципа исключает возникновение диспропорций и узких мест в производстве;

2) ***принцип специализации*** вытекает из общего разделения труда и

обуславливает создание цехов, участков, линий и рабочих мест для изготовления определенной продукции. Предпосылкой специализации является стандартизация и нормализация продукции и ее составных частей, что обеспечивает возможность изготовления обновленной продукции из стандартных узлов и деталей. Этим достигается гибкость производства;

3) **принцип прямоточности** требует, чтобы каждое изделие проходило кратчайший путь от запуска материалов до выхода готовой продукции. Рациональное расположение зданий и сооружений на территории предприятия и технологического оборудования в цехах и на участках в соответствии с ходом технологического процесса – это основной способ соблюдения требований принципа прямоточности;

4) **принцип непрерывности** означает необходимость максимального сокращения и даже полного устранения перерывов в процессе изготовления продукции. Перерыв в производстве означает, что незаконченная продукция где-то хранится до возобновления обработки, а это требует дополнительных затрат на производственные площади, тару, транспортные средства. Кроме того, незаконченная продукция выступает как капитал, который не дает прибыли;

5) **принцип параллельности** означает одновременное выполнение отдельных производственных процессов, параллельное изготовление на разных участках составных частей изделия. Параллельность выполнения работ на отдельном рабочем месте достигается многоинструментальной обработкой деталей, совмещением времени выполнения основных и вспомогательных элементов операции. Соблюдение этого принципа ликвидирует пролеживание деталей и ускоряет оборачиваемость оборотных средств;

6) **принцип ритмичности** заключается в выполнении за равные отрезки времени равных объемов работ. Соблюдение этого принципа обеспечивает наиболее полную загрузку производственных площадей, оборудования, транспорта, ликвидирует простои и потери рабочего времени, создает общий порядок и культуру производства. Ритмичность работы в основном производстве зависит от равномерной работы вспомогательного и обслуживающего производств;

7) **принцип гибкости** – это мобильный переход на выпуск новой продукции при освоении производства. Гибкость обеспечивает сокращение времени и затрат на переналадку оборудования при выпуске деталей и изделий широкой номенклатуры. Основным показателем – степень гибкости. Он определяется количеством затрачиваемого времени и необходимых дополнительных расходов при переходе на выпуск новой продукции.

Тема 5. Организация производственного процесса в пространстве

5.1. Производственная структура и определяющие ее факторы

Структура (лат.) – «строение, расположение, общий порядок».

Каждое предприятие состоит из основных, вспомогательных и обслуживающих звеньев, технических подразделений (отдел главного конструктора), органов управления и охраны. Кроме того, предприятие располагает непроизводственными подразделениями, такими как: санаторно-лечебные и детские дошкольные учреждения, столовые, спортивные клубы, учебные заведения.

Комплекс производственных подразделений, организаций по управлению предприятием и обслуживанию работников, их количество, формы взаимосвязи и соотношения между ними представляет собой **общую структуру предприятия**.

Производственные подразделения предприятия (цехи, участки, обслуживающие хозяйства и службы) и связи между ними, взятые в совокупности, составляют его **производственную структуру**.

Производственная структура предприятий весьма разнообразна и формируется под влиянием следующих факторов:

- тип производства, уровень его специализации и кооперирования;
- номенклатура выпускаемой продукции, используемые товарно-материальные ресурсы, способы их получения и обработки;
- масштабы производства;
- характер производственного процесса в основных, вспомогательных, побочных и подсобных цехах;
- состав оборудования и технологического оснащения производства (универсальное, специальное или нестандартное оборудование, конвейерные или автоматизированные линии);
- система организации обслуживания оборудования и его текущего ремонта (централизованная или децентрализованная);
- уровень требований, предъявляемых к качеству продукции;
- способность производства быстро и без больших потерь перестраиваться на выпуск новой продукции;
- степень конструктивно-технологической однородности продукции.

Основная задача производственной структуры предприятия – обеспечить рациональную организацию производственного процесса в пространстве. Для этого при размещении отдельных подразделений на территории предприятия

руководствуются следующими *основными принципами рациональной организации производственного процесса в пространстве*:

– расположение цехов по ходу производственного процесса. Для обеспечения принципа прямооточности основные цехи должны размещаться на территории предприятия по ходу производственного процесса: заготовительные → обрабатывающие → сборочные;

– расположение складов у входа/выхода предприятия. Склады сырья и основных материалов должны размещаться со стороны подъездных путей для ввоза грузов вблизи заготовительных цехов, склады готовой продукции – вблизи сборочных цехов со стороны подъездных путей для вывоза грузов;

– расположение вспомогательных и подсобных цехов ближе к основным, потребляющим их продукцию, без нарушения основных грузопотоков;

– размещение производственных объектов с обеспечением рациональности перевозок. Цеха, склады и иные объекты производственной инфраструктуры предприятия должны размещаться так, чтобы обеспечить кратчайший путь движения материалов и наименьший пробег транспортных средств в ходе производственного процесса (без обратного и встречного движения, излишних пересечений);

– размещение производственных объектов с учетом внешних факторов (природных, общественных, техногенных). Цеха, обслуживающие хозяйство предприятия, должны размещаться с учетом розы ветров, возможностей естественного освещения и проветривания, с соблюдением установленных архитектурно-строительных, санитарно-технических, противопожарных и иных норм, предусмотренных для предприятий данного профиля;

– блочное строение элементов производственной структуры. Отдельные подразделения, однородные по технологическому процессу или тесно взаимосвязанные по ходу производственного процесса, должны по возможности объединяться в группы (литейную, кузнечную, деревообрабатывающую, механосборочную) с размещением в одном корпусе;

– возможность наращивания и модифицирования производственной структуры. Объекты на территории предприятия и его подразделений должны размещаться так, чтобы была возможность их дальнейшего расширения и реконструкции с минимальными затратами времени и ресурсов;

– максимальное использование объема и площади (земельного участка, здания, помещения). Для этого необходимы плотное размещение зданий, повышение их этажности, упрощение конфигурации зданий и земельного участка, рациональное использование площади и пространства под проезды

(проходы), применение подвесных, подземных и многоярусных транспортных магистралей и развязок, мест хранения и грузопереработки.

Специализация – сосредоточение производства на относительно узких направлениях деятельности, т. е. на выполнении отдельных технологических процессов, на выпуске определенных видов продукции, на предоставлении определенных видов услуг. Она может быть предметной, технологической и смешанной.

Специализация производства непосредственно связана с его кооперированием. **Кооперирование** – установление длительных производственных связей между предприятиями, структурными подразделениями отдельного предприятия, участвующие в совместном изготовлении продукции.

Следовательно, производственная структура отражает состав основных и вспомогательных подразделений предприятия, их размещение на территории предприятия, основы их специализации, порядок и формы кооперирования, наличие взаимосвязей между всеми подразделениями.

Обычно общая (организационная) структура формируется на основе производственной. При этом возможны различные варианты, отличающиеся по величине затрат ресурсов, экономического эффекта.

Поскольку варианты структур оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели производства, выбор наиболее результативных из них представляет собой сложную задачу. Решается она в следующем порядке.

Вначале устанавливаются состав и производственная мощность подразделений объединения (предприятия) на уровне, достаточном для удовлетворения потребности в соответствующих видах продукции.

Затем рассчитывается площадь, необходимая каждому производственному подразделению и для складских помещений, намечается пространственное их расположение в генеральном плане объединения (предприятия).

После этого определяются транспортные связи (как внутренние, так и внешние), с тем чтобы выявить наиболее экономичные пути поставок и кратчайшие маршруты межцехового передвижения предметов труда по ходу производственного процесса. В конечном счете обеспечиваются пропорциональность всех производственных подразделений и служб, их эффективная кооперация и непрерывность процесса производства.

5.2. Виды производственной структуры предприятия

В зависимости от формы внутризаводской специализации и уровня кооперирования на предприятии различают три вида производственной структуры: технологический, предметный и смешанный.

На предприятиях с **технологической структурой** цеха и производственные участки создаются по принципу технологической однородности. Эта форма широко распространена в мелкосерийном и единичном производстве. Так, на машиностроительных предприятиях организуются механические, термические, литейные, кузнечные, сборочные производства (например, внутри механического цеха – токарный, фрезерный и другие участки). Такая структура обеспечивает технологическую специализацию производств, цехов и производственных участков. Основное преимущество технологической специализации состоит в том, что она способствует применению наиболее рациональных, прогрессивных технологических методов производства. Вторым преимуществом является возможность наиболее полного использования оборудования и материалов. Третье преимущество – упрощение технического руководства и большая гибкость производства в освоении новых изделий и расширении изготавливаемой номенклатуры без существенного изменения уже применяемых технологических процессов.

Недостатки технологической структуры:

1. Увеличение потерь времени на переналадку оборудования при выпуске нескольких различных видов продукции.

2. Каждое подразделение несет ответственность только за выполнение определенного, закрепленного за ним круга операций, так как каждый участок занят выполнением только определенных операций и его коллектив не может отвечать за качество изделия в целом.

3. Трудно расположить оборудование по ходу производственного процесса, так как при частой смене видов изготавливаемой продукции меняются состав и последовательность операций. Следовательно, оборудование надо располагать по группам однотипных машин, что увеличивает размер внутрицеховых перевозок, создает встречные движения полуфабрикатов, увеличивает длительность производственного цикла.

При **предметной структуре** основные цеха и их участки строятся по принципу изготовления каждым из подразделений определенного изделия либо какой-нибудь из его частей (узла, агрегата) или группы деталей. Она применяется в цехах заводов крупносерийного и массового производства. Позволяет расставлять оборудование по ходу технологического процесса и

лучше загружать оборудование, площади; упрощает формы производственной взаимосвязи между цехами; сокращает путь движения деталей; позволяет обеспечить более простой контроль и учет за деятельностью предприятия. Все это обеспечивает увеличение выпуска продукции, повышение производительности труда. Но при этом невысока гибкость производства, так как переход на выпуск новых деталей требует переналадки или даже реконструкции производства (повышаются затраты). В чистом виде внедряется редко.

На многих предприятиях применяется *смешанная структура* – наличие цехов, организованных и по предметному, и по технологическому признаку. Например, заготовительные цеха организуются по технологическому признаку, а сборочные – по предметному. Преимущества: эффективно используются производственное оборудование и площади; повышается производительность труда и ответственность работников за качество и количество выпускаемой продукции. Увеличение объемов производства требует перепланировки участков и цехов.

Формирование производственной структуры, выделение цехов, участков и отделений зависит от конкретных условий, с учетом размеров производства, уровня управляемости и ответственности персонала, организации учета. Правильный ее выбор позволяет улучшить организацию труда и производства, планирование и учет, обеспечить четкость и оперативность управления производством.

Структура предприятия с течением времени может меняться: организуются новые подразделения, они укрупняются или дифференцируются в зависимости от целей и условий хозяйствования.

Сравнение производственных структур при технологической и предметной специализации приведено на рис. 1 и 2.

Со временем, после завершения строительства или очередной реконструкции предприятия, производственная структура, как правило, не отвечает новым требованиям. Это происходит потому, что за этот период меняются номенклатура выпускаемой продукции, серийность ее выпуска, происходит расширение некоторых производств, меняется технология и, следовательно, расстановка оборудования.

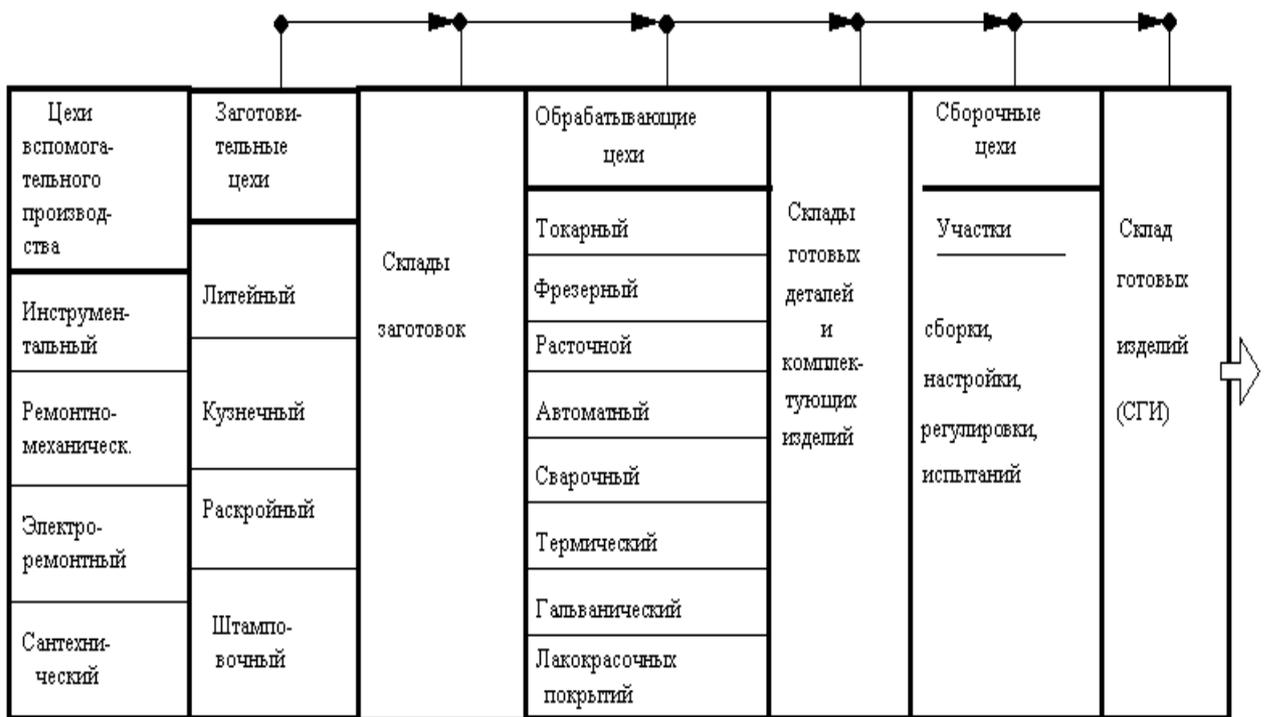


Рис. 1. Производственная структура предприятия с технологической специализацией (фрагмент)

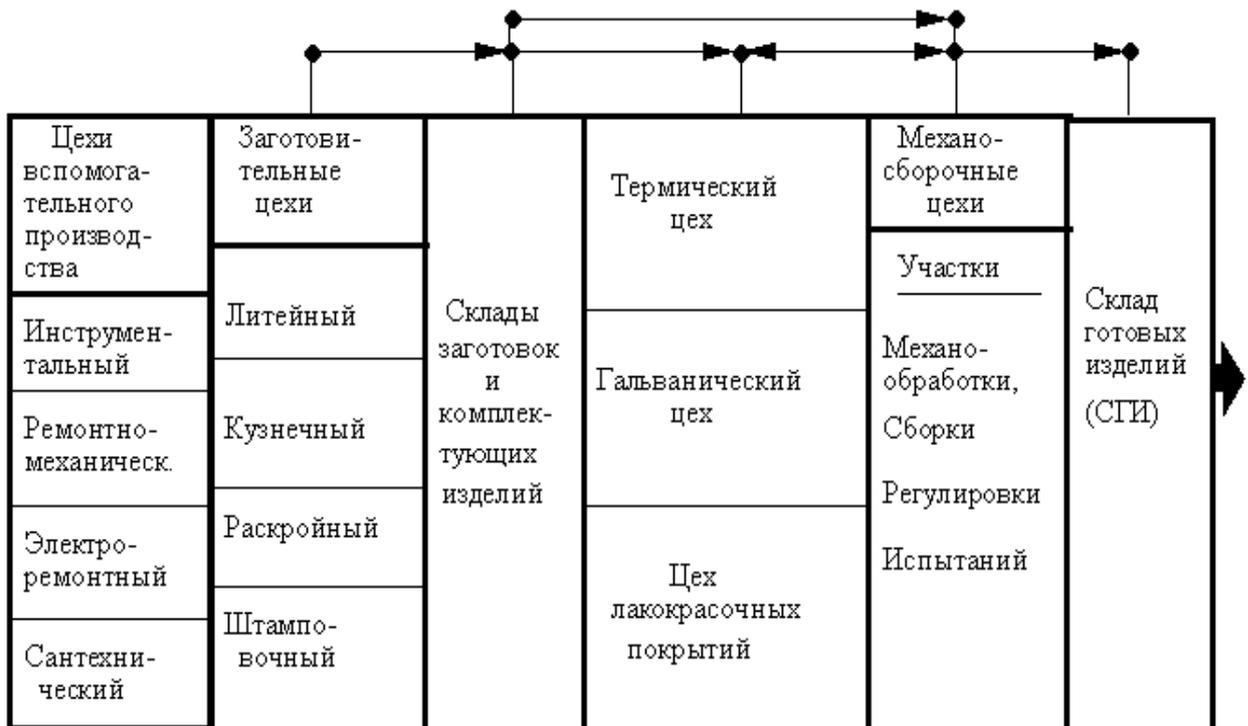


Рис. 2. Производственная структура предприятия с предметной специализацией (фрагмент)

Поэтому с целью улучшения производственной структуры и определения путей ее совершенствования необходимо периодически анализировать ее, сравнивать с передовыми аналогичными предприятиями, а также учитывать требования научно-технического прогресса не только относительно

производственного процесса в целом, но и в организационном управлении, создавая при этом благоприятные условия для рабочего персонала.

5.3. Состав структурных подразделений предприятия

Первичным звеном организации процесса производства является рабочее место. *Рабочим местом* называется часть производственной площади, где рабочий или группа рабочих выполняет отдельную операцию по изготовлению продукции или обслуживанию процесса производства, используя при этом соответствующее оборудование и технологическую оснастку.

Рабочее место может быть простым и комплексным. Простое рабочее место характерно для производства, где один работник занят использованием конкретного оборудования. Оно может быть одно- и многостаночным. В случае использования сложного оборудования и в отраслях с преобладанием аппаратных процессов рабочее место становится комплексным, так как обслуживается группой людей (бригадой) с определенным разграничением функций при выполнении процесса.

Рабочее место может быть стационарным и подвижным. В первом случае оно расположено на закрепленной производственной площади, оснащенной соответствующим оборудованием, а предметы труда подаются к рабочим местам. Во втором рабочие с соответствующим оборудованием передвигаются по мере обработки предметов труда.

В зависимости от разнообразия выполняемых видов работ выделяют специализированные и универсальные рабочие места.

Производственные участки – группы рабочих мест, где осуществляется относительно локальная законченная часть производственного процесса – либо по изготовлению части (детали, узла) готового продукта, либо по выполнению стадии технологического процесса. Участок является первичной структурной единицей предприятия. Состав, количество участков и производственные связи между ними определяют состав более крупных производственных подразделений (цехов).

Как правило, основным структурным подразделением предприятия является цех. *Цех* – административно обособленное звено, в котором изготавливается продукция (или часть ее) или выполняется определенная стадия производственного процесса.

На рис. 3 представлена схема производственной структуры цеха.

Обычно различают следующие виды цехов: основные, вспомогательные, обслуживающие и побочные.

В основных цехах выполняется определенная стадия производственного процесса по превращению основного сырья в готовую продукцию предприятия (например, литейные, механические и сборочные цеха на машиностроительном заводе) либо же выполняется ряд стадий производства по непосредственному изготовлению какого-либо изделия или его части.

Вспомогательные цеха способствуют выпуску основной продукции, производя вспомогательные виды изделий, необходимые для нормальной работы основных цехов: оснащают их инструментом, обеспечивают энергией и т. д. К числу вспомогательных относятся ремонтные, инструментальные, энергетические и другие цеха.

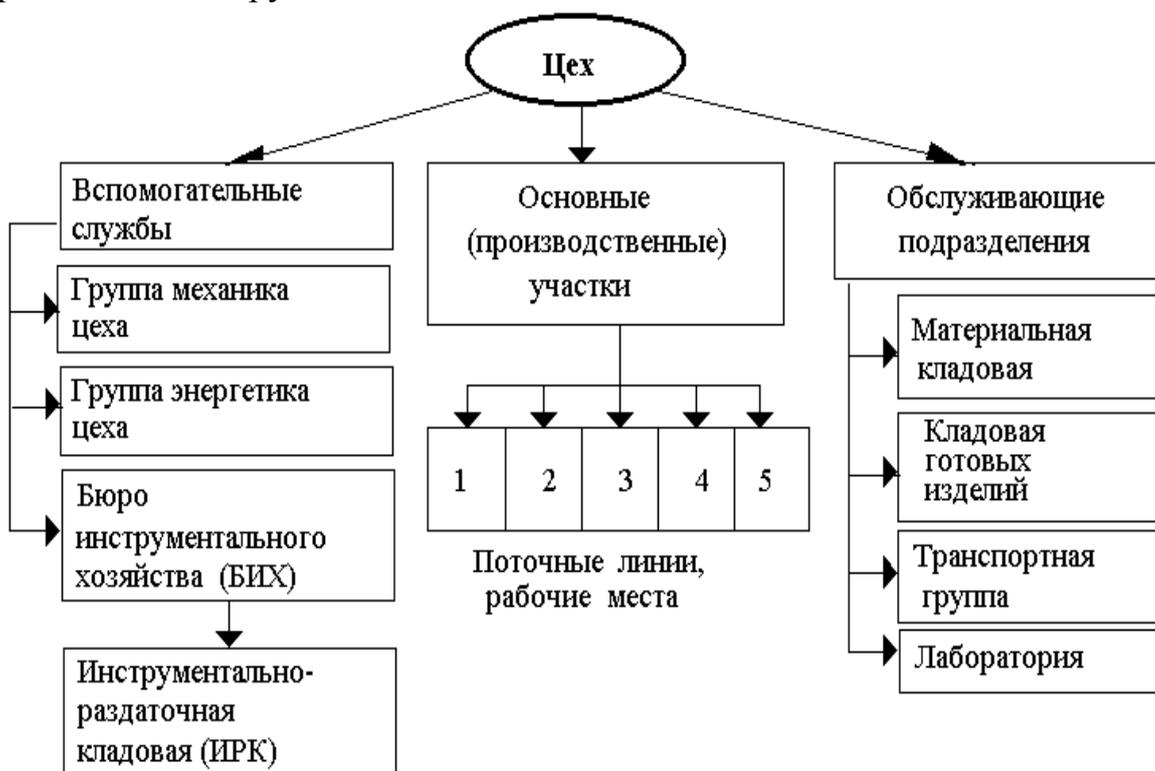


Рис. 3. Производственная структура цеха

Обслуживающие цеха и хозяйства выполняют работу по обслуживанию основных и вспомогательных цехов, а именно подачу энергии, транспортировку и хранение сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и т. п.

Побочные цеха занимаются использованием и переработкой отходов основного производства (цех утилизации, цех ширпотреба).

5.4. Пути совершенствования производственной структуры

Основные пути совершенствования производственной структуры предприятия подразумевают:

- регулярное изучение достижений в области проектирования и развития производственных структур с целью адаптации структуры предприятия к нововведениям;
- укрупнение предприятий и цехов;
- оптимизацию числа и размеров производственных подразделений предприятия;
- соблюдение рационального соотношения между основными, вспомогательными и обслуживающими цехами;
- обеспечение соответствия компонентов производственной структуры предприятия принципу пропорциональности по производственной мощности, прогрессивности технологических процессов, уровню автоматизации, квалификации кадров и других параметров;
- обеспечение соответствия структуры принципу прямоочности технологических процессов с целью сокращения длительности прохождения предметов труда;
- создание внутри крупного предприятия (объединения, акционерного общества, фирмы) юридически самостоятельных мелких организаций с предметной или технологической специализацией производства;
- быстрое изменение производственного профиля в условиях рыночной экономики, совершенствование специализации и кооперирования;
- развитие комбинирования производства;
- создание, где это возможно, бесцеховой структуры управления предприятием.

Укрупнение предприятий и цехов позволит в более широких масштабах внедрять новую высокопроизводительную технику, постоянно совершенствовать технологию, улучшать организацию производства.

Соблюдение рационального соотношения между основными, вспомогательными и обслуживающими цехами и участками должно быть направлено на повышение удельного веса основных цехов по количеству занятых рабочих, стоимости основных фондов, доле прибыли в общей прибыли предприятия.

Развитие комбинирования приводит к комплексному использованию сырья и материалов, экономии живого и овеществленного труда, а также уменьшению вредного воздействия на окружающую среду.

Бесцеховая структура управления предприятием приводит к совершенствованию управления его подразделением, сокращению обслуживающего и управленческого аппарата, а следовательно, к снижению

издержек производства и лучшему реагированию на изменение спроса на продукцию.

