

1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. СОЦИАЛИСТИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ И ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1.1. Предприятия и производственные объединения — основные первичные звенья машиностроения

Производственные объединения и предприятия являются основными производителями промышленной продукции. Силами своего коллектива они осуществляют производственно-хозяйственную деятельность в соответствии с государственным планом и заключенными договорами на основе полного хозрасчета, самофинансирования и самоокупаемости, используют предоставленную в их распоряжение обособленную часть общенародной собственности (здания, сооружения, оборудование, транспортные средства, сырье, материалы и т.д.), имеют самостоятельный баланс и являются юридическими лицами. Они представляют собой, таким образом, относительно обособленные производственно-хозяйственные образования. Однако, являясь звеньями единого народнохозяйственного комплекса, они строят свою деятельность, развиваются на основе государственных заказов, контрольных цифр и экономических нормативов в интересах всего народного хозяйства и социалистического общества в целом. Именно известная обособленность, самостоятельность в производственной и хозяйственной деятельности предприятий и производственных объединений позволяет считать их первичными звеньями промышленности и его отраслей, в том числе и машиностроения.

История развития системы управления промышленностью в нашей стране сложилась так, что до середины 70-х годов основным первичным звеном являлось социалистическое производственное предприятие. При этом наряду со значительным количеством крупных промышленных предприятий, располагавших мощным производственным потенциалом, было немало небольших предприятий с ограниченными ресурсами. К 1973 г., например, на долю крупных предприятий с объемом производства свыше 10 млн. руб. в год, составлявших около 15% общего числа предприятий, приходилось около 75% всей промышленной продукции. В то же время 36% всех предприятий имели объем производства до 1 млн. руб. в год и производили лишь около 2% промышленной продукции страны.

В этих условиях ЦК КПСС и Совет Министров СССР в 1973 г. приняли постановление «О некоторых мероприятиях, по дальнейшему совершенствованию управления промышленностью», в соответствии с которым в последующие годы в промышленности был осуществлен переход на создание более крупных, экономически более мощных, чем предприятия, звеньев — производственных и научно-производственных объединений. Однако, как подчеркивал на XXVII съезде КПСС М. С. Горбачев, вопрос рационального сочетания крупных, средних и мелких предприятий требует вдумчивого подхода. «Как показывает опыт, небольшие, технически хорошо оснащенные предприятия... могут быстрее и гибче учитывать технологические новшества, изменения спроса, оперативнее удовлетворять нужды в мелкосерийной и штучной продукции, лучше использовать свободные трудовые ресурсы, особенно в малых городах».

Производственное объединение (ПО) представляет собой единый производственно-хозяйственный комплекс, включающий в себя заводы, исследовательские, конструкторские и технологические подразделения. Производственные объединения, концентрирующие значительные трудовые, материальные и финансовые ресурсы, могут самостоятельно, за счет собственных средств решать вопросы расширения производства, обновления оборудования, создания и освоения новых видов продукции, внедрения новых технологических процессов. Они имеют большие, чем предприятия, возможности развития производства на принципах полного хозрасчета и самофинансирования. Производственные объединения, созданные в машиностроении, включают обычно в качестве своих структурных подразделений предприятия, связанные между собой устойчивыми кооперированными связями, ориентированные на выпуск общей для них конечной продукции. При создании

производственных объединений учитывается также и территориальная близость включаемых в их состав предприятий.

Главная сфера деятельности как предприятий, так и производственных объединений — производство продукции. Хотя многие из них, особенно производственные объединения, имеют в своем составе научно-исследовательские подразделения (центры), тем не менее проводимые в них исследования носят в основном подчиненный производству характер.

Другая разновидность объединений — научно-производственные объединения (НПО) представляют собой организации, обеспечивающие перспективное развитие какой-либо отрасли техники. Они являются одной из наиболее удачных организационных форм внедрения достижений научно-технического прогресса в производство. Именно в них успешно решается задача создания и внедрения в производство в кратчайшие сроки новой высокопроизводительной техники и технологии.

Если для предприятий и производственных объединений основной целью деятельности является развернутый серийный или массовый выпуск продукции, то перед НПО, хотя и имеющими развитую производственную базу, поставлены иные задачи:

ускорение научно-технического прогресса в отрасли путем создания и внедрения в производство новых;

прогрессивных видов машин, оборудования, приборов, прогрессивных систем управления; передача предприятиям и производственным объединениям разработанной конструкторской и технологической документации для организации серийного и массового выпуска продукции;

помощь в монтажных и пусконаладочных работах и в организации выпуска новой продукции;

разработка научно-технических прогнозов и путей решения основных научно-технических проблем, направленных на повышение научно-технического уровня производства и продукции отрасли.

В соответствии с этими задачами в составе научно-производственного объединения есть научно-исследовательские, конструкторские, технологические подразделения, а также опытные или серийные производства. Деятельность всех подразделений в НПО в целом подчиняется главной задаче — внедрению новых научных идей и технических решений в серийное и массовое производство через конструкторскую, проектную, технологическую документацию, опытное изделие, опытную (пробную) партию.

Научно-производственные объединения в машиностроении специализируются на создании машин, приборов, оборудования, механизмов (НПО ЭНИМС, «Конденсатор», «Спектр», «Криоген-маш»), средств механизации и автоматизации (НПО «Союзгаз-автоматика», «Пищепромавтоматика»), новых материалов и технологических процессов (НПО «Пластполимер»).