Правильно построенная производственная структура предопределяет пропорциональность всех цехов и служб предприятия, что, в свою очередь, положительно влияет на улучшение технико-экономических показателей: уровень специализации и кооперирования, ритмичность изготовления продукции, рост производительности труда, улучшение качества изделий, сокращение численности управленческих кадров, наиболее целесообразное использование трудовых, материальных и финансовых ресурсов, увеличение прибыли.

Одной из современных тенденций совершенствования производственной структуры продолжает оставаться формирование *гибких производственных процессов*. Производственная структура предприятия, состоящая из гибких модулей, нацеленных на изменяющиеся потребности, отражает новый характер производства как клиенто-ориентированного, что соответствует новым тенденциям создания совершенной производственной структуры. На это направлены и такие способы и формы ее изменения, как реинжиниринг бизнес-процессов, всеобщая система управления качеством по международным стандартам ISO 9000 (серия международных стандартов ISO, регламентирующих управление качеством на предприятиях) в ее различных модификациях.

5.5. Типы производства и их характеристика

Организация производственного процесса непосредственно связана с организационным типом производства, так как зависит от масштаба производства, номенклатуры продукции, степени специализации рабочих мест.

Под типом производства понимается совокупность признаков, определяющих организационно-техническую характеристику производственного процесса, осуществляемого на одном или многих рабочих местах, в масштабе участка, цеха, предприятия.

В основу классификации типов производства положены следующие факторы:

- широта номенклатуры;
- объем выпуска;
- степень постоянства номенклатуры;
- характер загрузки рабочих мест и их специализация.

Номенклатура продукции представляет собой количество наименований

изделий, закрепленных за производственной системой, и характеризует ее специализацию. Чем шире номенклатура, тем менее специализирована система, и наоборот, чем она уже, тем выше степень специализации.

Объем выпуска изделий – это количество изделий определенного вида, изготавливаемых производственной системой в течение определенного периода. Объем выпуска и трудоемкость изделия каждого вида оказывают решающее влияние на характер специализации этой системы.

Степень постоянства номенклатуры – это повторяемость изготовления изделия данного вида в последовательные периоды. Если в один плановый период изделие данного вида выпускается, а в другие периоды не выпускается, то фактор постоянства отсутствует. Регулярное повторение выпуска изделий данного вида является одной из предпосылок обеспечения ритмичности производства. В свою очередь, регулярность зависит от объема выпуска изделий, поскольку большой объем выпуска может быть равномерно распределен на последовательные плановые периоды.

Характер загрузки рабочих мест означает закрепление за рабочими местами определенных операций технологического процесса. Если за рабочим местом закреплено минимальное количество операций, то это узкая специализация, если множество операций (если станок универсальный) – то это широкая специализация.

В зависимости от перечисленных выше факторов различают три типа производства: массовое, серийное, единичное (ГОСТ 14.004-83).

Массовое производство характеризуется выпуском изделий весьма небольшой (строго ограниченной) номенклатуры в больших количествах. Все рабочие места, как правило, специализированы, то есть постоянно загружены одними и теми же работами (например, подшипниковые заводы).

Массовое производство имеет ряд преимуществ:

- устойчивость технологического процесса и возможность применения специализированного, наиболее производительного оборудования;
- сокращение и даже ликвидация потерь времени на переналадку оборудования, так как выпуск одних и тех же деталей, выполнение одних и тех же работ не требуют ее.

Однако массовое производство не удовлетворяет запросов рынка, где требования покупателей к выпускаемой продукции меняются постоянно. Поэтому в современных условиях наиболее широкое применение находит **серийное производство**, которое характеризуется выпуском конструктивно однородных изделий периодически меняющимися партиями. В зависимости от

размера обрабатываемой партии серийное производство подразделяется на крупносерийное, среднесерийное и мелкосерийное. Крупносерийное тяготеет к массовому. Рабочие места специализированы, широко применяется специализированное оборудование, переналадки которого происходят редко. Мелкосерийное тяготеет к единичному производству. Изделия выпускаются небольшими часто меняющимися партиями. Среднесерийное производство является промежуточным, сочетающим характерные особенности как мелкосерийного, так и крупносерийного.

Единичное производство характеризуется выпуском разнообразных изделий по отдельным заказам. Причем один и тот же заказ не повторяется или повторяется через неопределенный промежуток времени. На предприятии единичного производства применяется технологическая специализация цехов и участков, затруднены механизация и автоматизация работ по планированию и учету.

Тип производства определяют такие признаки как: степень специализации производства, особенности разделения труда, объем производства, виды движений деталей в пространстве и др. Основным из них является степень специализации производства, которая определяется **коэффициентом закрепления операций** (ГОСТ 3.1121):

$$K_{30} = m/c, \quad (1)$$

где m – число различных операций, выполняемых в течение месяца;
 c – число рабочих мест, на которых выполняются различные операции.

Для массового производства $K_{30} = 1$.

Для серийного производства K_{30} – от 1 до 40, при этом крупносерийное – свыше 1 до 10 включительно, среднесерийное – свыше 10 до 20 включительно, мелкосерийное – свыше 20 до 40 включительно.

Для единичного производства K_{30} – свыше 40.

Коэффициент закрепления операций также называют **коэффициентом специализации**. Специализация цехов и участков служит одним из признаков для характеристики типа производства. Рабочие места массового производства специализированы на выполнении одной повторяющейся операции. Рабочие места серийного производства специализированы на выполнении двух или нескольких операций, причём они чередуются в определённой последовательности.

Таким образом:

– единичный и мелкосерийный тип производства – начальный уровень специализации;

- серийный – средний уровень специализации;
- массовый – высокий уровень специализации.

Исходя из типа производства устанавливается тип предприятия и его подразделений. На каждом предприятии могут существовать различные типы производства. Поэтому тип предприятия или его подразделения определяется по преобладающему на нем типу конечного производства. Тип производства оказывает решающее влияние на особенности его организации, управления и оперативно-производственного планирования, а также на технико-экономические показатели.

Тема 6. Характеристика основных подразделений машиностроительного предприятия

Классификация основных цехов по стадиям изготовления готового продукта такая же, как и классификация производственных процессов:

- заготовительные;
- обрабатывающие;
- сборочные.

6.1. Заготовительные подразделения

К основным заготовительным подразделениям машиностроительного завода относятся литейные, кузнечные, прессовые цеха, цех пластмасс и др.

Литейные цеха. Литейные цеха изготавливают различные отливки, отличающиеся видом металла, размерами, весом, конфигурацией и другими характеристиками. 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 и готовых деталей практически трудноосуществимы и малоэффективны. Поэтому в последние годы снижается доля отливок в совокупности заготовок. Организация, планирование и экономика литейных цехов в большей степени зависят от особенностей производственного процесса изготовления отливок, а также от типа и масштабов производства.

Технологические процессы литейного производства отличаются значительным разнообразием операций, а следовательно, и используемого оборудования, специальной оснастки, это влияет на производственную структуру цеха, профессиональный состав кадров, организацию труда,

оперативно-календарное планирование и, в конечном счете, – на эффективность функционирования литейного цеха.

Литейные цех классифицируют по следующим признакам:

- 1) вид (род) металла для отливок;
- 2) тип производства;
- 3) степень механизации и автоматизации литейного производства;
- 4) объем годового выпуска отливок в денежном выражении и натуральных единицах по видам металла;
- 5) режим работы цеха.

Рассмотрим особенности литейных цехов по этим признакам.

По виду металла литейные цеха подразделяются на цеха:

- чугунного литья (серого чугуна, ковкого чугуна)
- фасонного стального литья;
- цветного литья;
- комбинированного литья.

В цехах единичного и мелкосерийного производства номенклатура выпускаемых отливок разнообразна и неустойчива (неповторяющаяся или редко повторяющаяся). Формовка осуществляется главным образом в землю. К единичному типу производства относятся также небольшие литейные цеха и отделения, обслуживающие в основном инструментальные и ремонтные цеха. Они отличаются примитивной технологией, весьма низким уровнем технико-экономических показателей и подлежат ликвидации.

В цехах крупносерийного и массового производства изготавливается ограниченная, периодически повторяющаяся или постоянная номенклатура отливок. Формовка производится преимущественно на машинах. В этих цехах применяются поточные методы организации производства. Такие цеха характерны для заводов сельскохозяйственного машиностроения, автомобильных и тракторных заводов.

По режиму работы литейные цеха делят на цеха с параллельным и ступенчатым режимом работы. При параллельном режиме работа во всех производственных отделениях ведется одновременно. Все операции выполняются строго последовательно и синхронно на различных рабочих местах. Этот режим работы наиболее распространен. Ступенчатый режим характерен тем, что на одних и тех же площадях в разные смены выполняются различные производственные процессы в порядке их последовательности. Этот режим используется в небольших литейных цехах. Производство тяжелых отливок осуществляется по специальному графику.

Кузнечные цеха. Кузнечные цеха производят кованые и штампованные поковки, которые передаются в механические или сразу в сборочные цеха. По сравнению с отливками поковки менее материалоемкие, энерго- и трудоемки, но более капиталоемки, т. е. на единицу продукции требуется больше единовременных капитальных затрат на технологическое оснащение и автоматизацию. Однако выбор между производством поковок или отливок определяется конкретными условиями: размерами заготовки, ее сложностью, количеством, материалом. Чем крупнее заготовка, тем вероятнее эффективность отливки. Чем больше программа выпуска деталей, тем вероятнее эффективность поковки.

Технологический процесс изготовления поковок включает небольшое число операций: резку металла, нагрев, ковку или штамповку, обрезку заусенцев, иногда правку и термообработку поковок. Между операциями нагрева и ковки (штамповки), а в ряде случаев и обрезки заусенцев существует тесная технологическая связь во времени, при этом ведущей операцией является ковка или штамповка. Типовой технологический процесс изготовления поковок определяет производственную структуру цеха. Перечисленные особенности требуют специфической планировки рабочих мест: установки на участке не менее двух, а иногда и трех агрегатов (например, печи или электронагревательной установки, штамповочного молота или прессы и обрезающего прессы) – и определяют необходимость бригадной формы организации труда.

Кузнечное оборудование отличается высокой производительностью. Эта особенность, связанная с малооперационностью технологического процесса производства поковок, обуславливает небольшую длительность производственного цикла. Обычно кузнечное оборудование является не только высокопроизводительным, но и дорогостоящим. Поэтому наиболее полное его использование возможно только при высоком уровне концентрации производства однотипных поковок. Именно поэтому в кузнечном производстве особое значение приобретают вопросы специализации и концентрации производства однотипных поковок.

Высокая металлоемкость кузнечного производства в сочетании с высокой производительностью оборудования обуславливает большой грузооборот. Однако для внутрицеховых перевозок характерны постоянство и прямолинейность маршрутов. В крупных кузнечных цехах возникает необходимость в складских помещениях для хранения штампов и металла. В процессе производства поковок применяется дорогостоящая спецодежда –

штампы. Отсюда возникает необходимость организации штампового хозяйства. Кузнечное производство относится к энергоемким производствам.

Кузнечные цеха классифицируются по следующим признакам:

- тип производства;
- вид технологического процесса, преобладающего в данном цехе;
- объем выпуска продукции.

Рассмотрим особенности организации производства в кузнечных цехах, отличающихся по перечисленным признакам. Для кузнечных цехов характерны все типы производства: единичное, серийное, массовое. Тип производства определяется по ведущей детали цеха, технологии ее производства. В кузнечных цехах преобладают свободная ковка (процесс ручной обработки нагретого металла с помощью молота) легких заготовок, свободная ковка более тяжелых заготовок и штамповок в условиях единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства. В кузнечно-прессовых цехах преобладает свободная ковка тяжелых заготовок в условиях единичного и мелкосерийного производства.

6.2. Обрабатывающие подразделения

Значительная часть деталей машин, технологического оборудования, транспортных средств подвергается механической обработке. Механическая обработка характеризуется:

- низким коэффициентом использования металлов: 0,5–0,8 (с повышением серийности производства коэффициент повышается);
- высокой трудоемкостью и зарплатоемкостью обработки;
- многооперационностью технологических процессов обработки;
- высокими требованиями к качеству технологического оборудования и организованностью процессов;
- высокими требованиями к качеству изготовления детали в соответствии с технологическим процессом.

В *механических цехах* обрабатывается широкая номенклатура разнообразных деталей, насчитывающая сотни и тысячи наименований. Эти детали отличаются видом материала, методом получения заготовки, серийностью производства, сложностью, габаритными размерами, конфигурацией, весом, точностью обработки и чистотой поверхности и другими характеристиками.

Широкая номенклатура и разнообразие выпускаемой продукции выдвигают на первый план необходимость специализации цехов и участков на

базе унификации и стандартизации изделий, сборочных единиц, деталей и конструктивных элементов, типизации технологических процессов и рационального кооперирования предприятий.

Несмотря на то что в механических цехах осуществляется, как правило, лишь обработка металлов резанием, различие продукции и масштабов ее производства обуславливает необходимость применения разнообразного металлорежущего оборудования. Это создает дополнительные трудности при планировании и организации производства в механических цехах. В них используются сотни и тысячи типоразмеров технологической оснастки. Поэтому большое значение имеют вопросы организации инструментального хозяйства, и, в частности, организации обеспечения рабочих мест технологической оснасткой. Технология механической обработки наиболее гибка. Поэтому в механических цехах необходимо оценивать каждое изменение объема производства (по конкретным деталям), с тем чтобы своевременно внести соответствующие изменения в технологические процессы, а возможно, и в организацию производства.

Эксплуатация металлорежущего оборудования отличается относительно высоким удельным весом машинного времени в штучном времени. Это позволяет использовать многостаночное обслуживание и совмещение профессий.

Многодетальность, многооперационность технологических процессов и большое разнообразие используемого оборудования в индивидуальном и серийном производстве обуславливают, как правило, необходимость пролеживания деталей в ожидании освобождения станка, что приводит к образованию относительно больших заделов (запас полуфабрикатов, деталей или сборочных единиц, обеспечивающий нормальную бесперебойную работу всех производственных подразделений предприятия) и, соответственно, незавершенного производства. Это обстоятельство, наряду с другими, определяет необходимость создания промежуточных кладовых, помогающих осуществлению функций диспетчерского руководства.

Механические цеха можно классифицировать по тем же признакам, что и заготовительные: тип производства, вес заготовки, конструктивно-технологические особенности обрабатываемых деталей. Механические цеха единичного и мелкосерийного производства отличаются широкой и разнообразной номенклатурой деталей, изготавливаемых в небольшом количестве.

Производство в таких цехах должно быть достаточно гибким и приспособленным к выполнению различных заданий. Технологические

процессы разрабатываются без особой детализации. Они предусматривают максимальную концентрацию операций, выполняемых на одном рабочем месте, использование параллельно-последовательного движения партии деталей, специализацию рабочих мест. Цеха оснащаются как универсальными, так и специальными станками. Доля специального и высокопроизводительного оборудования увеличивается по мере перехода к крупносерийному производству. В этих цехах преобладают предметно замкнутые участки и организуются поточные линии. Наряду с универсальной оснасткой широко используются специальные транспортные средства и транспортные системы.

В механических цехах массового производства изготавливается узкая номенклатура деталей в больших количествах, с высоким уровнем специализации рабочих мест. Технологические процессы значительно дифференцированы. Постоянство и ограниченность номенклатуры изготавливаемых деталей создают предпосылки для комплексной механизации и автоматизации, широкого применения специальной высокопроизводительной технологической оснастки, механизированного и автоматизированного специального транспорта.

По мере углубления и развития специализации предприятий и цехов одним из важнейших признаков классификации становится конструктивное и технологическое подобие деталей. Подетально специализированные цеха и участки обеспечивают максимальную эффективность производства только при достижении определенного оптимального объема.

Определение оптимальных объемов производства обеспечивает возможность типизации проектных вариантов без ограничения их отраслевой принадлежностью. Поэтому при проектировании механических цехов и участков необходимо располагать данными об оптимальных объемах производства при разном уровне применяемой техники и технологии. Они устанавливаются на основе исследования зависимости между изменениями объема производства и себестоимостью единицы продукции.

В механических цехах существуют все разновидности производственных участков, начиная от универсальных, образованных по принципу однородности технологического оборудования, до автоматических линий.

Выбор типа производственного участка производится в зависимости от номенклатуры и объема производства по каждой номенклатурной позиции, предварительной группировки специализации рабочих мест. Уровень специализации рабочих мест определяется с помощью **коэффициента специализации** (коэффициента закрепления операций):

$$K_{сп} = m / C_{об} , \quad (2)$$

где $K_{сп}$ – коэффициент специализации, характеризующий число операций, закрепленных за единицей технологического оборудования;

m – общее количество операций;

$C_{об}$ – количество установленного оборудования.

Соответствующие значения коэффициента по типам производства и типы производственных участков приведены в табл. 1.

При проектировании и реконструкции механических цехов необходимо располагать типовыми технологическими процессами, соответствующими различным объектам производства. Методика выполнения работ по проектированию и технико-экономические расчеты изменяются в зависимости от типа производственного участка. В поточном производстве по соотношению штучного времени по каждой операции такта линии численность рабочих-станочников определяется по трудоемкости обработки или исходя из количества оборудования и принятой сменности (на основе плана-графика работы линии).

Таблица 1

**Значения коэффициента специализации и виды участков
по типам производства**

Параметры	Тип производства			
	Массовое	Крупносерийное	Среднесерийное	Мелкосерийное и единичное
К _{сп}	1	2–10	11–20	Свыше 21
Тип участка	Автоматические линии, поточные линии	Поточные линии, автоматические линии	Предметно замкнутые участки, поточные линии	Универсальные, предметно-замкнутые участки

Выбор того или иного варианта расположения оборудования обусловливается требованием наилучшего использования площадей при соблюдении норм, обеспечивающих безопасность работы и удобство обслуживания оборудования. Ширина проездов и проходов между станками определяется габаритами применяемых транспортных средств.

6.3. Сборочные подразделения

На большинстве машиностроительных предприятий сборочные подразделения (цеха) завершают процесс производства продукции,

включающий ее сборку, испытания, сертификацию и упаковку.

Сборочные процессы характеризуются высоким удельным весом ручных работ и применением несложного технологического оборудования. Эти работы выполняются по технологическим процессам (картам) и другой технической документации. Качество и эффективность работы сборочных цехов во многом определяют ритмичность, качество, эффективность и устойчивость функционирования предприятия в целом. Однако для того, чтобы сборочные цеха эффективно работали, необходима слаженная работа механических цехов.

Процесс сборки состоит в соединении и обеспечении правильного взаиморасположения и взаимодействия деталей и сборочных единиц. В цехах единичного и мелкосерийного производства наряду с чисто сборочными операциями выполняются другие технологические операции (дополнительная механическая обработка деталей, слесарно-пригоночные операции).

Технология сборочного процесса определяется характером, конструктивной сложностью, уровнем технологичности конструкции и годовой программой выпуска изделий. Вместе с тем 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 и, за редким исключением, применением несложного технологического оборудования. Специфика сборочных процессов позволяет широко использовать средства механизации и существенно затрудняет автоматизацию сборочных операций. Специализация рабочих и уровень их квалификации часто определяются спецификой сборки и регулирования выпуска определенного вида продукции. Поэтому освоение новых видов продукции связано с приобретением определенных навыков и опыта.

Одной из особенностей сборочных цехов является то, что на этапе сборки стоимость незавершенного производства приближается к предельной величине – себестоимости готовой продукции.

Поэтому сокращение длительности цикла сборки обеспечивает не только ускорение оборачиваемости оборотных средств, но и наиболее эффективное использование производственных площадей.

Трудоемкость сборочных работ и длительность цикла сборки существенно зависят от уровня технологичности конструкции по таким показателям, как блочность конструкции, коэффициенты стандартизации и унификации, взаимозаменяемости конструкции и др. Требуемая точность

сопряжения деталей может быть обеспечена за счет высокой точности изготовления деталей, применения деталей-компенсаторов, специального подбора деталей или индивидуальной пригонки сопрягаемых деталей.

Каждый из этих методов используется при определенном объеме 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 являются индивидуальная (бригадная) и поточная сборка. 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. На практике нередко используется сочетание этих форм в пределах одного цеха и даже участка. Степень дифференциации производственного процесса в этом случае может быть различной. Обычно узловая сборка отделяется от генеральной (общей). При узловой и генеральной сборке могут использоваться как элементы поточного производства, так и методы индивидуальной сборки.

Основные формы организации сборочного процесса в наибольшей степени отвечают соответствующему типу производства. Технология сборки в цехах единичного и мелкосерийного производства предусматривает объем доделочных и пригоночных работ. В цехе используются металлорежущее оборудование и транспорт универсального назначения, создаются участки или рабочие места для слесарной обработки деталей. В этих условиях чаще используется индивидуальная (бригадная) сборка, отличающаяся небольшой длительностью цикла сборки и относительно низким уровнем эффективности.

В цехах среднесерийного производства доделочные и пригоночные работы или ликвидируются, или же сводятся к минимуму. При сборке узлов и изделия используются поточные методы или их элементы, повышаются степень оснащённости технологических процессов и применение автоматизированного оборудования. Значительно снижается при этом удельный вес сборочных работ в общей трудоемкости и сокращается длительность цикла сборки.

В цехах крупносерийного и массового производства сборка ведется на основе взаимозаменяемости деталей. Технологические процессы максимально дифференцируются, широко применяется прогрессивная технология, средства механизации и автоматизации, организуется поточная сборка, оснащенная

высокопроизводительным оборудованием и транспортными средствами.

При разработке проектов сборочных цехов учитываются особенности, связанные с характером изготавливаемой продукции: конструктивные (габариты, вес, сложность, материал, точность, взаимозаменяемость); технологические (число операций, метод обработки, разряд работ, характеристики технологического оборудования, оснастки), организационные (программа выпуска, способ сочетания операций, показатель организованности процессов сборки).

6.4. Направления совершенствования работы цехов основного производства

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 их серийности и эффективности;

- применение технологических процессов, обеспечивающих минимальные отходы металла (машинное литье, литье в кокиль, литье под давлением);

- механизация и автоматизация литейного производства с целью снижения трудоемкости работ и повышения их качества;

- анализ и применение современных методов менеджмента;

- анализ и соблюдение принципов рационализации структур и процессов.

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 групповых методов изготовления поковок для повышения их серийности и эффективности;

- применение технологических процессов, обеспечивающих минимальные отходы металла (порошковая металлургия, прокатка, комбинированные технологии);

- механизация и автоматизация кузнечного производства;

- анализ и применение принципов рационализации структур и процессов;

– анализ и применение современных методов менеджмента.

Детальным проектированием производственных и организационных структур цехов должны заниматься проектировщики и технологи с участием организаторов производства.

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 электрофизических и электрохимических методов обработки, ультразвуковой, лазерной, плазменной и других видов обработки. На смену металлам приходят композиционные материалы (композиты), пластики и т. п.

Изменения в организации технического обслуживания производства в значительной мере обуславливаются комплексной механизацией и автоматизацией. Централизация или выполнение сторонними организациями ряда функций технического обслуживания обрабатывающего производства в области ремонта, транспортных работ и т. п. (аутсорсинг) также вносят существенные изменения в организацию обрабатывающего производства.

Важное значение в совершенствовании обрабатывающего производства, так же, как и предприятия в целом, имеет внедрение системы менеджмента.

Рациональная организация производства механических цехов определяется степенью выполнения принципов рационализации структур и процессов. Например, целями проектирования новых и реорганизации действующих механических цехов обычно являются:

- увеличение объема выпускаемой продукции в соответствии с рекомендациями маркетинговых исследований;
- повышение качества выпускаемой продукции и ее сервиса;
- снижение себестоимости продукции при соблюдении требований по качеству за счет активизации инновационной деятельности;
- снижение эксплуатационных затрат за счет повышения качества продукции, качества ее сервиса и совершенствования организации эксплуатации (применения) продукции;
- полное или частичное сочетание перечисленных выше задач.

Решение перечисленных задач в конечном счете приведет к повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Основными этапами работ и технико-экономических расчетов, связанных с проектированием новых и реорганизацией действующих механических цехов, являются:

- 1) определение производственной программы цеха на основе маркетинговых исследований;
- 2) определение производственной структуры цеха;
- 3) разработка мероприятий по совершенствованию технологичности выпускаемой продукции;
- 4) разработка мероприятий по совершенствованию технологических процессов, системы норм и нормативов, организации труда;
- 5) проектирование производственных участков;
- 6) проектирование вспомогательных отделений, служебных и бытовых помещений, компоновка площадей;
- 7) разработка системы планирования;
- 8) разработка системы менеджмента цеха;
- 9) расчет технико-экономических показателей цеха;
- 10) оценка эффективности проекта и функционирования цеха.

Основными направлениями совершенствования работы **механических цехов** являются:

- повышение уровня специализации и концентрации производства однотипных деталей на основе унификации изделий, сборочных единиц, деталей на стадии их конструирования;
- применение групповых методов изготовления деталей;
- применение безотходных малооперационных технологий;
- механизация и автоматизация производства;
- анализ и соблюдение принципов рационализации структур и процессов;
- анализ и применение современных методов менеджмента.

Основными направлениями совершенствования работы **сборочных цехов** являются:

- повышение уровня специализации и концентрации сборочных работ;
- применение бригадной формы организации труда;
- сокращение пригоночных работ за счет применения селективной сборки, основанной на предварительной сортировке (селекции) деталей на размерные группы и последующем соединении деталей определенной размерной группы;
- повышение блочности конструкции изделия и взаимозаменяемости

деталей (это в большей мере относится к конструкторам);

- повышение уровня механизации и автоматизации сборочного процесса;
- анализ и соблюдение принципов рационализации структур и процессов;
- анализ и применение современных методов менеджмента.

Тема 7. Организация производственного процесса во времени

7.1. Длительность производственного цикла

При преобразовании предметов производства в конкретное изделие они проходят через множество основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, протекающих последовательно, параллельно или параллельно-последовательно во времени в зависимости от сложившейся на предприятии производственной структуры, типа производства. Совокупность этих процессов, обеспечивающих изготовление изделия, принято называть производственным циклом.

Производственный цикл – это часть производственного процесса предприятия, связанная с изготовлением отдельных деталей, полуфабрикатов, сборочных единиц, которые повторяются через определённые промежутки времени, обусловленные организацией производственного процесса.

Производственный цикл характеризуется длительностью, которая зависит от:

- 1) времени выполнения основных операций, включая естественные процессы;
- 2) времени выполнения вспомогательных операций;
- 3) времени перерывов;
- 4) величины обрабатываемой партии и передаточной партии;
- 5) порядка передачи предметов труда от одной операции к другой.

$$T_{ц} = T_{\text{техн.}} + T_{\text{ест.}} + T_{\text{конт.}} + T_{\text{тр.}} + T_{\text{потерь}} + T_{\text{рег.пер.}}$$

Основные операции	Вспомогательные операции

Производственный цикл включает в себя время:

- выполнения технологических операций;
- протекания естественных операций;
- контрольных операций;
- транспортных операций;
- потерь;
- регламентированных перерывов.

Время выполнения технологических операций зависит от многих факторов, таких как:

- 1) ужесточение режимов обработки;
- 2) правильность выбора заготовки;
- 3) установление правильных припусков на обработку;
- 4) применение прогрессивных рациональных инструментов и оснастки;
- 5) правильность организации рабочего места.

Время, затраченное на обслуживающие процессы, зависит от степени автоматизации и механизации этих процессов, от уровня применения автоматических средств диагностики хода технологического процесса, диагностики состояния инструментов и оснастки.

Длительность цикла транспортных операций во многом зависит от чёткой организации доставки предметов труда от одной рабочей зоны в другую, с одного участка на другой, от выбранного вида транспорта, от установленной передаточной партии.

Время потерь по организационным причинам связано с несвоевременной подачей предметов труда на рабочие места, со случайным выходом из строя рабочего оборудования, с отключением электроэнергии, теплоснабжения и т. д.

Рассматривая структуру производственного цикла, можно сделать вывод, что к сокращению его длительности приведет сокращение времени на выполнение каждой из его составляющих.

Поскольку производственный цикл включает в себя время выполнения технологических операций, время протекания естественных процессов, время контрольных, транспортных операций, время потерь и регламентированных перерывов, то в качестве путей сокращения длительности производственного цикла можно рассмотреть мероприятия по сокращению времени на каждую вышеперечисленную составляющую:

1. Сокращение времени на изготовление изделия достигается путем внедрения прогрессивных технологических процессов, различных организационно-технических мероприятий, направленных на повышение производительности труда.

2. Сокращение времени на обслуживающие процессы достигается путем внедрения рациональных форм обслуживания.

3. Сокращение времени перерывов, вызванных авариями и несвоевременной передачей предметов труда на рабочие места достигается четкой организацией планово-предупредительных ремонтов и четкого оперативного планирования производства.

Применение рациональных видов движения деталей в производстве и соблюдение оперативных графиков хода производства также приводит к

сокращению длительности производственного цикла.

Сокращение производственного цикла имеет большое экономическое значение:

- сокращается оборачиваемость оборотных средств за счет сокращения объемов незавершенного производства;
- увеличивается фондоотдача основных производственных фондов;
- снижается себестоимость изделий за счет сокращения условно постоянной части издержек на одно изделие и т. д.

7.2. Виды движений деталей в производстве

Производственные процессы в машиностроении отличаются многооперационностью. В пределах одного цеха или участка заготовки обрабатываются на одном или нескольких рабочих местах. Время выполнения одной операции называется операционным циклом.

Операционный цикл рассчитывается по следующим формулам:

$$T_{on} = \frac{n * t_{\phi\delta}}{c}, \quad (3)$$

где T_{on} – операционный цикл;

n – размер партии (количество одновременно обрабатываемых деталей);

t_{um} – норма штучного времени на 1 операцию;

c – число рабочих мест, закрепленных за операцией.

$$T_{on} = \frac{n * t_{\phi\delta - \hat{e}}}{c}, \quad (4)$$

где t_{um-k} – штучно-калькуляционное время, определяемое как:

$$t_{um-k} = t_{um} + \frac{t_{i\epsilon}}{n}, \quad (5)$$

где t_{nz} – время предварительно-заключительных работ.

Операционные циклы могут осуществляться последовательно, то есть один за другим, параллельно или параллельно-последовательно. Это зависит от выбранного вида движения деталей в производстве.

Последовательный вид движения деталей в производстве характеризуется тем, что вся обрабатываемая партия деталей передается на последующий этап лишь после окончания обработки всей партии на предыдущей операции. При этом обработка на каждой операции осуществляется непрерывно. Длительность производственного цикла

определяется следующим образом:

$$T_{\text{посл}} = n * \sum_{i=1}^m \frac{t_{\phi\delta i}}{c_i}, \quad (6)$$

где m – количество операций.

Приведем пример. В партии три детали. На каждой операции – по одному рабочему месту (рис. 4).

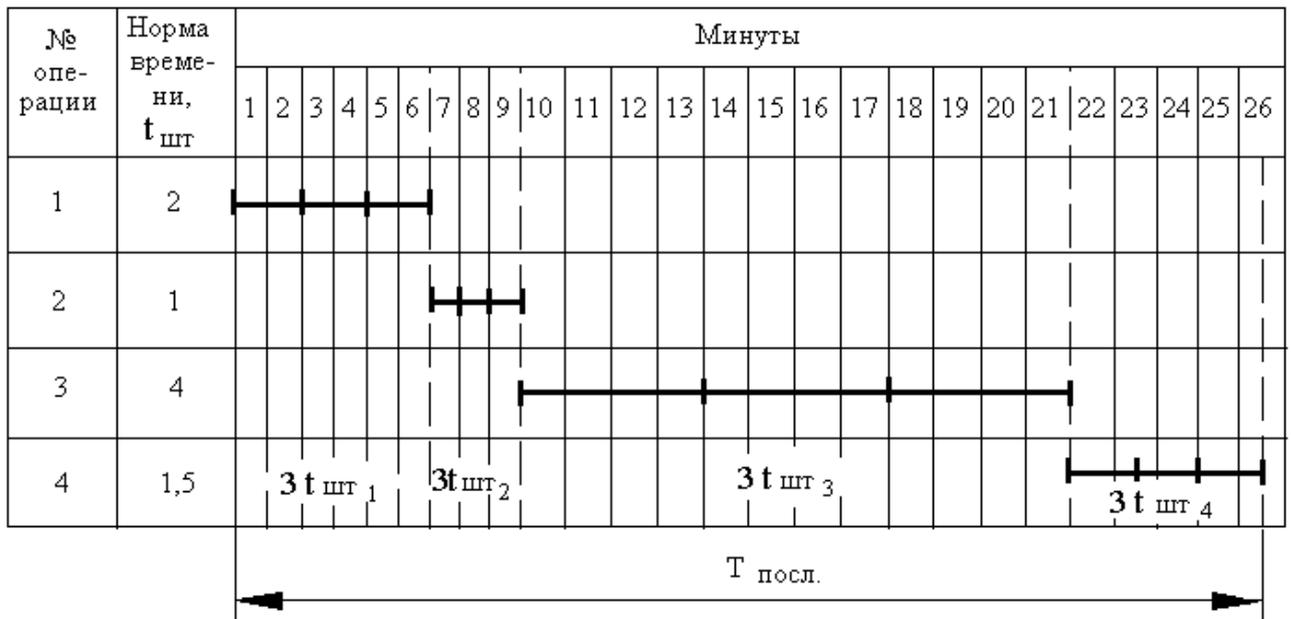


Рис. 4. Схема последовательного движения деталей в производстве

Рассчитаем длительность производственного цикла:

$$T_{\text{посл}} = 3 * (2/1 + 1/1 + 4/1 + 1,5/1) = 25,5 \text{ (мин.)}$$

Параллельный вид движения деталей в производстве характеризуется тем, что каждая деталь или небольшая передаточная партия передается на последующую операцию сразу после обработки на предыдущей операции независимо от всей партии. В этом случае полностью загружена наиболее трудоемкая операция, а менее трудоемкая имеет перерывы. Длительность производственного цикла можно рассчитать так:

$$T_{\text{пар}} = p * \sum_{i=1}^m \frac{t_{\phi\delta i}}{c_i} + (n - p) * \left(\frac{t_{\phi\delta}}{c} \right)_{\text{max}}, \quad (7)$$

где p – размер передаточной (транспортной) партии;

$\left(\frac{t_{\phi\delta}}{c} \right)_{\text{max}}$ – время выполнения операции, самой продолжительной в

технологическом процессе (мин.).

Рассмотрим на том же примере (рис. 5).

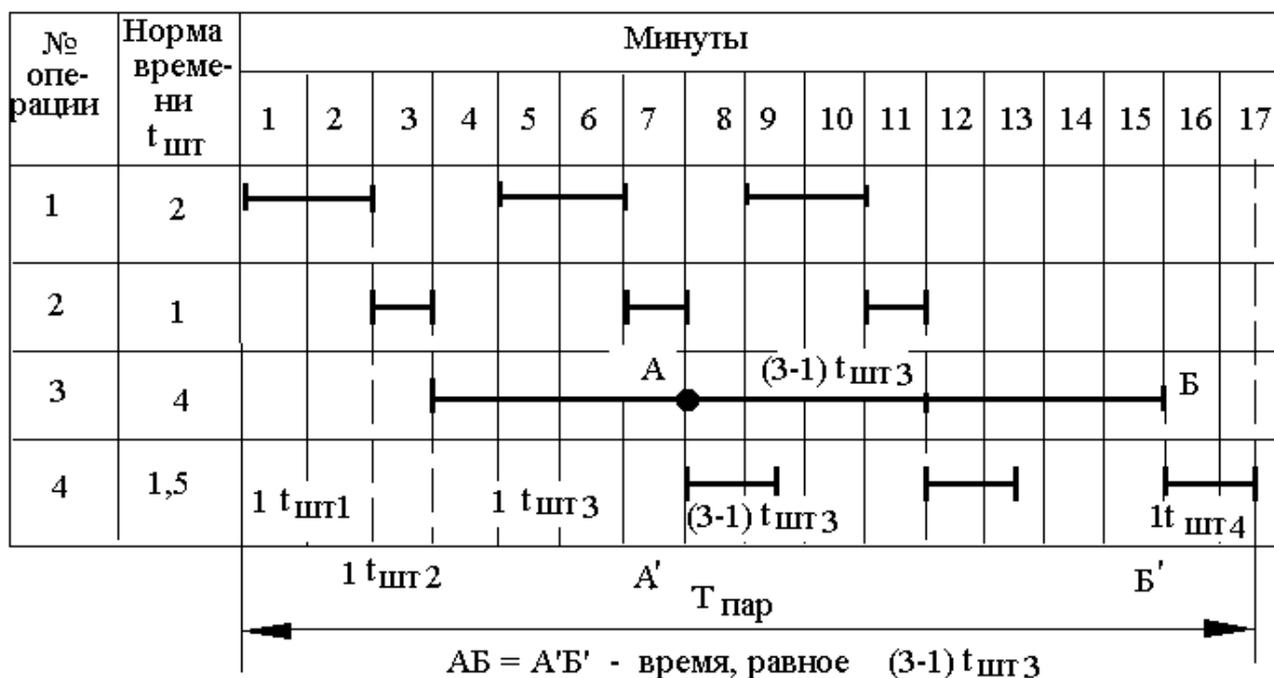


Рис. 5. Схема параллельного движения деталей в производстве

Длительность производственного цикла в данном случае равна:

$$T_{\text{пар}} = 1 * (2/1 + 1/1 + 4/1 + 1,5/1) + (3-1) * (4/1) = 16,5 \text{ (мин.)}$$

Параллельно-последовательный вид движения деталей в производстве характеризуется тем, что обработка на последующей операции начинается раньше, чем наступает полное окончание обработки всей партии на предыдущей операции и осуществляется без перерывов в изготовлении партии на каждом рабочем месте. При этом возможны два случая:

1. Предыдущая операция короче последующей – для обеспечения непрерывной работы на последующей операции достаточно изготовить одну деталь и передать ее на последующую операцию.

2. Предыдущая операция длиннее последующей – чтобы обеспечить непрерывную работу, необходимо рассчитать, в какой момент времени нужно передать первую деталь на последующую операцию.

Длительность производственного цикла определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{пар-посл}} = n * \sum_{i=1}^m \frac{t_{\phi \partial i}}{c_i} - (n - p) * \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{\phi \partial i}}{c_i} \right)_{\text{кор}}, \quad (8)$$

где $\left(\frac{t_{\phi \partial i}}{c_i} \right)_{\text{кор}}$ – сумма коротких операционных циклов из каждой пары смежных операций.

Обратимся к примеру (рис. 6).

Длительность производственного цикла при параллельно-последовательном виде движения деталей в производстве:

$$T_{\text{пар-посл}} = 3 * (2/1 + 1/1 + 4/1 + 1,5/1) - (3 - 1) * (1/1 + 1/1 + 1,5/1) = 18,5 \text{ (мин.)}$$

Параллельно-последовательный вид движения деталей (изделий) обеспечивает работу оборудования и рабочего без перерывов. Производственный цикл при этом виде больше по сравнению с параллельным, но меньше, чем при последовательном.

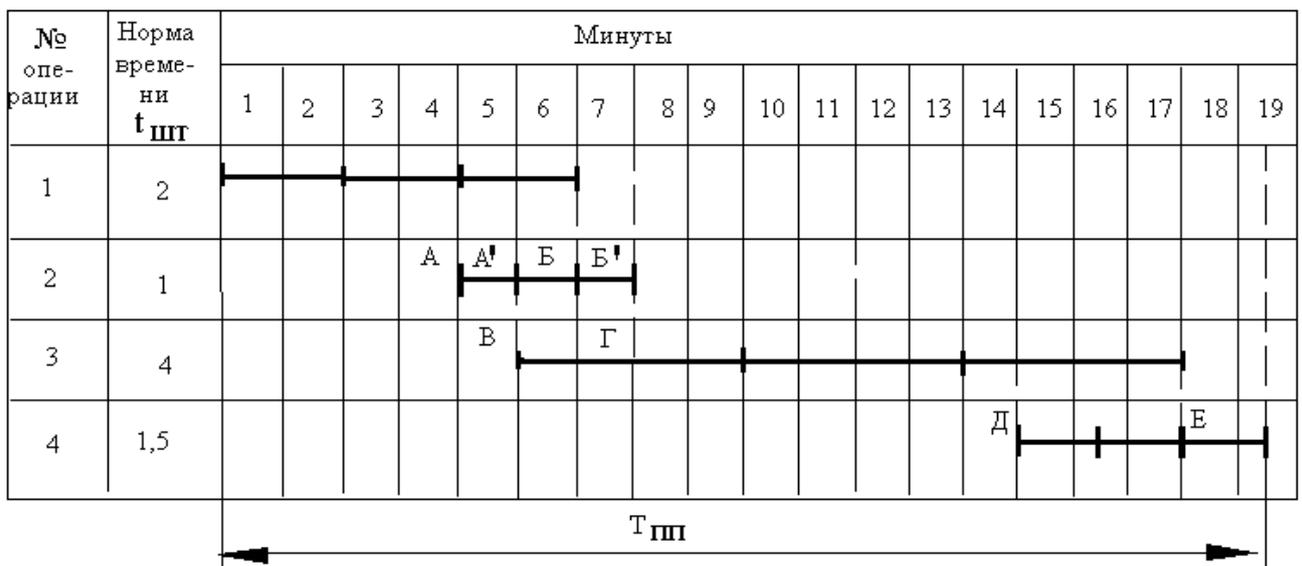


Рис. 6. Схема параллельного движения деталей в производстве

Тема 8. Методы организации производства

8.1. Основы непоточного производства

Под методом организации производства понимаются способы сочетания организации производственного процесса во времени и пространстве.

На машиностроительном предприятии в зависимости от организационного типа производства применяются следующие методы организации производственных процессов:

- непоточное (в единичном, мелкосерийном);
- поточное (в серийном и массовом);
- автоматизированное (в массовом и крупносерийном);
- гибкие производственные системы ГПС (в мелкосерийном производстве).

На выбор методов организации производства влияют различные факторы:

- размеры и масса изделия: чем крупнее изделие и больше его масса, тем труднее организовать поточное производство;

- количество изделий, подлежащих выпуску за определенный период: год, квартал, месяц, сутки: при выпуске небольшого количества изделий, как правило, нецелесообразно организовывать поточное производство (слишком велики капитальные затраты);

- периодичность выпуска изделий (выпуск может быть регулярным и нерегулярным). При регулярном выпуске, например, 20 изделий ежемесячно, целесообразно организовать поточное производство. Если регулярность неопределенная или изделия выпускают через разные периоды и в различных количествах, то приходится использовать непоточный метод организации производства;

- точность и шероховатость поверхности деталей: при высокой точности и малой шероховатости следует применять непоточный метод.

Непоточное производство характеризуется тем, что обработка отдельных деталей или партий деталей осуществляется на различных рабочих местах, не связанных между собой транспортными или другими коммуникационными системами.

На одном рабочем месте могут выпускаться разнообразные детали по разным операциям. Рабочие места оснащены универсальным оборудованием, разнообразной технологической оснасткой и инструментом. На таких работах, как правило, применяется труд опытных высококвалифицированных рабочих, которые могут самостоятельно выполнять работу данного технологического

профиля непосредственно по чертежам.

Согласование времени выполнения отдельных операций представляет большую сложность, поэтому применяется последовательный вид движения. Следовательно, происходит длительное пролеживание деталей между операциями, удлиняется производственный цикл обработки, замедляется оборачиваемость оборотных средств.

При организации непоточного производства осуществляется подбор деталей с одинаковым или сходным технологическим маршрутом и закрепление их за группами оборудования.

В результате классификации деталей по однородности технологических маршрутов создаются предметно замкнутые участки, где за определенным оборудованием закрепляются определенные операции по обработке различных деталей.

На практике различают следующие разновидности предметно замкнутых участков обработки деталей:

- 1) участки с одинаковыми или однородными технологическими процессами или маршрутами движения (например, обработка корпусов одного типа, но разных размеров);
- 2) участки по выпуску разнообразных деталей, сходных по конфигурации и операциям обработки (например, детали плоские, детали типа тел вращения и другие);
- 3) участки по изготовлению деталей, сходных по габаритам и операциям обработки (например, детали крупные, мелкие и т. д.);
- 4) участки по изготовлению деталей из материалов и заготовок определенного вида (ковок, штамповок, сплавов, пластмасс и т. д.).

Для организации работ таких участков необходимо рассчитать следующие календарно-плановые нормативы:

- размер партии деталей конкретного наименования;
- периодичность чередования партии деталей этого наименования;
- число партий по каждому наименованию деталей;
количество единиц оборудования по каждой операции производственного процесса и коэффициент его загрузки;
- пооперационный и поддетальный стандарт-план;
- продолжительность производственного цикла обработки партии деталей каждого наименования;
- нормативы заделов и незавершенного производства.

Важным моментом является определение размера обрабатываемой партии, то есть партии запуска. Партия подбирается так, чтобы затраты на ее обработку и потери, связанные с хранением в ожидании дальнейшей обработки, были минимальными. При этом учитываются емкость производственной тары, наличие производственных площадей для хранения, стойкость инструмента и другие факторы.

В основу расчетов календарно-плановых нормативов закладываются:

- программа выпуска деталей каждого наименования на плановый период;
- технологический процесс и нормы времени обработки деталей каждого наименования по конкретной операции;
- нормы подготовительно-заключительного времени на каждую операцию по каждому наименованию деталей;
- допустимые потери рабочего времени на переналадку и плановые ремонты оборудования;
- число рабочих дней в плановом периоде, продолжительность рабочей смены и режим работы.

8.2. Основы организации поточного производства

Поточной называется такая *форма организации производства*, которая основана на ритмичной повторяемости согласованных во времени и пространстве основных и вспомогательных операций, выполняемых на рабочих местах, расположенных на ходу технологического процесса.

Поточное производство характеризуется следующими основными признаками:

- 1) закреплением одного или ограниченного числа наименований изделий за определенной группой рабочих мест, а каждой отдельной операции – за определенным специализированным рабочим местом; этим обеспечивается соблюдение принципа специализации группы рабочих мест;
- 2) прямоточным по ходу технологического процесса расположением рабочих мест, что обеспечивает кратчайший путь движения при их обработке;
- 3) передача обрабатываемых изделий с операции на операцию с минимальными перерывами при помощи специальных транспортных средств конвейерного типа; это приводит к соблюдению принципа непрерывности;
- 4) параллельным выполнением операций на рабочих местах;
- 5) высокой степенью ритмичности выполненных отдельных операций и всего процесса в целом, то есть запуском в обработку и выпуском из обработки

изделий с определенным ритмом.

Все это позволяет широко применять специальную технологическую оснастку, оборудование и транспортные устройства, повышать степень механизации и автоматизации отдельных операций и всего процесса. Поточное производство сокращает длительность производственного цикла.

Для того чтобы выполнять эти условия, необходимо:

- расположить оборудование и рабочие места по ходу технологического процесса;

- непрерывно и равномерно перемещать предметы труда по рабочим местам поточной линии, с предыдущей операции на последующую, поштучно или небольшими партиями, по мере их обработки на предыдущей с помощью специальных транспортных средств;

- согласовать, то есть синхронизировать продолжительность выполнения всех технологических операций на линии.

При организации поточного производства соблюдение важнейших принципов организации производственных процессов характеризуется некоторыми особенностями.

Принцип пропорциональности выражается в том, что число рабочих мест на операциях должно быть пропорционально трудоемкости. В этом случае на каждой операции за определенный отрезок времени будет обрабатываться одинаковое количество деталей.

Принцип ритмичности характеризуется тем, что за один и тот же промежуток времени изготавливается одинаковое количество деталей. Промежуток времени, отделяющий выход одной детали от другой называется **тактом** потока.

Ритмичность достигается технологической или организационной синхронизацией потока. Технологическая синхронизация предусматривает равенство или кратность времени выполнения каждой операции такту. Организационная синхронизация предусматривает выпуск одинакового числа деталей на каждой операции за какой-то промежуток времени, называемый **периодом комплектования задела**.

Принцип параллельности характеризуется тем, что обработка деталей на всех операциях осуществляется одновременно. Данный принцип предусматривает параллельное движение изделий, при котором они передаются по операциям поштучно либо небольшими транспортными партиями.

Принцип непрерывности проявляется в виде непрерывного (без

межоперационного пролеживания) движения изделий по операциям при непрерывной работе рабочих и оборудования. Подобные линии называются непрерывно-поточными. Непрерывность является прямым следствием принципа пропорциональности, в частности равной производительности на всех операциях линии. Если такого равенства нет, то линия называется прерывно-поточной, или прямоточной.

Эффективность поточного метода организации производства выражается в повышении производительности труда, увеличении выпуска продукции, сокращении продолжительности производственного цикла обрабатываемой продукции, снижении использования производственных площадей, меньшем числе межцеховых и цеховых кладовых, экономии материалов, снижении себестоимости продукции и т. д.

К числу основных факторов, влияющих на повышение эффективности поточного производства, относятся следующие:

- применение в потоке передовой технологии и техники и оптимальных режимов работы оборудования приводит к снижению трудоемкости процессов производства;

- ликвидация простоев рабочих из-за переналадок оборудования, неравномерной загрузки, непропорциональности мощностей рабочих мест;

- освобождение рабочих от затрат излишнего и тяжелого физического труда (доставка на рабочие места материалов и полуфабрикатов, а также дальнейшее перемещение предметов труда осуществляются с помощью специальных транспортных средств);

- выполнение одной и той же операции или ее части в течение длительного времени позволяет рабочим приобретать производственные навыки;

- повышение точности заготовок и материалов, в результате чего сокращается время на обработку и изготовление продукции.

На снижение себестоимости влияют следующие факторы:

- экономное расходование материалов и увеличение выпуска продукции в результате интенсификации процессов;

- наиболее полное использование оборудования, зданий и сооружений благодаря целесообразной планировке оборудования, непрерывности и равномерности процессов производства, пропорциональности мощностей и сведения простоев оборудования до минимума;

- благодаря повышению производительности труда и снижению трудоемкости продукции обеспечивается сокращение заработной платы на

производство единицы продукции;

- рациональный выбор материалов, установление более экономичных размеров, допусков и припусков на полуфабрикаты, применение наиболее эффективного централизованного метода раскрытия с учетом максимального использования отходов производства позволяют уменьшить затраты на основные материалы и полуфабрикаты;

- применение технико-обоснованных типов и размеров инструментов, оптимальных скоростей, установленных режимов работы оборудования, организации принудительной смены и централизованной заточки позволяет сократить удельные расходы инструментов;

- тщательная разработка технологического процесса, постоянство применения материалов и режимов работы, освоение рабочими технологических процессов позволяют сократить брак в производстве продукции.

Внедрение поточного производства приводит к значительному сокращению продолжительности производственного цикла, уменьшению заделов и общего объема незавершенного производства.

Вместе с тем для поточного производства характерны и некоторые недостатки, к числу которых относятся: узкая специализация работников, монотонность труда, жесткая регламентация их деятельности. Данные особенности отрицательно сказываются на уровне производительности труда, обуславливают высокую текучесть кадров, понижают заинтересованность рабочих в результатах своего труда.

Для организации поточного производства необходимы достаточно высокий объем производства, устойчивость номенклатуры выпускаемых изделий, высокая технологичность и стабильность конструкций, современный уровень применяемой техники и технологии производства, налаженная система материально-технического обеспечения производства, возможность синхронизации длительности технологических операций.

8.3. Организация автоматизации производства

Автоматизация производства – процесс, при котором функции по управлению производством и контролю за ним, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Автоматизация – основа развития современной промышленности, генеральное направление научно-технического прогресса.

Автоматизированное производство – это такое производство, которое

позволяет за короткое время и при минимальных затратах на том же оборудовании, не прерывая производственного процесса и не останавливая оборудования, по мере необходимости переходить на выпуск новой продукции произвольной номенклатуры в пределах технических возможностей и технического назначения оборудования.

Можно выделить следующие преимущества автоматизации производства:

- повышается мобильность производства;
- сокращаются сроки освоения новой продукции;
- повышается производительность труда;
- сокращается производственный цикл;
- снижаются затраты на производство.

Комплексно-механизированное и автоматизированное поточное производство – это система машин, оборудования, транспортных средств, обеспечивающая строгое согласование во времени всех стадий изготовления изделий, начиная от получения исходных заготовок и кончая контролем (испытанием) готового изделия и выпуска продукции через равные промежутки времени.

Цель автоматизации производства заключается в повышении эффективности труда, улучшении качества выпускаемой продукции, в создании условий для оптимального использования всех ресурсов производства. Различают частичную, комплексную и полную автоматизацию производства.

При **частичной автоматизации** часть функций по управлению производством автоматизирована, а часть выполняется рабочими-операторами (полуавтоматические комплексы). Как правило, такая автоматизация осуществляется в тех случаях, когда управление процессами из-за их сложности или скоротечности практически недоступно человеку.

Комплексная автоматизация – это когда все функции по управлению автоматизированы, рабочие-операторы только налаживают технику и контролируют ее работу (автоматические комплексы). При комплексной автоматизации должна применяться такая система машин, оборудования и вспомогательной техники, при которой процесс превращения исходного материала в готовый продукт происходил бы без физического вмешательства человека.

Полная автоматизация производства – высшая ступень автоматизации, которая предусматривает передачу всех функций управления и контроля комплексно-автоматизированным производством автоматическим системам управления.

Автоматизация производства в машиностроении и радиоэлектронном приборостроении развивается в направлении создания автоматических станков и агрегатов, автоматизированных и автоматических поточных линий, автоматизированных и автоматических участков, цехов и даже заводов.

Автоматическая линия – система согласованно работающих и автоматически управляемых станков (агрегатов), транспортных средств и контрольных механизмов, размещенных по ходу технологического процесса, с помощью которых обрабатываются детали или собираются изделия по заранее заданному технологическому процессу в строго определенное время (такт автоматической линии).

Роль рабочего на такой линии сводится лишь к наблюдению за ее работой, к наладке и подналадке отдельных механизмов, а иногда к подаче заготовки на первую операцию и снятию готового изделия на последней операции. Это позволяет рабочему управлять большим числом машин и механизмов.

Автоматические линии классифицируются по основным признакам их эксплуатации:

- 1) синхронные (жесткие) и несинхронные (гибкие);
- 2) спутниковые и бесспутниковые;
- 3) сквозные и несквозные;
- 4) ветвящиеся и неветвящиеся.

Синхронная (жесткая) автоматическая линия – линия, в которой изделия загружаются, обрабатываются, разгружаются и передаются от станка к станку одновременно или через кратные промежутки времени. Такие линии не имеют межоперационных активных заделов, поэтому в случае выхода из строя одного из станков все другие выключаются, и линия простаивает.

Несинхронная (гибкая) автоматическая линия – это линия, в которой изделия обрабатываются и передаются от станка к станку не одновременно, а через межоперационные накопители. В этих линиях имеются межоперационные активные заделы. В случае выхода из строя любого станка все другие продолжают работу до полного использования межоперационных заделов или отсутствия мест для их хранения. Активные заделы могут храниться на транспортерах или накопителях.

Спутниковая автоматическая линия – это линия, в которой заготовки базируются, обрабатываются и транспортируются на приспособлениях, называемых спутниками. В транспортную систему таких линий кроме межоперационного транспорта могут входить транспортеры для возврата

спутников с конца в начало линии.

Важным показателем конструкции транспортной системы и оборудования является *способ транспортирования*, который может быть *сквозным* (через зону обработки) и *несквозным*.

Сложность автоматической линии характеризуется организацией транспортного потока, который может быть ветвящимся или неветвящимся. В *автоматической линии с ветвящимся потоком* обрабатываемых заготовок поток делится хотя бы на одной операции на несколько, и обработка производится на параллельно работающих станках. В этих линиях применяются делители потока, транспортеры-распределители и другие устройства. В *неветвящихся автоматических линиях* поток обрабатываемых изделий не делится, обработка на каждой операции производится на одном станке.

В современных условиях развития автоматизации производства особое место отводится использованию промышленных роботов. **Промышленный робот** – это механическая система, включающая манипуляционные устройства, систему управления, чувствительные элементы и средства передвижения. С помощью промышленных роботов можно объединять технологическое оборудование в отдельные роботизированные технологические комплексы (РТК) различного масштаба, не связанные жестко планировкой и числом комплектующих агрегатов.

Принципиальными отличиями робототехники от традиционных средств автоматизации являются их широкая универсальность (многофункциональность) и гибкость (мобильность) при переходе на выполнение принципиально новых операций.

Промышленные роботы находят применение во всех сферах производственно-хозяйственной деятельности. Они успешно заменяют тяжелый, утомительный и однообразный труд человека, особенно при работе в условиях вредной и опасной для здоровья производственной среды. Роботы способны воспроизводить некоторые двигательные и умственные функции человека при выполнении ими основных и вспомогательных производственных операций без непосредственного участия человека. Для этого их наделяют некоторыми способностями: слухом, зрением, осязанием, памятью и т. д., а также способностью к самоорганизации, самообучению и адаптации к внешней среде.

Промышленный робот – перепрограммируемая автоматическая машина, применяемая в производственном процессе для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям человека, при перемещении предметов труда

или технологической оснастки.

Роботы первого поколения (автоматические манипуляторы), как правило, работают по заранее заданной «жесткой» программе, например в непосредственной связи со станками, оснащенными ЧПУ. Роботы второго поколения имеют системы адаптивного управления, представленные различными сенсорными устройствами (например, техническим зрением, захватами руками и др.) и программами обработки сенсорной информации. Роботы третьего поколения обладают искусственным интеллектом, позволяющим выполнять самые сложные функции при замене в производстве человека. Разнообразие производственных процессов и условий производства предопределяется наличием различных роботизированных технологических комплексов – ячеек, участков, линий и т. д.

8.4. Организационно-технические особенности создания и эксплуатации гибких производственных систем

В отличие от поточных и автоматических линий, специализирующихся только на изготовлении определенного вида изделий, гибкие производственные системы (ГПС) обеспечивают выпуск серийных и мелкосерийных изделий дискретными партиями, номенклатура и размеры которых могут меняться во времени. При этом использование ГПС в многономенклатурном производстве должно способствовать сохранению отличительных особенностей и преимуществ массового производства (непрерывности и ритмичности) и существенному повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции при сокращении численности рабочих-операторов.

ГПС отличаются от технических систем, состоящих из универсального оборудования и автономно работающих станков с ЧПУ, и от производств, оборудованных станками-автоматами и полуавтоматами в линии (автоматические и автоматические роторные линии и др.) с механической связью. От производств, оснащенных универсальным оборудованием и станками с ЧПУ, ГПС отличаются высокой производительностью оборудования и труда за счет того, что одновременно могут выполнять много операций производственного процесса с одной установки обрабатываемого предмета труда, а также работать в автоматическом режиме круглосуточно. От автоматических линий ГПС отличаются гибкостью в широком смысле слова, что позволяет обрабатывать изделия широкой номенклатуры и быстро менять объекты производства.

В соответствии с ГОСТ 26229 *гибкая производственная система (ГПС)*

(гибкое автоматизированное производство – ГАП) – это совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

Периоды развития ГАП:

- 1-й период – 60-е – 70-е гг. – разработка и проверка базисных принципов создания;
- 2-й период – 80-е гг. – разработка и создание элементной техники и технологии;
- 3-й период – 90-е гг. – разработка и создание системы комплексов ГП.

Наибольшее распространение получили ГАП в механообработке. Здесь сформировались типичные структуры – модули, объединяемые в линии или участки с помощью транспортно-складских систем. Состав модуля включает:

- обрабатывающий центр;
- накопитель паллет или кассет и средства ЧПУ.

Сравнительные данные по использованию ГАП в различных технологиях:

- металлообработка резанием – 50 %;
- металлообработка формовкой – 21 %;
- сварка – 12 %;
- сборка – 5 %;
- остальные технологии – 12 %.

Сложнее всего происходит внедрение ГАП в сборочное производство, это связано:

- со сложностью и разнообразием объектов сборки и необходимой для этой сборки оснастки;
- коротким циклом операций сборки;
- нежесткостью или упругостью деталей;
- необходимостью в настройке, подгонке и учете малых допусков в сочленении деталей.

В сборочных ГАП центральным компонентом являются роботы с развитой сенсорикой и высоким уровнем машинного интеллекта, что влияет на увеличение уровня затрат при создании ГАП сборки. Поскольку роботы с интеллектуальными средствами управления еще не получили широкого

распространения, то приходится резко повышать затраты на периферийное оборудование и оснастку, создавая условия для применения более простых роботов. При этом стоимость оснастки и периферии составляет до 70 % от общей стоимости сборочного модуля. Далее будут более подробно рассмотрены экономические и социальные аспекты использования роботов. Однако ГАП не является эффективным для любых типов производств.

В настоящее время роботы в основном применяются при операциях транспортирования, сборки, обслуживания обрабатывающего оборудования, сварки и контроля. С точки зрения вычислительной нагрузки на управляющую ЭВМ производственные операции можно подразделить на два вида:

- информационно простые операции, к ним относятся операции переноса большого числа предметов или тяжелых предметов;
- информационно сложные операции (сборки и контроля).

Основным направлением совершенствования роботов является развитие применения микро-ЭВМ с 8, 16 и 32-разрядными микропроцессорами, развитыми операционными системами и языками программирования высокого уровня. Перспективным направлением является использование аналоговых микропроцессоров, то есть больших интегральных схем, где в одном кристалле реализованы как цифровые элементы – микропроцессор, так и цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, схемы управления периферийными устройствами.

Для реализации высоконадежных систем управления роботами все больше находят применение адаптивные микропроцессоры с БИС (большая интегральная схема), так как в этих устройствах имеются резервные узлы, средства диагностики отказов и самовосстановления, реализующие адаптивные внутренние связи, способствующие увеличению надежности роботоориентированных вычислительных устройств до показателей, отвечающих производственным требованиям.

Обладая широкой гибкостью, ГПС обеспечивает высокую производительность оборудования, приближающуюся к уровню производительности автоматических линий и линий, скомпонованных из специализированных станков.

Основной показатель ГПС – степень гибкости – может быть определен затрачиваемым временем или количеством необходимых дополнительных расходов при переходе на выпуск изделий определенного наименования, а также широтой номенклатуры выпускаемой продукции. Степень гибкости производственной системы – не однозначный, а многокритериальный

показатель.

Характерные элементы гибкости:

а) на уровне модуля обработки (станка):

- способность выполнять различные операции для одной и той же детали;
- способность выполнять одинаковые или различные операции для разных деталей;
- способность самонастройки при возникновении критической ситуации (например, изменение толщины срезаемого металла, поломка режущего инструмента и т. д.);
- способность самоконтроля выполненных операций (например, диаметр отверстий) и последующего принятия решений;
- способность заменять те модули обработки, которые вышли из строя;
- способность самоуправления некоторыми из общепринятых устройств (электронный щуп, устройство контроля инструмента, устройство очистки паллет и т. д.);

б) на уровне модуля перемещения:

- способность обслуживать разные пункты в различных последовательностях;
- способность перемещения различных деталей;
- способность функционировать как автоматически, так и в ручном режиме;

в) на уровне модуля управления (центрального):

- способность управлять системой с целью приспособления ее к различным производственным номенклатурам;
- способность оптимизировать применение обрабатывающих машин как в нормальных условиях, так и при возникновении поломок и неисправностей;
- способность взаимодействия (диалога) со всеми местными средствами автоматизации (станкам, системам транспортировки и т. д.), обеспечивая для них выдачу информации или каких-либо средств (например, инструментов) с целью обеспечения функционирования системы при изменении стратегии производства;

г) на уровне системы в целом:

- возможность увеличения производственной мощности и наращивания средств автоматизации в различные периоды, в

зависимости от нужд предприятия и посредством только добавления модулей;

- допустимость неисправностей на большей части из всех модулей системы (резервирование);
- возможность подсоединения системы к системам центральных ЭВМ предприятия;
- в зависимости от количества выпускаемой продукции и ее номенклатуры системы могут приобретать соответствующие характеристики.

Так, при широкой номенклатуре и невысоких количествах отдельных видов продукции будем иметь систему, ориентированную на обрабатывающие центры с максимальной гибкостью и относительно ограниченной производительностью.

Узкая номенклатура продукции и большие количества отдельных видов продукции означают, что система будет ориентирована главным образом на высокую производительность при некоторых потерях своей гибкости.

Наилучший путь, по которому следует идти при выборе какой-либо гибкой системы, – это постепенный переход от простой, очень гибкой системы к способной расти и увеличивать производительность, которая будет ступень за ступенью расширяться в зависимости от требований производства данного предприятия.

Исходя из конкретно решаемой задачи ГПС выдвигаются различные аспекты гибкости:

1) машинная гибкость – простота перестройки технологического оборудования для производства заданного большого количества изделий каждого наименования;

2) технологическая гибкость – способность системы производить заданное большое количество деталей каждого наименования при различных вариантах технологического процесса;

3) структурная гибкость – возможность расширения ГПС за счет введения новых дополнительных технологических модулей, а также объединения нескольких систем в единый комплекс;

4) гибкость по объему выпуска – способность системы экономично изготавливать изделия каждого наименования при разных объемах партий запуска; может быть охарактеризована минимальным размером партии, при котором использование системы остается экономически эффективным;

5) гибкость по номенклатуре – способность системы к обновлению

выпуска продукции; характеризуется сроками и стоимостью подготовки производства деталей нового наименования. В мелкосерийном производстве в качестве показателя гибкости номенклатуры можно принять максимальный коэффициент обновления продукции, при котором использование системы остается экономически эффективным.

Перечисленные виды гибкости тесно связаны между собой и улучшение одного показателя гибкости может вызвать ухудшение другого.

В общем виде под ГПС понимается автоматизированное производство, построенное на современных технических средствах (станках с ЧПУ, роботизированных технологических комплексах, гибких производственных модулях, транспортно-накопительных и складских системах и др.), способное обеспечивать выпуск продукции широкой номенклатуры, однородной лишь по своим основным конструктивным и технологическим параметрам и способное безынерционно переходить на выпуск новых изделий любого наименования. Основными элементами производственно-технологической части ГПС являются: гибкий производственный модуль (ГПМ), роботизированный технологический комплекс (РТК), система обеспечения функционирования.

Гибкий производственный модуль – это единица технологического оборудования с ЧПУ для производства изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик, автономно функционирующая, автоматически осуществляющая все функции, связанные с изготовлением продукции и имеющая возможность встраиваться в более сложную ГПС.

В состав ГПМ входят специальное технологическое оборудование (от одного до трех станков с ЧПУ); контрольно-измерительная аппаратура и установки; промышленные роботы и манипуляторы; средства автоматизации технологического процесса; средства идентификации деталей, заготовок, инструмента и оснастки.

Роботизированный технологический комплекс – это совокупность единиц технологического оборудования от трех до десяти станков с ЧПУ, роботов и средств их оснащения. Этот комплекс автономно функционирует и осуществляет многократные циклы. Предназначенные для работы в ГПС роботизированные комплексы должны иметь автоматизированную переналадку и возможность встраиваться в ГПС. В качестве средств оснащения эти комплексы могут быть устройствами накопления, ориентации, поштучной выдачи объектов производства и др.

Таким образом, основными характеристиками ГПМ и РТК являются:

способность работать автономно, без участия человека; способность автоматически выполнять все основные и вспомогательные операции производственного процесса; гибкость, удовлетворяющая требованиям единичного и мелкосерийного производств; простота наладки и возможность устранения отказов основного оборудования и системы управления; совместимость с оборудованием традиционного и гибкого производства; высокая экономическая эффективность при правильной эксплуатации.

Основными классификационными признаками ГАП являются:

- масштабность структуры;
- сфера использования (по группам отраслевых производств, видам работ, массе и габаритам продукции);
- технический уровень (гибкость, степень автоматизации, рост производительности).

По масштабности ГАП разделяется на:

1. Гибкий производственный модуль (ГПМ).

Единица технологического оборудования для производства изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик с программным управлением, автономно функционирующая, автоматически осуществляющая все функции, связанные с их изготовлением, имеющая возможность встраивания в гибкую производственную систему.

2. Гибкая производственная система (ГПС).

Совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение указанного интервала времени, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

3. Гибкая автоматизированная линия (ГАЛ).

Гибкая производственная система, в которой технологическое оборудование расположено в принятой последовательности технологических операций.

4. Гибкий автоматизированный участок (ГАУ).

Гибкая производственная система, функционирующая по технологическому маршруту, в котором предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

5. Гибкий автоматизированный цех (ГАЦ).

Гибкая производственная система, представляющая собой в различных сочетаниях совокупность гибких автоматизированных линий, роботизированных технологических комплексов, гибких автоматизированных участков, роботизированных технологических участков для изготовления изделий заданной номенклатуры.

6. Гибкий автоматизированный завод (ГАЗ).

Гибкая производственная система, представляющая собой совокупность ГАЦ.

По *степеням автоматизации* ГПС подразделяются на гибкие производственные комплексы (ГПК) и гибкие автоматизированные производства (ГАП).

ГПК определяется как ГПС, состоящая из нескольких ГПМ, объединенных автоматизированной системой управления и автоматизированной транспортно-складской системой, автономно функционирующая в течение заданного интервала времени и имеющая возможность встраивания в систему более высокой системы автоматизации.

ГАП представляет собой ГПС, состоящую из одного или нескольких ГПК, объединенных автоматизированной системой управления и транспортно-складской системой.

Роботизированный технологический комплекс (РТК).

Совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы. РТК, предназначенные для работы в ГПС, должны иметь автоматизированную переналадку и возможность встраивания в систему. Средствами оснащения РТК могут быть: устройства накопления, ориентации, поштучной выдачи объектов производства и другие средства, обеспечивающие функционирование РТК.

Система обеспечения функционирования ГПС.

Это совокупность в общем случае 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.

В общем случае в систему обеспечения функционирования ГПС входят:

- автоматизированная транспортно-складская система (АТСС);
- автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО);
- система автоматизированного контроля (САК);

- автоматизированная система удаления отходов (АСУО);
- автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП);
- автоматизированная система научных исследований (АСНИ);
- система автоматизированного проектирования (САПР);
- автоматизированная система технологической подготовки производства (АС ТПП);
- автоматизированная система управления (АСУ) и т. д.;
- автоматизированная транспортно-складская система (АТСС).

По гибкости ГПС делятся на системы:

а) высокой гибкости, у которых номенклатура продукции, приведенная на один обрабатывающий модуль, превышает 100 наименований. Затраты времени на переналадку для обработки новой детали в пределах группы – не более 10 % полезного фонда времени работы⁴

б) средней гибкости – номенклатура продукции, приведенная на один модуль, 20–100 наименований. Затраты времени на переналадку – 20 %;

в) малой гибкости – номенклатура – до 20 наименований; затраты времени на переналадку – более 20 %.

По степени автоматизации ГПС делятся на системы:

а) высокой (высшей) степени – автоматическое управление и трехсменный режим работы;

б) средней степени – непрерывное автоматизированное управление при многостаночном обслуживании с коэффициентом многостаночности более 2;

в) малой степени – коэффициент многостаночности – не более 2.

Высокая степень гибкости производственных систем и дополнительные затраты, необходимые для их внедрения, требуют тщательного и всестороннего анализа экономической эффективности их использования.

Экономический эффект внедрения ГПС не всегда можно определить простым сравнением только стоимости и других показателей основного оборудования и агрегатов. Попытки применить традиционные формулы для подсчета экономической эффективности внедрения ГПС часто приводят к отрицательному результату. Объединение в одной системе металлообработки, контроля качества, транспортировки и др. не просто складывает, а нелинейно увеличивает экономический эффект.

Опыт показывает, что эффективность ГПС возрастает с годами в течение определенного периода после первоначальных капитальных вложений.

Это результат следующих факторов:

- 1) приобретения опыта эксплуатации ГПС;
- 2) ранее внедренные ГПС позволят обновлять производство за счет совершенствования ЭВМ, программного обеспечения и отчасти станков (повышение скорости обработки данных, увеличение объема памяти ЭВМ, развитие микропроцессорной техники и т. д.);
- 3) гибкость ГПС позволяет наращивать производственные мощности постепенно, поэтапно, обрабатывать одновременно несколько разных деталей;
- 4) ГПС позволяет совершенствовать конструкцию изделия практически без дополнительных капиталовложений, связанных с изменением конструкций.

Опыт показывает, что затраты по внедрению первой ГПС значительно выше и сокращаются с внедрением каждой последующей системы.

Полностью оценить эффективность внедрения ГПС возможно только при всесторонней оценке их технических, организационных, экономических преимуществ и социальных последствий.

Для обеспечения эффективности ГПС выделяют две группы организационных задач:

- организацию взаимодействия ГПС со смежными подразделениями предприятия;
- организацию производственного процесса в самой ГПС.

Производительность оборудования ГПС оценивают как степень использования фонда времени оборудования, входящего в ее состав.

Таким образом, мы должны четко понимать, что гибкие производственные системы – это относительно молодое направление в промышленности, поэтому существует много перспективных направлений совершенствования как самих систем, так и систем функционирования ГПС. Это является важным фактом, так как на менее простое с невысокой степенью гибкости ГАП увеличиваются затраты для того, чтобы сделать систему более эффективной, сократить время на переналадку для обработки изделий разной номенклатуры.

Также существует проблема ограниченной универсальности в использовании. ГПС не могут применяться на всех видах производств, хотя применение таких систем, если бы их можно было адаптировать, существенно сократило бы производственные циклы, усовершенствовало сам технологический и производственный процесс в целом, увеличило производительность с наименьшими на это затратами.

Из всего этого следует вывод: то, что сегодня называется гибкой системой производства, – это лишь начало эволюции данного вида

автоматического оборудования в промышленности.

Тема 9. Теоретические аспекты поточного метода организации производства

9.1. Классификация поточных линий

Основным элементом поточного производства является *поточная линия*, которая представляет собой совокупность рабочих мест, расположенных по ходу технологического процесса и предназначенная для выполнения строго закреплённых за ними операций.

Производительность всей поточной линии определяется производительностью *ведущей машины* производственного процесса. Ее определяют такие ведущие процессы труда, выполнение которых максимально приближает полуфабрикат к стадии готового продукта. С помощью ведущего оборудования происходят основные изменения в сырье, полуфабрикатах, превращающие предмет труда в готовый продукт. Например, в машиностроительном производстве на заготовительной стадии ведущим оборудованием являются литейные машины, прессы, на обрабатывающей стадии – металлорежущие станки, на сборочной стадии – сборочный стенд.

Производительность поточной линии определяется производительностью ведущего оборудования. Это означает, что, исходя из производительности ведущей машины, устанавливают производственные задания каждому рабочему месту потока.

Производственное задание представляет то количество предметов труда (сырья, полуфабрикатов), которое должно быть обработано для обеспечения полной загрузки ведущей машины поточной линии, то есть для бесперебойной работы ведущего оборудования или для выполнения сменного задания.

Поточные линии могут быть организованы в условиях серийного и массового производства в разнообразных видах в зависимости от тех или иных конкретных условий. Они многообразны и классифицируются по ряду признаков:

1. *По типу производства*: однопредметные и многопредметные. **Однопредметные поточные линии** – это линии, на которых постоянно выпускается один вид продукции в большом количестве в течение длительного периода времени.

Характерные черты однопредметных поточных линий:

- а) производство одного вида продукции в течение длительного периода времени до смены объекта производства на заводе;
- б) постоянно действующий, несменяемый технологический процесс;

в) большой масштаб производства однотипной продукции.

Эти линии, как правило, применяются в условиях массового или крупносерийного производства.

Многопредметные поточные линии – это линии, на которых изготавливают продукцию (изделия) разного ассортимента, сходную в технологическом отношении. На таких поточных линиях используются одни и те же рабочие, одно и то же оборудование, причем продукция изготавливается путем периодического переключения с производства одного вида изделий на другой. Такой переход от выработки одного вида продукции к другому приводит к изменению режима работы оборудования. При этом часть оборудования исключается из потока, а часть вводится в него.

Существуют следующие формы многопредметных поточных линий:

– **групповые** – это линии, на которых обрабатывается несколько изделий разных наименований по групповой технологии и с использованием групповой оснастки либо одновременно, либо поочередно, но без переналадки оборудования (рабочих мест).

Примером групповой поточной линии может служить производство сменно-запасных деталей к судовым двигателям, механизмам;

– **переменно-поточная** – это линия, на которой обрабатывается несколько конструктивно-однотипных изделий разного наименования, обработка ведется поочередно через определенный интервал времени с переналадкой рабочих мест (оборудования) или без их переналадки. В период изготовления предметов определенного наименования такая линия работает по тем же принципам, что и однопредметная.

Поточная линия может быть прямолинейной, прямоугольной, круговой, кольцевой, овальной. Более правильной считается прямая или кольцевая конфигурация поточной линии. При большом количестве оборудования и рабочих мест их размещают в несколько параллельных линий, но так, чтобы не было возвратных и пересекающихся линий движения предметов труда.

2. *По степени прерывности процесса:* непрерывные и прерывные. На первых линиях движение изделий по операциям осуществляется непрерывно (без межоперационного прослеживания) при непрерывной (без простоев) работе рабочих и оборудования. Предметы труда с операции на операцию непрерывно передаются поштучно или небольшими транспортными партиями с помощью механизированных или автоматизированных транспортных средств (конвейеров) через одинаковый промежуток времени, равный такту или ритму потока. При этом время выполнения всех операций технологического процесса

на данном рабочем месте должно быть равно или кратно такту (ритму). Такой технологический процесс принято называть синхронизированным.

Непрерывно-поточные линии используются на всех стадиях производства. Особенно большое распространение они получили в сборочных процессах, где преобладает ручной труд, поскольку его организационная гибкость позволяет разделить технологический процесс на операции, добиваясь полной синхронизации.

Непрерывно-поточными могут быть как одно-, так и многопредметные поточные линии.

Непрерывно-поточное производство может быть двух видов – постоянно-поточное и переменнo-поточное.

Прерывными называются поточные линии, в которых не обеспечивается полная непрерывность движения предметов труда, так как не соблюдается условие синхронизации операций на всех рабочих местах. Загрузка оборудования и рабочих мест на таких линиях недостаточно равномерна. На отдельных рабочих местах, имеющих меньшую длительность операций, происходит накапливание полуфабрикатов.

Прерывно-поточными также могут быть одно- и многопредметные поточные линии. Они создаются, когда отсутствуют равенство или кратность длительности операций такту и полная непрерывность производственного процесса не достигается. Для поддержания непрерывности процесса на наиболее трудоемких операциях создаются межоперационные оборотные заделы.

Прерывно-поточные однопредметные линии наиболее широко применяются в механообрабатывающих цехах массового и крупносерийного производства, а прямопоточные многопредметные – в механообрабатывающих цехах серийного и мелкосерийного производства.

3. *По способу поддержания ритма движения:* линии с регламентированным и свободным ритмом.

Регламентированный (принудительный) ритм работы поддерживается с помощью конвейеров и световой сигнализации.

Линии с регламентированным ритмом характерны для непрерывно-поточного производства. Здесь ритм поддерживается с помощью конвейеров, перемещающих предметы труда с определенной скоростью, или с помощью световой или звуковой сигнализации при отсутствии конвейеров.

Линии со *свободным ритмом* не имеют технических средств, регламентирующих ритм работы линий, а необходимый ритм обеспечивается

непосредственно рабочим на данной линии. Эти линии применяются при любых формах потока (непрерывной и прерывной), и соблюдение ритма в этом случае возлагается непосредственно на работников данной линии. Его величина должна соответствовать расчетной средней производительности за определенный период времени (час, смену).

4. По уровню механизации процессов различают автоматические и полуавтоматические поточные линии.

Полуавтоматические поточные линии агрегатированы из специальных станков-полуавтоматов (с последовательным, последовательно-параллельным и параллельным агрегатированием).

Автоматические поточные линии характеризуются объединением в единый комплекс технологического и вспомогательного оборудования и транспортных средств, а также автоматическим централизованным управлением процессами обработки и перемещения предметов труда. На этих линиях все технологические, вспомогательные и транспортные процессы полностью синхронизированы и действуют по единому такту (ритму).

Важной особенностью поточного производства является высокая автоматизация не только технологических операций, но и межоперационного транспорта.

Применяемые здесь транспортные средства выполняют не только функцию перемещения предметов труда с одного рабочего места на другое, но часто и функцию поддержания принятого такта работы поточной линии.

Выбор характера транспортных средств ведется на основе экономического расчета с учетом ряда факторов, к главнейшим из которых относятся:

- форма организации поточной линии;
- конструктивные особенности предмета труда (габариты, масса);
- особенности технологического процесса.

Все транспортные средства, применяемые в поточном производстве, делятся на *приводные* (подключаются к двигателю) и *бесприводные*.

Наиболее распространенными в поточном производстве приводными транспортными средствами являются транспортеры и конвейеры, а из бесприводных – склизы, скаты, спуски, подъемно-транспортные средства (краны и др.).

Склизы представляют собой накопительные лотки, по которым предметы труда скатываются под действием собственного веса.

Транспортер – это приводное транспортное средство, облегчающее и

ускоряющее перемещение предметов труда с одного рабочего места на другое.

Конвейер – это транспортное средство, которое не только перемещает предметы труда с одной операции на другую, но и регламентирует такт потока и распределяет работу между параллельными рабочими местами, в случае когда на одной операции несколько рабочих мест.

В поточном производстве применяются конвейеры самых разнообразных типов и видов:

- ленточные – представляют собой бесконечную ленту;
- пластинчатые – позволяющие осуществлять технологические операции на самом конвейере;
- тележные – перемещающие тяжелые детали по рельсовому пути около рабочего места;
- другие: подвесные, канатные, цепные, поворотные, напольные, роликовые.

Все конвейеры подразделяются на две основные группы: рабочие (технологические) и распределительные.

Рабочие конвейеры осуществляют межоперационное транспортирование изделий и служат местом выполнения технологических операций, поддерживают заданный ритм потока. При этом они могут быть непрерывного и периодического действия.

Распределительные конвейеры осуществляют межоперационное транспортирование предметов труда или изделий и их распределение по рабочим местам. Выполнение операций в этом случае выполняется вне конвейера.

9.2. Однопредметные непрерывно-поточные линии и их календарно-плановые нормативы

Однопредметная непрерывно-поточная линия (ОНПЛ) – поточная линия, на которой обрабатываются предметы труда одного наименования и продолжительность одной операции кратна или равна такту.

ОНПЛ – это наиболее совершенная форма организации поточного производства, при которой:

- нормы времени выполнения операций равны или кратны такту;
- предметы труда перемещаются с одного рабочего места на другое без пролеживания (как правило, используется параллельный вид движения деталей);

- каждая операция закреплена за определенным рабочим местом, то есть характерна узкая специализация рабочих мест;
- рабочие места расположены в порядке последовательности рабочего процесса.

Для правильной организации поточных линий и рационального планирования их работы необходимы обоснованные расчеты основных параметров, характеризующих поточные линии.

При проектировании таких линий рассчитываются следующие календарно-плановые нормативы:

1. **Такт потока** – промежуток времени, отделяющий запуск заготовки или выход одной готовой детали от другой:

$$T = \frac{F_{\partial}}{A}, \quad (9)$$

где F_{∂} – действительный фонд времени работы линии за какой-либо календарный период (сутки, месяц), ч;

A – объем производства или выпуск деталей за тот же период, шт.

Такт показывает тот интервал времени, через который на конвейер запускается очередной предмет либо выпускается с конвейера уже изготовленное или собранное изделие.

2. **Ритм потока** – промежуток времени, отделяющий выход одной готовой партии от другой:

$$R = n \cdot \tau, \quad (10)$$

где n – величина транспортной партии, шт.

3. **Темп потока** – количество деталей, изготавливаемых в единицу времени:

$$\tau = \frac{A}{F_{\partial}} = \frac{1}{\tau}. \quad (11)$$

4. **Число рабочих мест на потоке по каждой операции** (бывает расчетное и принятое):

$$C_{p_i} = \frac{t_{\partial \partial i}}{\tau}, \quad (12)$$

$$C_{np_i} = ЦЧ(C_{p_i}), \quad (13)$$

где $t_{\partial \partial i}$ – время выполнения i -й операции, ч;

$ЦЧ$ – целая часть (округляется до большего).

5. Коэффициент загрузки рабочих мест на i -й операции:

$$\eta_i = \frac{\tilde{N}_{\partial i}}{\tilde{N}_{\partial i}} \quad (14)$$

6. Общее число рабочих мест:

$$Собщ = \sum_{i=1}^m \tilde{N}_{\partial i} \quad (15)$$

где m – количество операций на линии.

7. Численность рабочих на поточных линиях:

$$ЧР = \frac{\tilde{N}_{\partial i} * \hat{E}_{\partial i}}{\hat{E}_{\partial i} * \hat{E}_{\partial i}} \quad (16)$$

где $K_{см}$ – число смен;

$K_{мн}$ – коэффициент многостаночности;

$K_{и}$ – коэффициент использования рабочего времени.

8. Длина поточной линии:

а) при одностороннем расположении рабочих мест:

$$L = Собщ * l_0 \quad (17)$$

б) при двухстороннем расположении рабочих мест:

$$L = \frac{\tilde{N}_{\partial i} * l_0}{2} \quad (18)$$

где l_0 – шаг конвейера, т. е. расстояние между центрами 2-х смежных рабочих мест.

9. Скорость конвейера

Скорость конвейера должна обеспечивать не только заданную ему пропускную способность, но и удобство и безопасность труда. Диапазон наиболее рациональных скоростей – 0,5–2,5 м/мин. (конвейеров с непрерывным движением), 20–40 м/мин. (ленточных конвейеров пульсирующего действия) и 0,1–4 м/мин. (конвейеров с непрерывным движением при передаче изделий транспортными партиями).

$$V = \frac{l}{\div} \quad (19)$$

10. Длительность производственного цикла:

$$T_{ц} = Собщ * ч. \quad (20)$$

Продолжительность производственного цикла – это период от

поступления предмета труда на первую операцию поточной линии до его выхода с нее.

11. Заделы на поточной линии

Под заделами понимают количество деталей в незавершенном производстве, которое находится на поточной линии в процессе обработки. Для ОППЛ выделяют следующие заделы:

а) технологический – количество деталей, которые одновременно находятся в обработке на рабочих местах:

$$Z_{mex} = \sum_{i=1}^m Cnp_i; \quad (21)$$

б) транспортный – количество деталей, находящихся в процессе перемещения:

$$Z_{mp} = C_{общ} - 1; \quad (22)$$

в) страховой – определенный запас деталей, который может создаваться на определенных операциях для обеспечения бесперебойной работы линии в случае аварии или задержки поступления деталей с предыдущих участков производства. Резервный (страховой) задел создается на наиболее ответственных и нестабильных по времени выполнения операциях, а также на контрольных пунктах. Этот задел находится в той стадии технологической готовности, которая соответствует данной операции, и должен восполнять недостаток деталей при отклонении от заданного такта на каждой операции. Величина этого задела ($Z_{рез}$, шт.) устанавливается на основе анализа вероятности отклонения от заданного такта работы на данном рабочем месте (в среднем 4–5 % сменного задания).

9.3. Однопредметные прерывные поточные линии (ОППЛ) и их календарно-плановые нормативы

Календарно-плановые нормативы представляют собой совокупность норм и нормативов, позволяющих наиболее эффективно организовать производственный процесс во времени и пространстве, обеспечить согласованную работу рабочих мест, участков и цехов при эффективном использовании всех ресурсов предприятия.

Поточные линии, на которых обрабатываются детали только одного наименования, продолжительность каждой операции не равна и не кратна такту, называются ОППЛ. Движение предметов труда на ОППЛ осуществляется параллельно-последовательно.

Ритмичная работа этих линий достигается организационной

синхронизацией потока. Для таких линий устанавливается период комплектования задела. Период комплектования задела – это такой промежуток времени, в течение которого на каждой операции обрабатывается одинаковое количество деталей. Первоначально этот период устанавливается произвольно в размере часа, смены, полусмены и т. д., а затем оптимизируется по критерию минимизации оборотных заделов.

Регламентируется работа такой линии путем построения графика, который называется стандарт-планом. Стандарт-план поточной линии строится в виде таблицы. В нее вписываются все операции технологического процесса и нормы времени их выполнения. Проставляют такт потока и определяют необходимое число рабочих мест по каждой операции (расчетное и принятое). Закрепляют номера за рабочими местами и определяют загрузку рабочих мест (в процентах и минутах). Строят график работы оборудования по каждой операции и рассчитывают потребное количество производственных рабочих на каждой операции. Устанавливают порядок обслуживания рабочих мест.

Пример.

Эффективный фонд времени конвейера в смену – 8 ч. Детали проходят обработку на трех операциях – пятой, десятой и пятнадцатой. Норма штучного времени соответственно:

$$T_{шт\ 05} = 13 \text{ мин.};$$

$$T_{шт\ 10} = 3 \text{ мин.};$$

$$T_{шт\ 15} = 7,5 \text{ мин.}$$

На линии за смену обрабатывается 60 деталей. Определите такт поточной линии.

$$t = \frac{F\partial}{A} = \frac{8 * 60}{60} = 8 \text{ мин.}$$

Продолжительность каждой операции не равна и не кратна такту, поэтому данные линии можем определить как ОППЛ.

Примем период комплектования задела за 2 ч и рассчитаем число рабочих мест, рабочих, их загрузку. Построим стандарт-план для нашего примера (табл. 2).

Таблица 2

Стандарт-план

№ операции	T _{шт}	Число раб. мест		№ рабочего места	Коэффициент загрузки рабочего места	№ рабочего	Период комплектования задела				
		Ср.	Спр.				0	30	60	90	120
05	13	1,625	2	1	1	1	← 120*1 = 120 мин. →				

				2	0,625	2	$\overleftarrow{120*0,625 = 75 \text{ мин.}}$
10	3	0,375	1	3	0,375	2	$\overrightarrow{120*0,375 = 45 \text{ мин.}}$
15	7,5	0,940	1	4	0,940	3	$\overleftarrow{120*0,940 = 113 \text{ мин.}}$

Вследствие неравенства или некратности операций такту на таких линиях невозможно достигнуть непрерывности обработки предметов труда, работы оборудования и рабочих-операторов. В связи с тем, что рабочие места работают с разной производительностью, между операциями возникают *заделы*, которые называются *межоперационными* или *оборотными*.

Заделы рассчитываются на основе стандарт-плана по следующей формуле:

$$Z_{об} = \frac{\dot{O}_i * \tilde{N}_i}{T_{\text{од } i}} - \frac{\dot{O}_i * \tilde{N}_{i+1}}{T_{\text{од } i+1}}, \quad (23)$$

где $T_{\text{од}}$ – время одновременной параллельной работы на смежных операциях;
 C_i и C_{i+1} – число рабочих мест на смежных операциях;
 $T_{шт_i}$ и $T_{шт_{i+1}}$ – нормы штучного времени на смежных операциях.

Оборотные заделы рассчитываются по периодам одновременной работы смежных операций, которых может быть несколько в течение периода комплектования задела.

$$Z_{об. 05-10} = \frac{75 * 2}{13} - \frac{75 * 0}{3} = +12;$$

$$Z_{об. 05-10} = \frac{45 * 1}{13} - \frac{45 * 1}{3} = -12.$$

Сумма всех заделов должна быть = 0:

$$Z_{об. 10-15} = \frac{75 * 0}{3} - \frac{75 * 1}{7,5} = -10;$$

$$Z_{об. 10-15} = \frac{38 * 1}{3} - \frac{38 * 1}{7,5} = +8;$$

$$Z_{об. 10-15} = \frac{7 * 1}{3} - \frac{7 * 0}{7,5} = +2.$$

После расчета величины оборотных заделов строится эпюра изменения задела.

Для того чтобы свести к минимуму наличие оборотных заделов, а также время простоя оборудования и рабочих, необходимо установить наиболее целесообразный регламент работы линии.

9.4. Многопредметные поточные линии (МПЛ) и их календарно-

плановые нормативы

В серийном производстве, когда обработка отдельных деталей осуществляется партиями, применяются МПЛ, которые переналаживаются при запуске каждой новой партии деталей.

Расчет календарно-плановых нормативов таких линий отличается некоторыми особенностями:

1. **Такт потока** рассчитывается средний и частный:

$$c_{cp} = \frac{F\delta}{\sum_{j=1}^k A_j} ; \quad (24)$$

$$c_j = \frac{T_j}{A_j}, \quad (25)$$

где $F\delta$ – действительный фонд времени работы линии за какой-либо календарный период (сутки, месяц), ч;

A_j – годовая программа выпуска j -й детали;

T_j – время работы линии на обработке j -й детали;

k – количество различных деталей (партий).

$$T_j = F\delta * K_j, \quad (26)$$

где K_j – коэффициент занятости линии обработкой j -х деталей.

2. **Число рабочих мест на i -й операции:**

$$C_{расч.ij} = \frac{T_{шт.ij}}{c_j}, \quad (27)$$

где $T_{шт.ij}$ – время обработки i -й детали на j -й операции.

Окончательное число рабочих мест на какой-либо из всех деталей, закреплённых за линией, определяется по графику (табл. 3).

Таблица 3

Определение числа принятых рабочих мест

№оп.	Деталь А (ч _А = 2 мин.)		Деталь Б (ч _Б = 3 мин.)		С _{пр.}
	Т _{шт.}	С _{р_{ij}}	Т _{шт.}	С _{р_{ij}}	
05	1,5	0,75	1,5	0,5	1
10	2,9	1,45	2,4	0,8	2
15	1,7	0,85	3,8	1,28	2
					∑5

3. Расчет **партии запуска** выполняется в следующей последовательности:

устанавливается минимальный размер партии запуска, при этом применяются формулы, предложенные двумя научными школами (санкт-петербургской и МГТУ им. Н. Э. Баумана):

$$P_{\min j} = \frac{t_{пзj}}{\alpha * T_{\phi j}}, \quad (28)$$

где $T_{пзj}$ – подготовительно-заключительное время на ведущую операцию при обработке j -й детали (ведущей при этом считается операция с самым длительным подготовительно-заключительным временем);

α – коэффициент наладки оборудования – максимально допустимое отношение времени наладки к штучному времени. Размеры коэффициентов наладки определены отраслевыми научно-исследовательскими институтами с учетом типа производства, материалоемкости деталей. Так, для крупносерийного производства коэффициент наладки определен в пределах от 0,03 до 0,06, а для мелкосерийного производства – 0,1.

Минимальная партия запуска корректируется по двум условиям:

а) партия P_j должна быть такова, чтобы в течение месяца обрабатывалось целое число партий:

$$\frac{A_{месj}}{P_j} = ЦЧ, \quad (29)$$

где $A_{месj}$ – объем производства в месяц j -й детали;

б) партия должна быть такова, чтобы она обрабатывалась в течение целого числа смен или полусмен:

$$\frac{P_j}{N_{смj}} = ЦЧ \quad \text{или} \quad \frac{2P_j}{N_{смj}} = ЦЧ, \quad (30)$$

где $N_{смj}$ – сменная производительность линии при обработке j -й детали.

При корректировке партии запуска могут применяться такие ограничения, как: стойкость инструмента, наличие производственных площадей для размещения партии, наличие производственной тары и ее вместимость, а также вместимость транспортных средств.

Вопрос о расчете партии запуска является центральным в оперативном управлении производством, увеличение партии запуска ведет к увеличению производительности труда, эффективной работы оборудования, так как уменьшаются потери времени на переналадку. Все это ведет к снижению себестоимости продукции, но в то же время увеличивается длительность

производственного цикла при обработке большой партии, а это ведет к увеличению незавершенного производства, замораживанию оборотных средств, увеличению потребности в производственных площадях, производственной таре, увеличению затрат на хранение партии и т. д.

$$i = \sqrt{\frac{2 * A * \tilde{N}_c}{\tilde{N}_c * \beta}}, \quad (31)$$

где n – оптимальный размер партии;

A – годовая программа выпуска деталей;

C_z – затраты, связанные с запуском;

$C_{из}$ – затраты, связанные с изготовлением детали с учетом нарастания затрат;

β – коэффициент, характеризующий отвлечение средств в производство, или коэффициент потерь от омертвления средств НЗП. Применяется на уровне коэффициента эффективности (нормы дисконта).

4. На основе принятой партии запуска устанавливается **периодичность запуска**, которая показывает, через сколько дней необходимо возобновить обработку новой партии деталей на поточной линии.

$$R_j = \frac{\dot{I}_j}{\dot{A}_{\tilde{n}o\delta_j}}, \quad (32)$$

где $A_{сутj}$ – суточная программа выпуска;

$$A_{сутj} = \frac{\dot{A}_j}{252} \text{ или } \frac{\dot{A}_{\tilde{n}o\delta_j}}{21}, \quad (33)$$

где 252 (21) – количество рабочих дней в году (в месяц).

5. **Цикловой задел** рассчитывается по формуле:

$$Z_{Цj} = \frac{T_{\delta j}^{\tilde{n}o\delta}}{R_j}. \quad (34)$$

Цикловой задел всегда принимается в целых партиях запуска.

6. **Дата запуска** и **дата выпуска** партии деталей.

На основе всех выполненных расчетов устанавливается дата выпуска первой партии деталей:

$$D_{в} = \frac{Z_{ц}}{A_{сут}}; \quad (36)$$

$$D_{з} = D_{в} - T_{ц}. \quad (37)$$

7. Регламент работы поточной линии устанавливается планом, который называется стандарт-план (табл. 4).

Таблица 4

Схема стандарт-плана для многопредметной поточной линии

Наименование	П	Календарное время
--------------	---	-------------------

детали		← 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 →
А	П _А	<p>Дз Тц Дв R Дз Дв</p>
Б	П _Б	
В	П _В	

Тема 10. Организация и планирование технической подготовки производства

10.1. Сущность и содержание технической подготовки производства

Деятельность предприятия по развитию его материально-технической базы, организации производства, труда и управления представляет собой техническую подготовку производства. Она включает:

- проведение прикладных исследований, связанных с совершенствованием изготавливаемой продукции, техники, технологии, составом применяемых материалов, организации производства;
- проектирование новой и модернизацию ранее выпускавшейся продукции;
- разработку технологического процесса изготовления продукции;
- приобретение специального оборудования, инструментов и полуфабрикатов со стороны;
- материально-техническое обеспечение производства;
- подготовку, переподготовку и повышение квалификации кадров;
- разработку норм и нормативов, технологической, технической и организационной структуры аппарата управления и информационного обеспечения.

Техническая подготовка осуществляется в целях эффективного освоения нового или модернизированного изделия, внедрения новых сложных машин и оборудования, новых технологических приемов и изменений организации производства. В задачу технической подготовки производства входит создание технических, организационных и экономических условий, полностью гарантирующих перевод производственного процесса на более высокий технический и социально-технический уровень на основе достижений науки и техники.

Под технической подготовкой производства понимается комплекс технических, организационных и экономических мероприятий,

обеспечивающих создание и освоение развернутого производства новых изделий в заданных масштабах. Это самостоятельный этап подготовки производства, осуществляемый непосредственно на предприятии путем проведения работ по реализации фундаментальных и поисковых научных исследований в производстве.

Техническая подготовка производства представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов по созданию и освоению новых изделий, технологий, материалов или совершенствованию существующих конструкций и технологических процессов.

Основная цель технической подготовки производства заключается в обеспечении способности предприятия адаптироваться к инновационным процессам. В современных условиях происходит сокращение жизненного цикла товара, что приводит к необходимости создания специальных условий для перехода на выпуск продукции (услуг) нового вида.

Подготовка производства изделий нового вида представляет собой комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающий проектирование продукции, разработку технологических процессов и методов производства, проектирование и изготовление оборудования и оснастки, организационно-экономическую подготовку производства, освоение проектной мощности.

Процесс производства новых изделий состоит из следующих этапов: поисковые и научно-исследовательские работы, опытно-конструкторские работы, производственное и эксплуатационное освоение.

Поисковые работы представляют собой научный поиск, в результате которого рождается идея создания нового изделия (услуги); или в процессе информационного поиска находится несколько идей, представляющих интерес для разработки нового изделия.

Прикладное исследование включает проведение научно-исследовательской работы, предоставляющей научное обоснование для проведения опытно-конструкторских работ.

Опытно-конструкторская работа – техническое проектирование, включающее разработку технического задания на изготовление нового изделия и создание опытного образца, который должен подтвердить возможность технической реализации проведенной разработки, доказать экономическую эффективность созданного образца.

Освоение нового изделия в производстве является одним из важнейших и сложнейших процессов, позволяющих выполнить комплекс работ с целью подготовки производства нового продукта (услуги) и обеспечить выход на

проектную мощность.

Процесс подготовки производства представляет собой совокупность мероприятий, охватывающих конструкторскую, технологическую и организационно-экономическую подготовку производства. Конструкторская и технологическая подготовка объединяются под названием «техническая подготовка производства».

На предприятиях разного типа, масштаба и профиля могут быть с разной полнотой представлены различные стадии подготовки производства; однако в любом случае существенная часть работы по организации производства находится в компетенции предприятия.

На организацию работ технической подготовки производства оказывают влияние масштаб производства изделий, сложность и точность их изготовления, степень конкретной преемственности изделий, уровень стандартизации, объем кооперирования и другие факторы.

Выполнение работ по технической подготовке производства на предприятии осуществляется отделами главного конструктора, главного технолога, металлурга, энергетика, планирования подготовки производства, лабораториями на основании требований Международного стандарта ОСТ В37.001.507-88, регламентирующего перечень работ Единой системы технической подготовки производства. Основным организатором и координатором этих работ на предприятии является главный инженер, в ведении которого находятся все работы технического направления.

Техническая подготовка производства включает конструкторскую, технологическую и организационно-экономическую подготовку.

10.2. Этапы конструкторской подготовки производства

Конструкторская подготовка производства включает проектирование новой продукции и модернизацию ранее производившейся, а также разработку проекта реконструкции и переоборудования предприятия или его отдельных подразделений. В процессе проектирования определяются характер продукции, ее конструкция, физико-химические свойства, внешний вид, технико-экономические и другие показатели. Результаты конструкторской подготовки оформляются в виде технической документации – чертежей, рецептов химической продукции, спецификаций материалов, деталей и узлов, образцов готовой продукции и т. п.

Проектирование новой продукции осуществляется проектно-технологическими и научно-исследовательскими институтами, научно-тех-

нологическими центрами, а также конструкторскими отделами и лабораториями предприятий.

Основными целями конструкторской подготовки производства являются:

- непрерывное совершенствование качества продукции;
- повышение уровня технологичности конструкции, под которой понимаются облегчение приемов изготовления продукции и возможность применения прогрессивных методов изготовления при заданном объеме производства. Это обеспечивает лучшее использование производственных ресурсов при изготовлении продукции;
- снижение себестоимости новой продукции за счет изготовления и совершенствования конструкции изделия, уменьшения расхода материалов на единицу продукции, снижения эксплуатационных затрат, связанных с использованием продукции;
- использование при проектировании продукции существующих стандартов и унифицированных полуфабрикатов;
- обеспечение охраны труда и техники безопасности, а также удобств при эксплуатации и ремонте новых изделий.

Конструкторская подготовка проходит в следующей последовательности.

Исходным для проектирования новой продукции является *проектное (техническое) задание*, которое составляется заказчиком (предприятием) или по его поручению проектной организацией. В проектном задании указываются наименование продукции, ее назначение, область применения, технические и экономические показатели в процессе производства и эксплуатации. На уровне проектного задания должны быть определены принципиальные отличия новой конструкции или изделия от ранее выпускавшихся, приведены перечень и обоснование необходимости оригинальных изделий, даны подробные расчеты эффективности нового изделия с учетом эффекта, рассчитанного как и потребителя, так и на производителя.

На основании анализа проектного задания заказчика и сопоставления различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий, а также патентных материалов составляется *техническое предложение* – совокупность конструкторских документов, содержащих технические и технико-экономические обоснования целесообразности дальнейшей разработки проекта. Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного (технического) проекта.

Эскизный проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия. При разработке эскизного проекта определяется принципиальная характеристика нового изделия, производится выбор наиболее эффективного решения, его технических, технологических, эксплуатационных параметров.

Эскизный проект всегда составляется в нескольких вариантах для последующего выбора одного из них. Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации.

Технический проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации. Технический проект позволяет осуществлять выбор материалов и полуфабрикатов, определять основные принципы изготовления продукции и проводить экономическое обоснование проекта. Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации. Ранее разработанные конструкторские документы обычно применяют при разработке новых или модернизации изготавливаемых изделий, что приводит к сокращению сроков проектирования.

Заключительной стадией (этапом) конструкторской подготовки производства является разработка технической документации (чертежей, инструкций и т. д.), технических условий.

Технические условия (ТУ) являются неотъемлемой частью комплекта технической документации на продукцию (изделие, материал, вещество и т. п.), на которую они распространяются. ТУ должны содержать все требования к продукции, ее изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые целесообразно указывать в конструкторской или другой технической документации.

При отсутствии конструкторской или другой технической документации на данную продукцию ТУ должны содержать полный комплекс требований к продукции, ее изготовлению, контролю, приемке и поставке. ТУ разрабатывают на одно изделие, материал, вещество, а также на несколько конкретных изделий, материалов, веществ (групповые технические условия). Состав ТУ и

содержание разделов определяются в соответствии с особенностями продукции.

После испытания и доводки опытной партии уточняется рабочий проект, который передается в законченном виде для технологической подготовки производства. На всех стадиях проектирования уточняются, конкретизируются и окончательно определяются все технические и экономические характеристики изделия, определяется целесообразность использования первоначально выбранного пути совершенствования продукции и принимается решение о ее выпуске.

Установленный и рассмотренный выше порядок конструкторской подготовки изделия характерен в полной мере лишь для массового и крупносерийного производств, продукции сложного профиля (автомобили, станки, тракторы и т. п.). Для мелкосерийного и единичного производств, независимо от технической сложности изделия, количество стадий и объемы работ по каждому из них уменьшаются. В отраслях металлургической и химической промышленности, переработки сельскохозяйственного сырья, а также в добывающих отраслях проектирование изделий выполняется главным образом на стадии прикладных исследований, изысканий и разработок, а также технологической подготовки производства.

Конструкторская подготовка производства осуществляется в соответствии с комплексом государственных стандартов, устанавливающих единые взаимосвязанные правила и положения ее проведения, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой промышленными, научно-исследовательскими, проектно-конструкторскими организациями и предприятиями, получившим название Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Применение ЕСКД позволяет создавать благоприятные условия для обеспечения научно-технической подготовки производства на высоком уровне, позволяющем гарантировать конкурентоспособность выпускаемых изделий, сокращать время проектирования, обеспечивать необходимое единообразие этого процесса на различных предприятиях в разных отраслях экономики.

10.3. Технологическая подготовка производства

Технологическая подготовка производства (ТПП) представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску продукции необходимого качества при установленных сроках, объеме производства и затратах.

Под технологической готовностью понимается наличие на предприятии полного комплекта технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для выпуска заданного объема продукции с установленными технико-экономическими показателями.

Технологическая подготовка производства является вторым и наиболее важным этапом технической подготовки производства, так как выполняемые на данном этапе работы достаточно велики по объему и сложности. Содержание и объем технологической подготовки производства зависят от типа производства, конструкции и назначения изделия. Трудоемкость ТПП изделия в единичном и мелкосерийном производстве составляет 20–25 %, в серийном – 50–55 %, а в крупносерийном и массовом – 60–70 % от общей трудоемкости технической подготовки производства.

Также от типа производства зависит стоимость всей ТПП. В единичном производстве, где преобладает децентрализованное укрупненное технологическое проектирование, низка технологическая оснащенность и используется универсальное оборудование, объем работ по технологической подготовке минимален, поэтому затраты здесь не превышают 25 % всех затрат на техническую подготовку производства новых изделий.

В серийном производстве технологический процесс более детализирован, выше оснащенность производства, в результате чего затраты на осуществление этой фазы технической подготовки производства достигают 50 % общих затрат.

В массовом производстве требуются максимальная детализация и особая тщательность разработки технологического процесса, должна быть обеспечена высокая степень технологической оснащенности производства, на что требуются большие затраты, удельный вес которых достигает 75 % всех затрат на техническую подготовку. Поэтому здесь технологическая подготовка осуществляется в наиболее полном объеме, по всем разделам, этапам и стадиям работ. Таким образом, технологическая подготовка производства – весьма дорогостоящий процесс.

Технологическая подготовка производства осуществляется в соответствии с ГОСТами, правилами и положениями Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). ЕСТПП определяет порядок организации и управления ТПП, предусматривает разработку и широкое применение прогрессивных технологических процессов, использование унифицированной технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и организационно-управленческих работ.

Комплекс стандартов делится на пять групп.

Группа 0 включает стандарты, излагающие общие положения системы, основные требования к ТПП, термины и определения основных понятий, порядок оценки технико-экономического уровня ТПП.

В **группе 1** объединены стандарты, определяющие правила организации и управления ТПП, выбора стадий разработок документации, формирования организационных структур, правила моделирования систем и автоматизированного решения задач, организации инструментального хозяйства.

В **группе 2** представлены стандарты, регламентирующие правила обеспечения технологичности конструкций изделий в целом, а также по их видам и стадиям разработки, состав показателей технологичности и правила их выбора, порядок введения технологического контроля конструкторской документации.

Группа 3 включает стандарты, излагающие порядок разработки и применения технологических процессов, средств технологического оснащения, правила выбора и применения оборудования, оснастки, средств контроля, механизации и автоматизации производственных процессов.

Группа 4 включает стандарты, определяющие правила применения средств механизации и автоматизации инженерно-технических работ, программирования и алгоритмизации решения задач, организации информационного, математического и технического оснащения, правила формирования комплексно-автоматизированных систем.

Основными задачами ТПП являются освоение производства и обеспечение выпуска новых изделий высокого качества в установленные сроки и заданного количества с высокой экономической эффективностью их производства и эксплуатации, а также совершенствование действующей технологии выпуска изделий.

Технологическая подготовка производства включает решение задач по следующим основным функциям:

1. Обеспечение технологичности конструкции изделия.
2. Разработка технологических процессов.
3. Проектирование и изготовление средств технологического оснащения.
4. Метрологическое обеспечение.
5. Сокращение сроков ТПП.
6. Обеспечение качества на всех стадиях ТПП.
7. Организация и управление процессом ТПП.

Основными этапами технологической подготовки производства являются:

1. Разработка технологического процесса.
2. Проектирование и изготовление технологической оснастки и нестандартных средств механизации и автоматизации.
3. Наладка и внедрение запроектированных технологических процессов.

В массовом и серийном производствах может дополнительно выделяться этап разработки технологического процесса по изготовлению опытного образца или опытной партии.

Перед разработкой технологического процесса технологическая документация проходит предварительную проработку, в которой участвует большинство служб завода (рис. 7).



Рис. 7. Схема функций предварительной проработки документации технологической подготовки производства: ОГТ – отдел главного технолога; ОГС – отдел главного сварщика; ОГМет – отдел главного металлурга; ОГК – отдел главного конструктора; ОППП – отдел планирования и подготовки производства; ОТиЗ – отдел организации труда и зарплаты; ПЭО – планово-экономический отдел; ОМТС – отдел материально-технического снабжения; ОВК – отдел внешней кооперации

Выполняются технологический контроль чертежей и проработка их на технологичность, определяются объемы работ, сроки, затраты, экономическая эффективность, возможность обеспечения материальными, трудовыми и финансовыми ресурсами.

Разработка технологических процессов – самый крупный блок работ. Он включает:

- выбор вида заготовок;
- разработку межцеховых технологических маршрутов;
- определение содержания и последовательности выполнения технологических операций;
- расчет режимов обработки;
- нормирование процесса и определение его исполнителей;
- составление планировок производственных участков;
- выбор средств технологического оснащения (контроля, испытания);
- разработку технологического маршрута движения предметов труда;
- оформление рабочей документации на технологические процессы (маршрутные, операционные, инструкционные, инструментальные карты,

карты технического контроля).

При проектировании технологического процесса в первую очередь осуществляется выбор методов получения заготовок, определение их размеров и припусков на обработку. Методы получения заготовок влияют на нормы расхода материалов, содержание и последовательность обработки и ее экономичность. Они определяют конструкцию и все размеры заготовки. Так, например, заменаковки штамповкой или чеканкой намного уменьшает припуски на обработку и сокращает число и трудоемкость операций по механической обработке.

На следующей стадии осуществляется разработка межцеховых технологических маршрутов (расцеховка), которые устанавливают последовательность прохождения заготовок, деталей, сборочных единиц по производственным подразделениям. В условиях единичного и мелкосерийного производства, при универсальном оборудовании и оснастке, высокой квалификации рабочих разработка маршрутной технологии часто оказывается достаточной для изготовления деталей и сборки изделия.

В серийном производстве после маршрутной технологии разрабатывается операционная технология, а в массовом производстве она доводится до трудоприемов, трудов действий. Следовательно, технологическая документация для различных типов производства (единичного, серийного и массового) отличается глубиной разработки технологических процессов и степенью их детализации. Проектируемые технологические процессы фиксируются в маршрутных, операционных и инструкционных технологических картах.

Маршрутные карты содержат перечень цехов, а внутри цехов – перечень технологических операций с указанием оборудования, технологического оснащения, разряда работы и нормы времени по каждой операции. Они используются в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Операционные карты используются в серийном производстве и содержат перечень «переходов» операции с указанием оборудования для выполнения операции, режимов обработки и технологического оснащения по каждому «переходу», разряда работы, нормы времени по отдельным составляющим и на операцию в целом.

Инструкционные карты используются в массовом производстве и содержат более подробные указания по выполнению технологической операции, включая эскизы наладок, способы крепления и измерения деталей, организацию рабочего места.

Контрольные операции устанавливаются технологами в соответствии с требованиями чертежей и техническими условиями. Фиксируются контрольные операции в технологических картах. Для сложных и ответственных операций технического контроля разрабатываются специальные карты с указанием в них объекта контроля, места его выполнения, метода и средств контроля, допустимых отклонений.

Исходными материалами для разработки карт технологического процесса являются:

1) рабочие чертежи, монтажные схемы, конструкторские спецификации деталей, сборочных единиц, паспорта оборудования, объем выпуска машин и деталей;

2) стандарты, нормы на материалы, приспособления, инструмент, на планировку оборудования и рабочих мест, нормативы для определения режимов обработки и расчета норм времени, типовые технологические процессы;

3) справочные материалы технического и экономического характера, альбомы технической оснастки родственных предприятий, отчеты научно-исследовательских институтов и лабораторий по совершенствованию технологических решений и оценке их экономической эффективности и др.

Основными требованиями, которые предъявляются к разрабатываемым технологическим процессам, являются:

- прогрессивность процесса;
- применение наиболее производительных технологических методов в соответствии с имеющимся на предприятии оборудованием;
- соответствие техпроцессов типам производства;
- максимальная автоматизация и механизация процессов обработки деталей;
- высокая производительность труда, низкая себестоимость изготовления изделий и т. д.

Следует отметить, что разработка технологии только основных процессов не обеспечивает рациональной организации всего производственного процесса. Рациональная организация требует комплексной технологии, охватывающей как основные, так и вспомогательные и обслуживающие процессы.

Также на этапе разработки технологических процессов особое внимание следует уделять их типизации, обеспечивающей сокращение числа индивидуальных технологических процессов. Типизация сокращает трудоемкость технологической подготовки в 2–3 раза, а технологическую

документацию – в 8–10 раз.

Наиболее трудоемким этапом технологической подготовки производства является проектирование и изготовление технологической оснастки и нестандартных средств механизации и автоматизации. Его удельный вес составляет 60 % от общего времени технологической подготовки производства.

На втором этапе ТПП, во-первых, проектируют конструкции моделей, штампов, приспособлений, специального инструмента и нестандартного оборудования, а во-вторых, разрабатывают технологический процесс изготовления технологического оснащения, который должен быть достаточно универсальным, но в тоже время прогрессивным, совершенным и обеспечивающим высокое качество изготавливаемых деталей. Разработка конструкций технологической оснастки осуществляется конструкторскими бюро по оснастке и инструменту в тесной взаимосвязи с технологами, которые проектируют технологические процессы обработки деталей нового изделия.

Также на данном этапе ТПП происходит изготовление всей технологической оснастки и нестандартного оборудования. Как правило, эти работы проводят постепенно, ограничиваясь вначале минимально необходимой оснасткой первой необходимости, а затем повышая степень оснащенности и механизации производственного процесса до максимальных экономически оправданных пределов.

Если это необходимо, на этом этапе осуществляют перепланировку действующего оборудования, монтаж и опробование нового и нестандартного оборудования и оснастки, поточных линий и участков обработки и сборки изделий.

Завершается технологическая подготовка производства выполнением работ по отладке технологического процесса, оборудования и оснастки. На данном этапе ТПП выверяют и отлаживают запроектированную технологию; окончательно отрабатывают детали и узлы (блоки) на технологичность; выверяют пригодность и рациональность спроектированной оснастки и нестандартного оборудования, удобство разборки и сборки изделия; устанавливают правильную последовательность выполнения этих работ; проводят хронометраж механообрабатывающих и сборочных операций и окончательно оформляют всю технологическую документацию.

Управление технологической подготовкой производства – сложный процесс, в котором участвует большое количество персонала предприятия. Для его эффективной организации, в зависимости от отрасли и масштабов производства, применяют различные системы управления. Так, в разных типах

производства применяются централизованная, децентрализованная и смешанные системы организации служб технической подготовки.

Централизованная система ТПП предлагает создание на предприятии единой технической службы – отдела главного технолога (ОГТ), который:

- разрабатывает технологическую документацию;
- проектирует средства технического оснащения (СТО);
- разрабатывает материальные нормативы;
- разрабатывает и контролирует выполнение работ графика подготовки производства;
- участвует во внедрении новых технологических процессов;
- решает текущие вопросы технологии изготовления заготовок, деталей, сборочных единиц непосредственно в цеху.

В цехах имеются технологические бюро, которые также участвуют в решении организационно-технических вопросов.

Централизованная система применяется на предприятиях серийного и массового производства, где процесс освоения новой продукции осуществляется периодически. На рис. 8 показана примерная организационная структура технологической службы крупного машиностроительного предприятия.

Главный технолог подчиняется непосредственно главному инженеру, техническому директору завода. Руководство заготовительным процессом возлагается на заместителя главного технолога, который имеет в подчинении технологические бюро по разработке литейных, кузнечно-штамповых, термических процессов и процессов металлических покрытий.

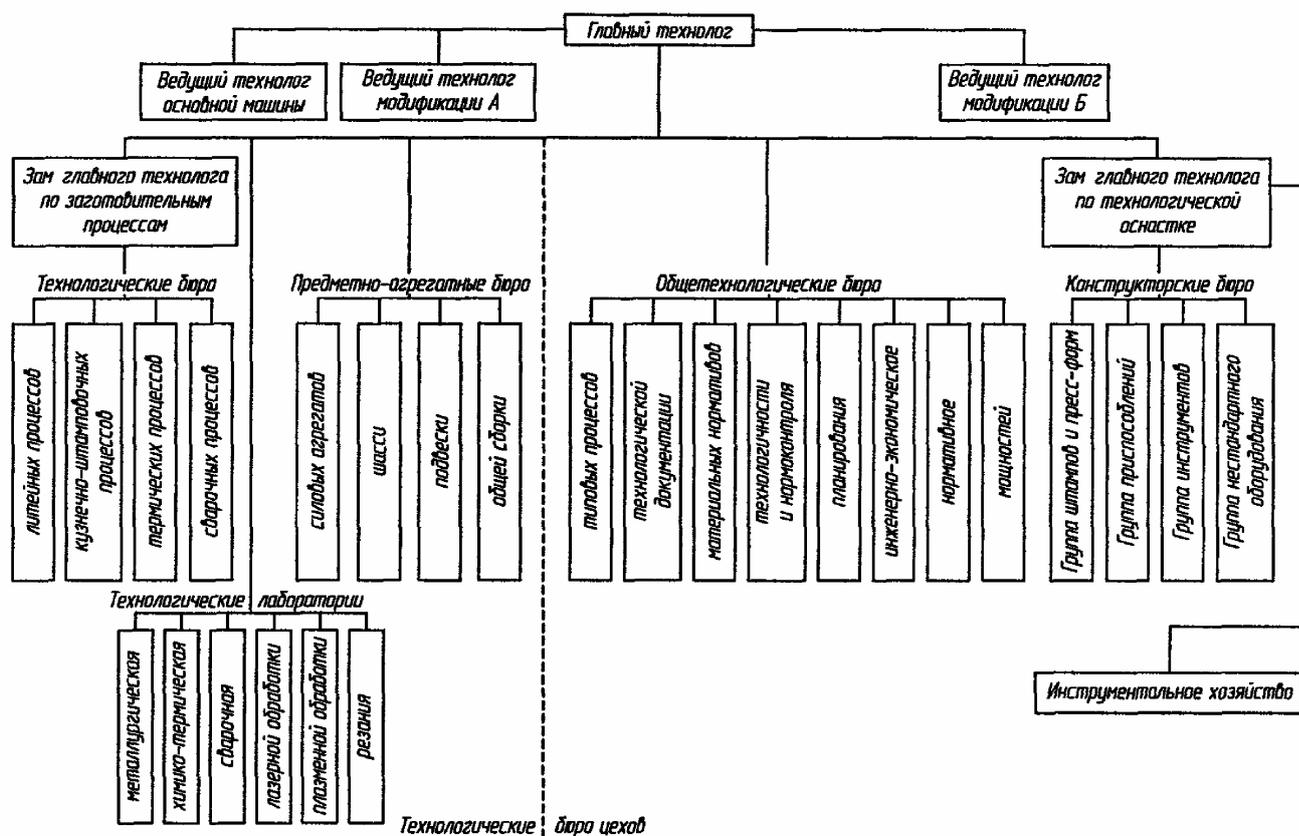


Рис. 8. Примерная структура технологической службы машиностроительного завода

Обрабатывающей и сборочной частью технологической службы руководит главный технолог. Работу этой части технологического проектирования выполняют технологические бюро, построенные, как правило, по предметному (агрегатному) признаку. К ним относятся бюро по разработке процессов изготовления деталей, сборки узлов и агрегатов (например, силовых агрегатов, шасси и т. д.) и бюро по разработке процессов общей сборки.

Общетехнические функции выполняют:

- бюро типовых процессов (определяет возможность максимального расширения области применения типовых процессов для изготовления деталей, а также занимается непосредственной их разработкой и контролем над осуществлением работ);
- бюро технологической документации;
- бюро технологичности (осуществляет технологический контроль чертежей деталей и изделий и т. д.);
- бюро мощностей (осуществляет расчет пропускной способности отдельных ведущих участков и цехов, выявляет потребность в новом и специальном оборудовании, участвует в разработке проектов новых планировок и размещения оборудования, разрабатывает мероприятия по ликвидации «узких» мест);
- бюро планирования (занимается планированием работ всех подразделений завода, занятых технической подготовкой производства, а также составлением комплексных планов конструкторской, технологической и организационной подготовки изделия, определением объемов и сроков работ);
- инженерно-экономическое бюро (проводит экономический анализ технологических процессов, эффективности технологической подготовки и применения типовых процессов, оснастки и нестандартного оборудования, осуществляет методическое руководство технологами в части обеспечения правильности экономической оценки и выбора ими технологических вариантов, разрабатывает нормативы,

- необходимые для быстрой и укрупненной оценки вариантов, определяет размер предельных затрат по технологической себестоимости и т. д.);
- бюро нормирования (занято расчетом норм времени по технологическим процессам и операциям).

Организация работ по проектированию и производству технологической оснастки и инструмента возлагается на заместителя главного технолога по технологической оснастке. В его непосредственном подчинении находится конструкторское бюро, а также инструментальное хозяйство завода.

Для решения технических задач по текущему производству и проведению подготовки производства нового изделия в каждом цехе организуются технологические бюро, методологически подчиненные главному технологу завода. Для проведения исследовательских работ в составе отдела главного технолога создаются лаборатории. Основная задача их заключается в изыскании новых, более совершенных видов технологических процессов, а также в подборе и испытании новых видов материалов и инструментов.

На ряде машиностроительных предприятий, имеющих в своем составе мощное заготовительное производство, технологическая подготовка производства распределена между двумя подразделениями – отделом главного технолога и отделом главного металлурга.

На предприятиях единичного и мелкосерийного производства ТПП выполняется децентрализованно. Ее особенность в том, что разработка технологических процессов и решение текущих задач, связанных с изготовлением деталей или сборочных единиц, выполняются технологическими бюро цехов. Отдел главного технолога разрабатывает межцеховые маршруты, занимается вопросами по разработке групповых и типовых технологических процессов, инструментальной подготовки производства, унификации и стандартизации оснастки, осуществляет методическое руководство и контроль над работой цеховых технологических бюро.

При серийном типе производства чаще используется смешанная форма организации. Разработка новых технологических процессов и их внедрение возложены на отдел главного технолога, а цеховые технологические бюро выполняют работу по созданию технологических процессов, которые могут быть разработаны на основе ранее применяемых процессов и не имеют с ними существенных различий.

Таким образом, технологическая подготовка производства – это трудоемкий и дорогостоящий процесс. Технологическая подготовка

производства обеспечивает технологическую готовность предприятия к выпуску изделий заданного уровня качества при установленных сроках, объеме выпуска и затратах. Она осуществляется на основе регламентации стандартов ЕСТПП. ТПП охватывает все работы, связанные с освоением в производстве нового изделия. Кроме того, в состав технологической подготовки входят работы по усовершенствованию действующих технологических процессов.

Содержание и объем ТПП зависят от типа производства, конструкции и назначения изделия. Основные этапы ТПП более укрупненно разрабатываются в единичном и мелкосерийном производстве, часто проектирование технологических процессов заключается в разработке лишь технологических маршрутов. В крупносерийном и массовом производстве, когда изготавливается большое число изделий, необходимы более глубокое разделение труда и, следовательно, большая дифференциация операций, т. е. технологические процессы и документация по ТПП разрабатываются более подробно.

Технологическую подготовку производства осуществляет отдел главного технолога. Главные задачи, решаемые при этом, группируются по следующим основным функциям:

- 1) обеспечение технологичности конструкции изделия;
- 2) разработка технологических процессов;
- 3) проектирование и изготовление средств технологического оснащения;
- 4) организация и управление процессом ТПП.

ТПП решает большой круг технических и организационных задач по достижению запроектированных технических и экономических параметров нового изделия и непрерывному их совершенствованию в процессе производства, что обеспечивает улучшение таких важнейших показателей работы предприятия, как рост производительности труда, снижение себестоимости, повышение фондоотдачи и рентабельности производства, уменьшение длительности производственного цикла и др.

10.4. Организационно-экономическая подготовка производства

Проектно-конструкторская и технологическая подготовка производства реализуется на стадии организационно-экономической.

Организационно-экономическая подготовка производства представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению процесса производства новых изделий всем необходимым, а также по организации и планированию технической подготовки производства.

Первое направление предусматривает в соответствии с технологическим процессом определенные потребности предприятия в дополнительном оборудовании, рабочих кадрах, материальных и топливно-энергетических ресурсах; непосредственное обеспечение производства новой продукции нужным оборудованием, инструментами, приспособлением; перестройку производственной, а при необходимости организационной структуры, информационной системы; осуществление подготовки, переподготовки кадров, оформление договорных отношений с поставщиками и потребителями продукции и т. д.

На этой стадии решаются вопросы специализации и кооперирования цехов, проектируется организация рабочих мест, организация ремонтного, инструментального, энергетического, транспортного и складского хозяйств, рассчитываются необходимые материальные, трудовые и финансовые, календарно-плановые нормативы, разрабатывается соответствующая технологическому процессу и типу производства система оперативного производственного планирования и управления производством, а также система оплаты труда работников предприятия.

На этой стадии разрабатываются плановые калькуляции и цены на новую продукцию, определяется ее экономическая эффективность.

Второе направление организационно-экономической подготовки формируется на основе перспективного и годового планов НИОКР и внедрения достижений науки и техники в производство.

В этих планах предусмотрены:

- задание по важнейшим научно-исследовательским и опытным работам;
- задание по разработке и изготовлению образцов новых изделий;
- задание по механизации и автоматизации производственных процессов и внедрению передовой технологии;
- производство новых видов продукции (первые промышленные серии);
- расчет потребности в материалах, оборудовании и приборах для проведения данных работ и т. п.;
- задания по разработке и внедрению изобретений, рационализаторских предложений и т. п.

По этим разделам плана приводятся перечень мероприятий, исполнители, источники и размеры финансирования, сроки выполнения с разбивкой по этапам, расчет экономической эффективности.

Формирование проекта этого плана осуществляют отделы главного конструктора, технолога и металлурга. Цехи и отделы предприятия подают

заявки на разработку тем в центральные заводские лаборатории. Собранные заявки обсуждаются, и для включения в план отбираются темы, которые связываются со стратегическими задачами технического развития предприятия и соответствуют выполнению плана внедрения и освоения нового вида продукции.

Техническая подготовка производства – это комплекс нормативно-технических мероприятий, регламентирующих конструкторскую, технологическую подготовку производства и систему постановки продукции на производство. Она осуществляется с целью перехода предприятия на более высокий технический уровень.

На организацию технической подготовки оказывает влияние множество факторов. Это могут быть: масштаб производства изделий, сложность и точность их изготовления, степень конкретной преемственности изделий, уровень стандартизации, объем кооперирования и другие факторы.

Техническая подготовка производства объединяет конструкторскую, технологическую и организационно-экономическую подготовку.

Конструкторская подготовка производства заключается в проектировании и освоении новой продукции и совершенствовании выпускаемой. Она осуществляется в соответствии с Единой системой конструкторской документации.

Технологическая подготовка производства обеспечивает полную готовность предприятия к выпуску новой продукции с заданным качеством, что, как правило, может быть реализовано на технологическом оборудовании, имеющем высокий технический уровень, обеспечивающий минимальные трудовые и материальные затраты.

Организационно-экономическая подготовка производства включает комплекс мер по организации и планированию производства новых изделий и обеспечению процесса их производства всем необходимым. На этом этапе осуществляется разработка проекта организации основного и вспомогательного производства, труда и заработной платы, а также создание нормативной базы, включая разработку необходимых нормативов для планирования конструкторской и технологической подготовки производства. Организационно-экономическая подготовка производства осуществляется параллельно и в тесной связи с конструкторской и технологической подготовкой. На этой же стадии происходит разработка смет затрат на подготовку производства новых изделий.

На всех этапах подготовки производства осуществляется выбор наиболее

экономически выгодного варианта создания новых изделий.

За выполнением работ по технической подготовке на предприятии следят: главный конструктор, главный технолог, металлург, энергетик, а основным организатором и координатором этих работ является главный инженер.

10.5. Планирование технической подготовки производства

Планирование технической подготовки производства состоит в распределении, координации и контроле работ: во времени – по стадиям и этапам, по содержанию и объемам – между органами технической подготовки. Планирование производится в соответствии с заданиями годового и перспективного планов развития предприятия. Важнейшей задачей планирования является ускорение технической подготовки и обеспечение производства технической документацией и технологическим оснащением к началу запуска изделия. Основой для расчета плана подготовки как во времени, так и по объему являются заводские и отраслевые нормативы трудоемкости, позволяющие делать укрупненные расчеты при конструировании изделий или разработке новой продукции.

Трудоемкость, длительность и стоимость технической подготовки производства могут быть определены на основе установленных корреляционных зависимостей по таким факторам, как количество деталей и узлов в конструкции, категория сложности изделия, новизна конструкции, степень унификации, среднее количество операций на одну деталь, коэффициент оснащенности, степень механизации и автоматизации.

После определения длительности всех этапов технической подготовки составляется календарный план ее осуществления в форме ленточного, линейного или сетевого графика. В целях ускорения подготовки она должна планироваться с возможно высокой степенью параллельности. Наибольшее распространение на практике получили графики линейного типа, в особенности при небольшом объеме проектируемых работ и краткосрочности этапов их осуществления. Связано это с простотой и удобством их графического построения, наглядностью изображаемых процессов. При освоении сложных объектов современной техники планирование и управление разработками выполняется при помощи методов сетевого планирования и управления (СПУ).

Системы сетевого планирования представляют собой совокупность графических и расчетных методов, организационных и управленческих приемов, позволяющих моделирование сложных процессов создания новой

техники и оперативное управление ходом работ по ее созданию. Основным плановым документом в системе сетевого планирования является сетевой график.

Наиболее эффективным методом планирования и оперативного регулирования технологии подготовки производства (ТПП) является метод *сетевого планирования и управления* (СПУ). Этот графоаналитический метод позволяет на основе системного подхода ко всем соисполнителям четко скоординировать весь комплекс работ технических, производственных и экономических подразделений, направленных на качественное и ускоренное выполнение заданий по ТПП. Применяемый СПУ график представляет собой графическую модель комплекса работ, отражающую последовательность и логическую взаимосвязь между работами.

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

Сетевое планирование и управление (СПУ) – это также графоаналитический метод управления процессами создания (проектирования) любых систем.

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

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

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

В процессе исходного планирования выполняются следующие основные этапы:

- расчленение всего комплекса работ, выдача ответственным исполнителям заданий на составление фрагментов свободной сетевой модели в виде первичной модели на порученный объем работы;
- построение и расчет сетевых моделей;
- построение, расчет, анализ и оптимизация свободной сетевой модели по всему комплексу работ;
- разработка необходимых плановых документов.

На последней стадии – оперативное управление ходом работ с определенной периодичностью в зависимости от общего срока разработки службой СПУ.

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

Сетевой график – это полная графическая модель комплекса работ, направленных на выполнение единого задания, в котором (модели) определяются логические взаимодействия и последовательность работ.

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

По своей физической природе работы можно рассматривать как действие (заливка фундамента бетоном, составление заявки на материалы, изучение конъюнктуры рынка), процесс (старение отливок, выдерживание вина, травление плат) и ожидание (процесс требующий только затраты времени и не потребляющий никаких ресурсов; является технологическим или организационным перерывом между работами, непосредственно выполняемыми друг за другом).

Работа в сетевом графике изображается стрелкой, длина которой не зависит от продолжительности работы. Действительная работа обозначается сплошной стрелкой с указанием над ней времени (в секундах, минутах, часах, неделях), фиктивная – пунктирной.

Желательно выдерживать общее направление стрелок так, чтобы

исходное событие располагалось слева, а завершающее – справа. Номер события, из которого выходит работа, должен быть меньше номера события, в который работа входит. Для этого используется специальный алгоритм, основанный на ранжировании работ. Стрелки по возможности изображаются горизонтальными линиями без лишних пересечений.

Событие – результат произведенной работы. В отличие от работы, имеющей протяженность во времени, событие представляет собой только момент окончания работы. Каждое событие может быть отправным моментом для начала последующих работ.

События изображаются на графике кружками или другими геометрическими фигурами. Событие, в отличие от работы, не является процессом, оно не имеет длительности, так как совершается мгновенно и не сопровождается затратами времени и ресурсов.

Любое промежуточное событие, за которым начинается данная работа (работы), называется *начальным* и обозначается символом «i». Любое промежуточное событие, которому непосредственно предшествуют данные работы (работа), называется *конечным* и обозначается «j».

Первоначальное событие в сети, не имеющее предшествующих ему событий, т. е. отражающее начало выполнения всего комплекса работ, называется *исходным* и обозначаются «J». Событие, которое не имеет последующих событий и отражает конечную цель комплекса работ, называется *завершающим* и обозначается символом «C».

Любая последовательность работ в сетевом графике, в котором конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, называется *путем*.

В сетевом графике различают несколько видов путей:

- от исходного события до завершающего (I – C) – полный путь;
- от исходного события до данного (I – i(j)) – путь, предшествующий данному событию;
- от данного события до завершающего (i(j) – C) – путь, последующий за данным событием;
- между двумя какими-либо промежуточными событиями (i, j) – путь между событиями i и j;
- путь между исходными и завершающим событием, имеющий наибольшую продолжительность (I – C)_{max} – критический путь, изображается жирными стрелками.

Для правильного отображения взаимосвязи между работами сетевого графика при его построении необходимо соблюдать ряд правил.

1. Если работы А, Б и В выполняются последовательно, то на сетевом графике изображаются по горизонтали одна за другой (рис. 9).

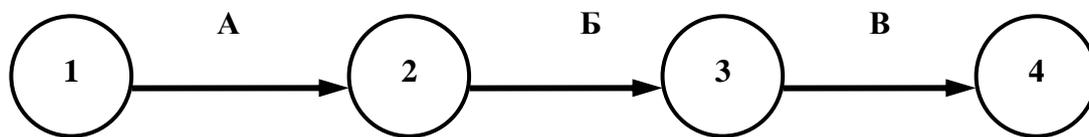


Рис. 9. Правила построения сети

2. Если результат работы А необходим для выполнения работ Б и В, то на сетевом графике это отображается следующим образом (рис. 10).

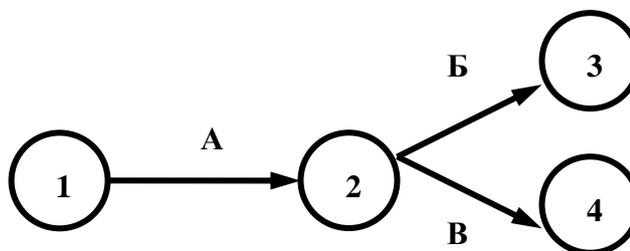


Рис. 10. Правила построения сети

3. Если результат работ Г и Д необходим для выполнения работы Е, то на сетевом графике это изображается так (рис. 11).

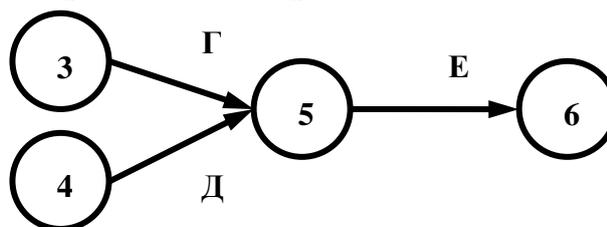


Рис. 11. Правила построения сети

4. Работы сетевого графика не должны иметь одинакового кода. Если работы А, Б, В выходят из одного события и выполнение необходимо для свершения одного и того же события, то вводятся дополнительные фиктивные работы (рис. 12).

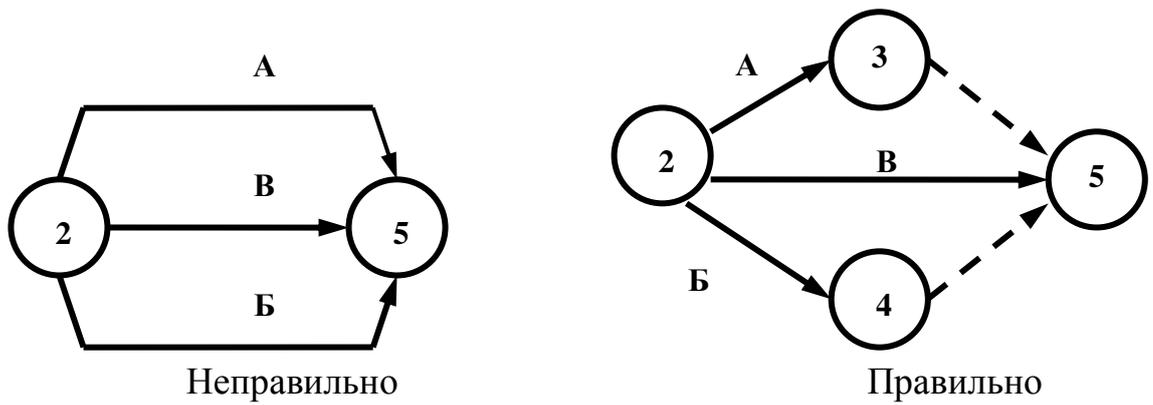


Рис. 12. Правила построения сети

5. Если работы Б, В и Г начинаются после частичного выполнения работы А, то работа А разбивается на части А1, А2 ... Аi и т. д., при этом каждая работа А в сетевом графике считается самостоятельной (рис. 13).

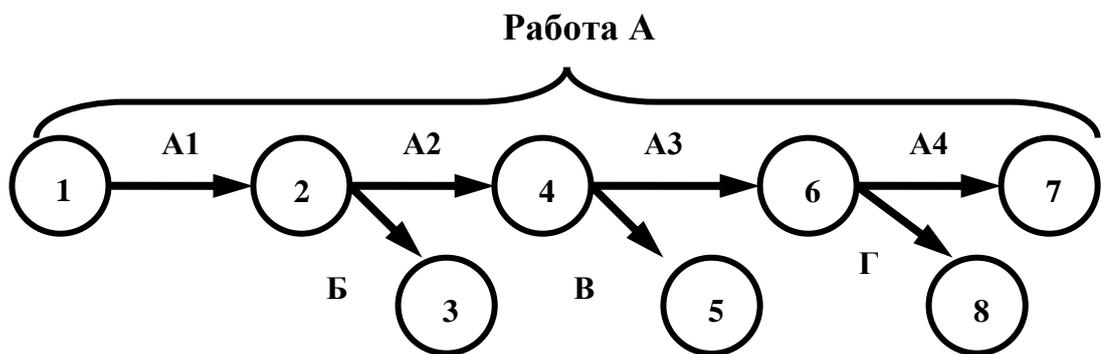


Рис. 13. Правила построения сети

6. Если для начала работы Ж необходимо выполнение работ В и Г, а для начала работы Д – выполнение работы Г, то в сетевой график вводится дополнительная фиктивная работа (рис. 14).

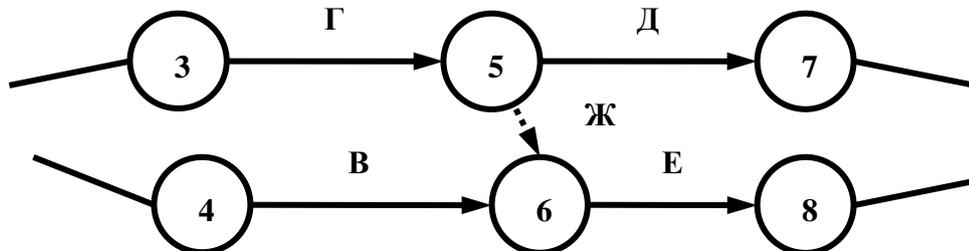


Рис. 14. Правила построения сети

7. Если после окончания работы А можно начать работу Б, а после окончания работы В – работу Г, а работа Д может быть начата только после

окончания работ А и В, то на сетевом графике это изображается с помощью двух дополнительных фиктивных работ (рис. 15).

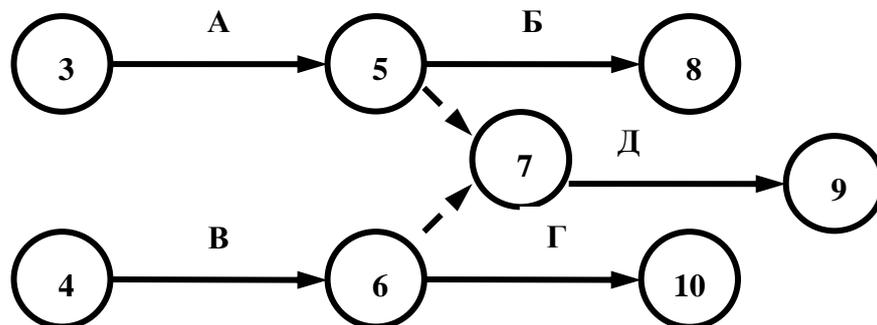


Рис. 15. Правила построения сети

8. В сетевом графике не должно быть замкнутых циклов, возвращающихся к тому событию, из которого они вышли. На рис. 16 замкнутый цикл образовался из событий 3, 4, 2, 3. Наличие цикла в сети свидетельствует об ошибке в исходных данных или в неправильном изображении взаимосвязи работ.

Такая ситуация чаще возникает в больших и сложных сетях, которые разрабатываются несколькими исполнителями. При обнаружении подобной ошибки сетевого графика после выяснения причины ее необходимо исправить (рис. 16).

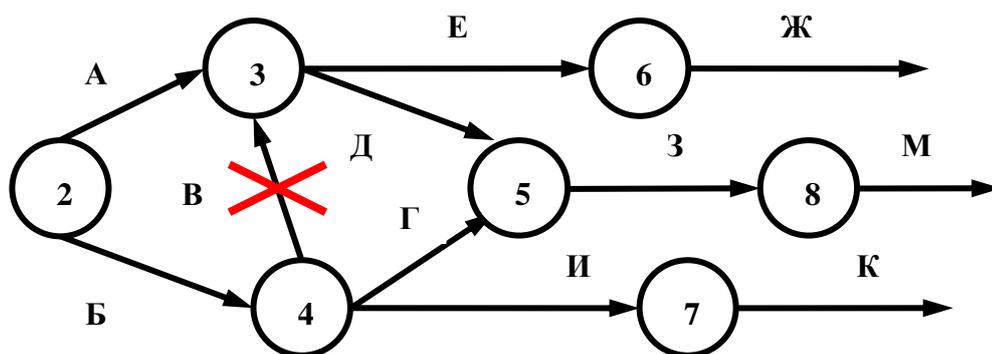
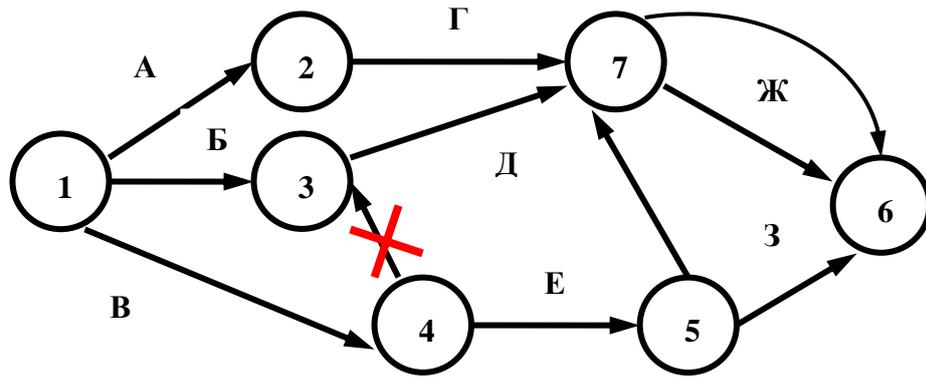
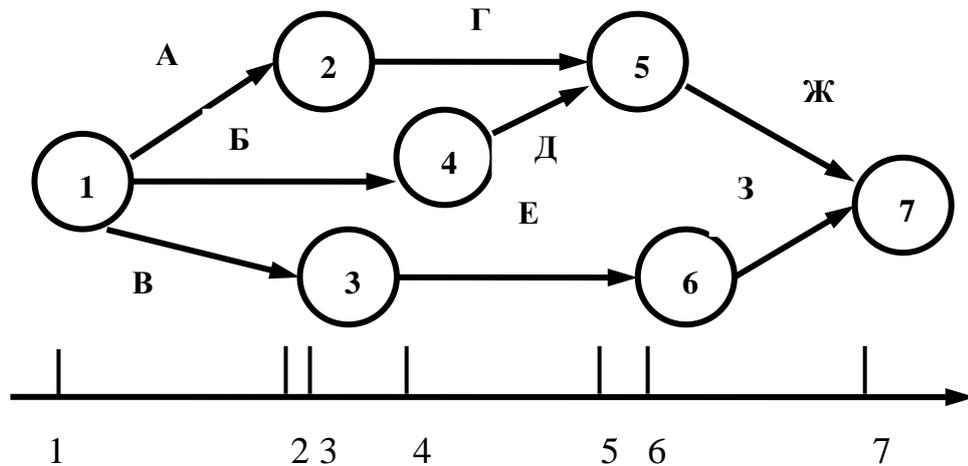


Рис. 16. Правила построения сети

9. События следует кодировать так, чтобы номер начального события данной работы был меньше номера конечного события этой работы (рис. 17).



Неправильно



Правильно

Рис. 17. Проекция на оси времени

10. В одноцелевом сетевом графике не должно быть «тупиков», т. е. таких событий, из которых не выходит ни одной работы (событие 3 на рис. 10). Если в сети кроме завершающего появилось еще одно событие, из которого не выходит ни одной работы, это означает либо ошибку при построении сетевого графика, либо планирование ненужной работы Б, результат которой никого не интересует (рис. 18).

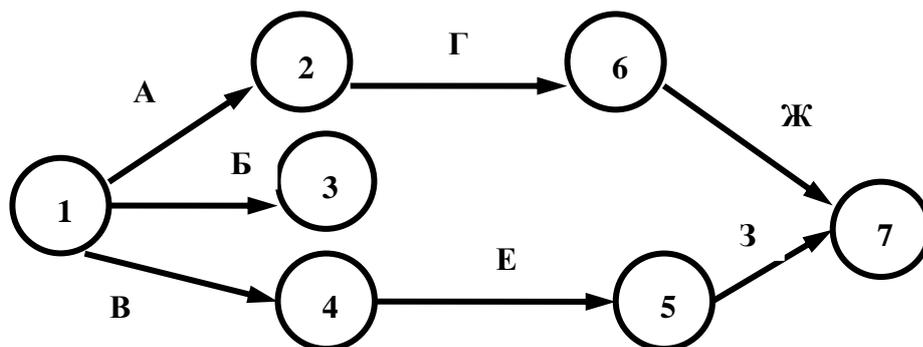


Рис. 18. Правила построения сети

11. В сетевом графике не должно быть «хвостов», т. е. событий, в которые не входит ни одной работы, если эти события не являются исходными для данного сетевого графика (событие 4 на рис. 19). Если это правило нарушено и в сети кроме исходного появилось еще одно событие, в которое не входит ни одной работы, это означает либо ошибку при составлении сетевого графика, либо отсутствие работы, результат которой необходим для начала работы (Б).

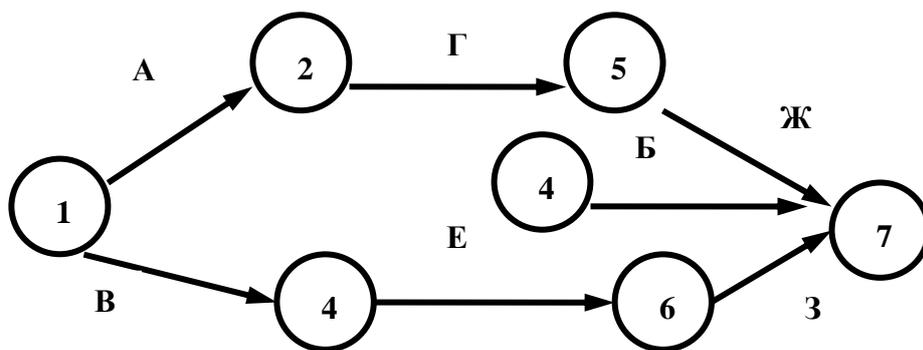


Рис. 19. Правила построения сети

12. При укрупнении сетевых графиков группа работ может изображаться как одна работа, если в этой группе имеется одно конечное событие и если эти работы выполняются одним исполнителем при наличии в группе входных и выходных работ.

Продолжительность укрупненной работы равна продолжительности наибольшего пути от начального до конечного событий этой группы работ.

Таким образом, можно сказать, что системы сетевого планирования представляют собой совокупность графических и расчетных методов, организационных и управленческих приемов, которые являются эффективным методом планирования и оперативного регулирования.

Применяемый СПУ график представляет собой графическую модель комплекса работ, отражающую последовательность и логическую взаимосвязь между работами. При предварительном планировании определяется структура разработки, взаимосвязи, последовательность выполнения отдельных стадий и этапов, состав и взаимосвязь организаций-соисполнителей, ориентировочные сроки поставок, потребности в основных ресурсах и инвестициях.

Изображение топологии сетевого графика начинаем с исходного события и работ, выходящих из него. В нашем примере исходными событиями являются работы А, Б и В. Работы Г и Д являются последующими работами относительно работы А (рис. 20).

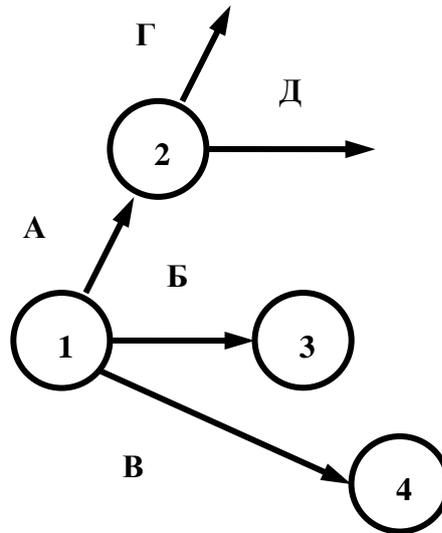


Рис. 20. Правила построения сети

Работа Е зависит от выполнения работ Г и Д. Правильное отображение достигается путем введения фиктивных работы Г' и Д'. Работа Л зависит от выполнения работ Б и В. Правильное отображение достигается путем введения фиктивных работы Б' и В'.

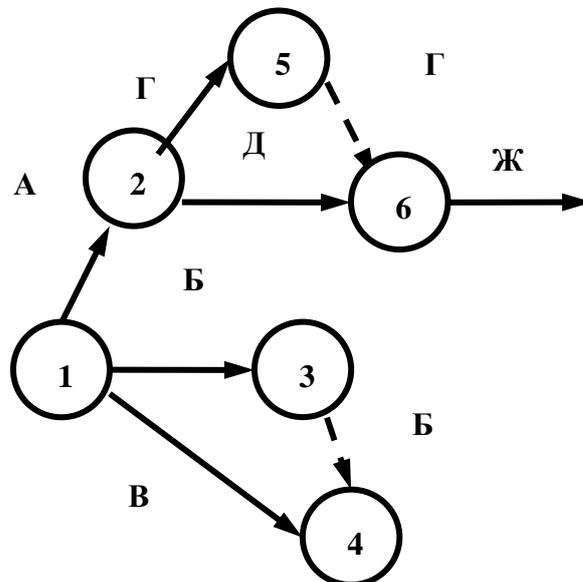


Рис. 21. Правила построения сети

Работа Е зависит от предшествующей ей работы Г. Работа З зависит от выполнения работы Б. Работа И зависит от выполнения работы 3. Выполнение работы М зависит от работ И, Ж. Завершающим событием в данном примере является выполнение работы К, которое зависит от свершения работ Ж и К (рис. 22). Произведем кодирование работ топологии сетевого графика. Нумерация при этом должна соответствовать правилам нумерации.

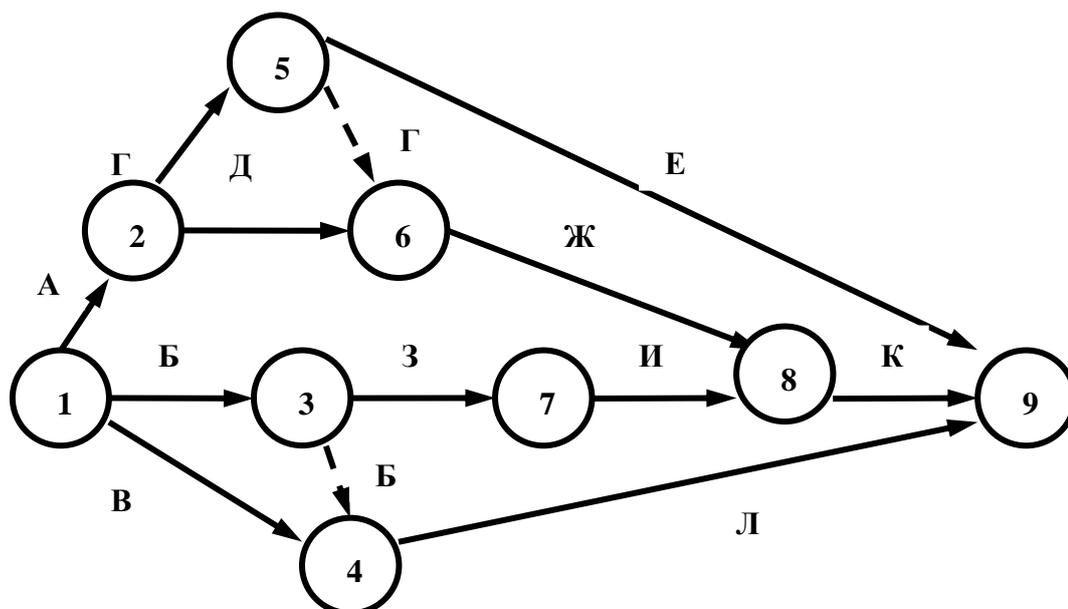


Рис. 22. Правила построения сети

Существуют разные методы сетевого планирования.

Модели, в которых взаимная последовательность и продолжительности работ заданы однозначно, называются *детерминированными сетевыми моделями*. К наиболее популярным детерминированным моделям относятся метод построения диаграмм Ганта и метод критического пути (СРМ).

Если продолжительность каких-то работ заранее нельзя задать однозначно или если могут возникнуть ситуации, при которых изменяется запланированная заранее последовательность выполнения задач проекта, например, существует зависимость от погодных условий, ненадежных поставщиков или результатов научных экспериментов, детерминированные модели неприменимы. Чаще всего такие ситуации возникают при планировании строительных, сельскохозяйственных или научно-исследовательских работ. В этом случае используются *вероятностные модели*, которые делятся на два типа:

- неальтернативные – если зафиксирована последовательность выполнения работ, а продолжительность всех или некоторых работ характеризуется функциями распределения вероятности;

- альтернативные – продолжительность всех или некоторых работ и связи между работами носят вероятностный характер. Рассмотрим некоторые из них.

Работы, лежащие на критическом пути, не имеют резервов времени. Поэтому несоблюдение сроков выполнения любой работы на критическом пути ведет к срыву общего срока выполнения всего комплекса. Работы, не лежащие на критическом пути, имеют резерв времени.

Прежде чем определить критический путь, необходимо рассчитывать ранний и поздний сроки свершения событий, а также резерв времени по каждому событию. События с нулевым резервом времени и укажут на прохождение критического пути. Ранний срок свершения события (t_j^o) характеризует наиболее ранний срок возможных сроков наступления того или иного события. Срок его свершения определяется величиной наиболее длительного отрезка пути от исходного события до рассматриваемого.

Ранний срок свершаемого события определяется так:

$$t_j^o = \max [t_i^o + t_{ij}], \quad (38)$$

где t_j^o – ранний срок свершения последующего;

t_i^o – ранний срок свершения предшествующего события;

t_{ij} – продолжительность работы ij , связывающей событие i с событием j .

Поздний срок свершения события t_i^i характеризует дату наиболее позднего из допустимого срока свершения того или иного события. Поздний срок свершения событий находится по следующей формуле:

$$t_i^i = \min [t_j^i + t_{ij}], \quad (39)$$

где t_i^i – позднее время свершения предшествующего события;

t_j^i – позднее время свершения последующего события.

Если расчет ранних сроков свершения события ведется слева направо, от начального события к конечному, то при определении поздних сроков свершения событий расчет нужно вести справа налево – от конечного события к начальному.

Резерв времени события представляет собой разность между поздним и ранним срок свершения события:

$$R_i = t_i^i - t_i^o \quad (40)$$

Резерв времени для событий показывает, на какой предельно допустимый период времени может задержаться свершение того или иного события, не вызывая при этом опасности срыва срока свершения первого события. Если резерв будет полностью использован, событие попадает на критический путь. Алгоритмы расчетов остальных параметров сетевого графика сведены в табл. 5.

Таблица 5

Формулы для расчета сетевой модели

Наименование параметров	Расчетная формула	Условные обозначения
Раннее начало работы	$T_{i-f}^{pn} = T^p$	T_{i-f}^{pn} – раннее начало работы;

		T_j^p – раннее совершение события
Раннее окончание работы	$T_{i-j}^{p.o} = T_{i-j}^{p.n} + t_{i-j}$	$T_{i-j}^{p.o}$ – раннее окончание; t_{i-j} – продолжительность работы
Позднее начало работы	$T_{i-j}^{n.n} = T_j^n - t_{i-j}$	$T_{i-j}^{n.n}$ – позднее начало работы
Позднее окончание работы	$T_{i-j}^{n.o} = T_j^n$	$T_{i-j}^{n.o}$ – позднее окончание работы; T_j^n – позднее совершение события
Полный резерв времени работы	$R_{nij} = T_j^n - T_j^p - t_{ij}$	R_{nij} – полный резерв времени работы
Полный резерв времени пути	$R(L_i) = t(L_{кр}) - t(L_i)$	$R(L_i)$ – полный резерв времени работы; $t(L_{кр})$ – продолжительность критического пути; $t(L_i)$ – продолжительность анализируемого пути

Если сроки выполнения всех работ не укладываются в директивные, необходимо произвести оптимизацию сети. В этих целях можно, во-первых, увеличить количество исполнителей, во-вторых, произвести перераспределение трудовых ресурсов путем переключения части работников с работ, лежащих на критическом пути.

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

Глоссарий

Автоматизация – процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам.

Автоматизированная система управления – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия.

Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.

Аутсорсинг – передача организацией на основании договора определенных бизнес-процессов или производственных функций на обслуживание другой компании, специализирующейся в соответствующей области.

Гибкая производственная система – совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

Диверсификация – расширение ассортимента выпускаемой продукции и переориентация рынков сбыта, освоение новых видов производств с целью повышения эффективности производства, получения экономической выгоды, предотвращения банкротства.

Диспетчеризация – централизация оперативного контроля и координация управления производственными процессами с целью обеспечения согласованной работы отдельных звеньев предприятия или группы предприятий для достижения наивысших технико-экономических показателей, выполнения графиков работ и производственной программы.

Задел оборотный – количество предметов труда, предназначенное для выравнивания производительности на смежных операциях, находящееся на рабочих местах в ожидании процесса обработки. Обратные заделы возникают между смежными операциями прерывистых (прямоточных) поточных линий как в случаях различной их производительности (или штучного времени), так и при равной производительности, но при смещении во времени периодов работы на смежных операциях.

Задел технологический (производственный) – количество заготовок, деталей, сборочных единиц (шт.), находящихся в данный момент на разных стадиях производственного процесса (неоконченной обработкой, сборкой, испытанием).

Индустриализация – процесс ускоренного социально-экономического перехода от традиционного этапа развития к индустриальному, с преобладанием промышленного производства в экономике.

Инновации – внедренное новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком.

Комбинирование – форма организации производства, основанная на технологическом и организационном соединении в одном предприятии различных производств.

Комплексная механизация – применение механизмов (средств механизации) и устройств для полного или частичного освобождения человека от выполняемой им работы по контролю при получении, обработке, передаче и использовании энергии, материалов, информации и др.

Конверсия – переход предприятий с производства военной промышленности на производство гражданской.

Концентрация – форма организации производства, основанная на сосредоточении средств производства и рабочей силы на крупных предприятиях в целях роста производства однородной продукции.

Кооперирование – организация производственных связей между предприятиями, совместно изготавливающими определенную продукцию, но сохраняющими самостоятельность.

Коэффициент использования ресурсов (металлов) – рациональный расход материальных ресурсов (сырье, материалы), т. е. отношение веса готового изделия к общему расходу материала на единицу продукции или весу заготовки.

Линия поточная – совокупность рабочих мест, расположенных по ходу технологического процесса, предназначенная для выполнения строго закрепленных за ними операций.

Мощность производственная – максимальный возможный выпуск продукции предприятием за определенный период.

Номенклатура продукции – количество наименований изделий, закрепленных за производственной системой.

Операция – часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте, над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми или собираемыми изделиями, одним или несколькими рабочими.

Оснастка технологическая – средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса (режущий инструмент, штампы, приспособления, модели, литейные формы и пр.).

Программа производственная – развернутый план производства и реализации продукции в стоимостном выражении на определенный плановый период (годовая программа).

Производительность труда – мера эффективности труда. Производительность труда измеряется количеством продукции, выпущенной работником за единицу времени.

Производство единичное – производство, характеризуемое малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается.

Производство массовое – производство, характеризуемое большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция.

Производство серийное – производство, характеризуемое изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями.

Процесс производственный – целенаправленное взаимодействие персонала предприятия, средств производства и в некоторых случаях природных условий, в результате которого предметы труда подвергаются физическим, химическим, механическим воздействиям и превращаются в готовые изделия.

Рабочее место – часть производственной площади, где рабочий или группа рабочих выполняет отдельную операцию по изготовлению продукции или обслуживанию процесса производства, используя при этом соответствующее оборудование и техническую оснастку.

Специализация – форма организации производства, основанная на сосредоточении производства на относительно узких направлениях деятельности, т. е. на выполнении отдельных технологических процессов, выпуске определенных видов продукции, предоставлении определенных видов услуг.

Стандартизация – деятельность по разработке, опубликованию и применению стандартов; также деятельность по установлению норм, правил и характеристик в целях обеспечения безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества, технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции; качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии; единства измерений; экономии всех видов ресурсов; безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций; обороноспособности и мобилизационной готовности страны.

Структура предприятия общая – комплекс производственных подразделений, организаций по управлению предприятием и обслуживанию работников, их количество, формы взаимосвязи и соотношения между ними.

Структура предприятия производственная – состав цехов и служб предприятий с указанием связей между ними.

Такт потока – промежуток времени, отделяющий выход одной детали от другой.

Тейлоризм – одна из теорий управления, или научная организация труда, проанализировавшая и обобщившая рабочие процессы. Ее основной целью было повышение экономической эффективности, особенно производительности труда. Основоположник теории – Фредерик Уинслоу Тейлор (1856–1915 гг.).

Технологический процесс – часть производственного процесса, связанная с действиями, направленными на изменение свойств и (или) состояния обращающихся в процессе веществ и изделий.

Технологичность – одна из комплексных характеристик технического устройства (изделие, устройство, прибор, аппарат), которая выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества.

Трудоемкость – затраты рабочего времени на производство единицы продукции. В зависимости от состава включаемых в нее трудовых затрат различают технологическую трудоемкость, трудоемкость обслуживания производства, производственную трудоемкость и трудоемкость управления производством.

Унификация – приведение различных видов продукции и средств ее производства к рациональному минимуму типоразмеров, марок, форм, свойств и т. п.

Участки производственные – группы рабочих мест, где осуществляется относительно локальная законченная часть производственного процесса – либо по изготовлению части (детали, узла) готового продукта, либо по выполнению стадии технологического процесса.

Хронометраж – метод изучения затрат рабочего времени на выполнение повторяющихся ручных и машинно-ручных элементов трудовых операций путем замеров их продолжительности и анализа условий их выполнения.

Цех – административно обособленное звено, в котором изготавливается продукция (или часть ее) или выполняется определенная стадия производственного процесса.

Цех ширпотреба – цех, производящий продукцию, не свойственную профилю предприятия, но потребляемую другими отраслями народного хозяйства и населением.

Цикл производственный – это календарный период времени, в течение которого материал, заготовка или другой обрабатываемый предмет проходит все операции производственного процесса или определенной его части и превращается в готовую продукцию (или в готовую ее часть). Он выражается в календарных днях или (при малой трудоемкости изделия) в часах.

Библиографический список

1. Аврашков, Л. Я. Экономика предприятия : учеб. для вузов / Л. Я. Аврашков, В. В. Адамчук, О. В. Антонова. М. : Банки и биржи : ЮНИТИ, 2008. 742 с.
2. Гоков, А. Организация управления на промышленном предприятии: современные тенденции / А. Гоков // Проблемы теории и практики управления. 2010. № 9. С. 118–126.
3. Грузинов, В. П. Экономика предприятия : учеб. для вузов / В. П. Грузинов. М. : Банки и биржи : ЮНИТИ, 2009. 535 с.
4. Дубровин, И. А. Экономика и организация производства : учеб. пособие / И. А. Дубровин, А. Р. Есина, И. П. Стуканова. М. : Издательско-торговая корпорация Дашков и Ко, 2008. 356 с.
5. Зайцев, Н. Л. Экономика промышленного предприятия : учеб. / Н. Л. Зайцев. 4-е изд. М. : Инфра-М, 2002. 384 с. (Сер. «Высш. образование»).
6. Зологоров, В. Г. Организация и планирование производства : учеб. для вузов / В. Г. Зологоров. М. : ФУАинформ, 2001. 528 с.
7. Иванов, И. Н. Организация производства на промышленных предприятиях : учеб. / И. Н. Иванов. М. : ИНФРА-М, 2009. 351 с.
8. Производственный менеджмент : учебник для вузов / под ред. С. Д. Ильенковой. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000.
9. Карпей, Т. В. Экономика, организация и планирование промышленного производства : учеб. пособие для учащихся вузов / Т. В. Карпей. Изд-е 4-е, испр. и доп. Мн. : Дизайн ПРО, 2004. 328 с.
10. Производственный менеджмент : учеб. / под ред. В. А. Козловского. М. : ИНФРА-М, 2003. 570 с.

11. Новицкий, Н. И. Организация, планирование и управления производством : учеб.-методическое пособие / Н. И. Новицкий, В. П. Пашуто ; под ред. Н. И. Новицкого. М. : Финансы и статистика, 2007. 576 с.
12. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент) : учеб. для вузов по машиностроительным и приборостроительным специальностям / под ред. Ю. В. Скворцова, Л. А. Некрасова. М. : Высш. шк., 2005. 470 с.
13. Стариков, Е. В. Основы автоматизированного проектирования : учеб. / Е. В. Стариков. М. : КНОРУС, 2002. 407 с.
14. Горелик, О. М. Производственный менеджмент: принятие и реализация управленческих решений : учеб. пособие / О. М. Горелик. М. : КНОРУС, 2007. 272 с.
15. Сачко, Н. С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством : учеб. / Н. С. Сачко. Мн. : Новое изд., 2005. 636 с.
16. Серебренников, Г. Г. Организация производства : учеб. пособие / Г. Г. Серебренников. Тамбов : Изд-во Тамбовского гос. технического ун-та, 2004. 96 с.
17. Сеница, Л. М. Организация производства : учеб. для студентов высш. учеб. заведений по специальности «Экономика и управление на предприятии» / Л. М. Сеница. Мн. : ИВЦ Минфина, 2008. 540 с.
18. Стерлигова, А. Н. Операционный (производственный) менеджмент : учеб. пособие / А. Н. Стерлигова, А. В. Фель. М. : ИНФРА-М, 2009. 187 с.
19. Тюленев, Л. В. Организация машиностроительного производства : учеб. для вузов / Л. В. Тюленев. М. : Бизнес-пресса ИД, 2001. 304 с.