Тенденцией развития научно-производственных объединений является возрастание роли научных подразделений в их структуре. Лидирующее положение в них начинают занимать научные исследования. Это отражено и в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ускорению научно-технического прогресса в народном хозяйстве» (1983), которым ряду машиностроительных министерств разрешено переводить научно-производственные объединения на планирование их деятельности по показателям, характерным для научных организаций.

Ещё большими, чем ПО и НПО, возможностями для развития производства и практического использования достижений научно-технического прогресса располагают государственные производственные объединения (ГПО), в состав которых включаются самостоятельные в хозяйственном отношении предприятия, объединения и организации.

Система научно-производственных объединений непрерывно совершенствуется, появляются новые организационные формы интеграции науки и производства. Так, по инициативе АН СССР широкое развитие получают межотраслевые научно-технические комплексы (МНТК). Они выполняют фундаментальные и прикладные научные

исследования (см. § 2.2.1) и доводят их результаты до промышленного использования. В комплексы включаются академические и отраслевые научные организации, специализированные конструкторские бюро, предприятия. Привлекаются к решению научно-технических проблем и кафедры высшей школы.

Таблица 1.1. Структурные особенности предприятий и объединений

| | <i>Предприятие</i> | <i>Производственное объединение</i> | <i>Научно-производственное объединение</i> |
|---|------------------------|--|---|
| <i>Производственные подразделения</i> | Цехи | Структурные (производственные) единицы | Структурные единицы (научно-исследовательские, конструкторские и тому подобные организации, заводы) |
| <i>Основная цель деятельности</i> | Изготовление продукции | Изготовление продукции | Создание и внедрение в производство новой техники на основе использования новейших достижений НТП |
| <i>Хозяйственная самостоятельность производственных подразделений</i> | Отсутствует | Ограниченная | Ограниченная |

В технико-экономическом отношении предприятия и объединения представляют собой прежде всего систему машин, оборудования, транспортных средств, с помощью которых осуществляются взаимосвязанные производственные процессы; с социально-экономической точки зрения любое предприятие — это общность людей, объединенных едиными мотивами действия, — производственный коллектив. Характерные для социалистических предприятий и объединений черты, отличающие их от предприятий капиталистических, определяются государственным характером собственности на средства производства, местом предприятия в системе хозяйствования при социализме, правами и обязанностями работающих, наконец, мотивами и целями деятельности предприятий. Можно выделить следующие основные отличительные особенности социалистических предприятий и объединений: плановую организацию деятельности предприятий; государственный характер управления ими; сознательное отношение производственных коллективов и отдельных работающих к труду, возможность воспитания коммунистического отношения к нему.

Плановая организация деятельности как отличительная особенность социалистических предприятий не ограничивается лишь простым наличием планов работы. Деятельность любого социалистического предприятия в конечном счете увязана с развитием данной отрасли и всего народного хозяйства. Принимаемый Верховным Советом СССР закон о социальном и экономическом развитии народного хозяйства (см. 5.1) на соответствующий период времени (пятилетку, год) непосредственно материализуется, выполняется всеми отраслями в целом и каждым машиностроительным предприятием в отдельности. Следовательно, плановая организация деятельности предприятий подразумевает обязательность выполнения установленных им государственных плановых заданий (контрольных цифр, государственных заказов).

Государственный характер управления предприятиями означает, что аппарат управления предприятием — от директора до мастера, бригадира — организует работу подчиненных коллективов прежде всего в интересах государства. Этот принцип деятельности социалистических предприятий вытекает из государственной собственности на имущество и средства, закрепленные за предприятиями, а также из высших социально-экономических целей

деятельности социалистического государства — удовлетворения материальных и культурных потребностей всего народа, а не отдельных классов, социальных групп населения (как это присуще капиталистическому производству). Однако анализ реального проявления этого принципа в конкретной деятельности предприятий, прежде всего в конкретных управленческих решениях, принимаемых аппаратом управления, показывает, что некоторые руководители предприятий понимают рассматриваемый принцип однобоко. Они стремятся обеспечивать интересы «своего» предприятия, объединения, отрасли, иногда в ущерб экономическим интересам общества в целом. Преодолению такого местнического подхода способствует функция контроля за деятельностью администрации, осуществляемая государственными органами управления, партийной организацией предприятия, общественными организациями, а также органами самоуправления трудового коллектива.

Сознательное отношение производственных коллективов и отдельных работающих к труду, возможность воспитать коммунистическое отношение к трудовой деятельности, к социалистической собственности — мощный потенциальный резерв, которым обладают социалистические предприятия и объединения. «В инициативе, энергии, живом творчестве масс, их сознательном, заинтересованном отношении к задачам созидания нового строя — вот в чем видел Ленин важнейший источник силы и жизненности социализма». Сейчас, когда партией поставлена задача ускорения социально-экономического развития страны, возрастает роль человеческого фактора, сознательного отношения каждого работающего к результативности своего труда. Как показывает опыт передовых предприятий машиностроения, продуманными методами организации производства (неформальная организация социалистического соревнования, материальное стимулирование за конечные результаты труда, эффективные и действенные формы морального стимулирования и т. д.) удается активизировать человеческий фактор в производстве, создать условия для конкретного проявления фактора сознательности, заложенного в самой демократической природе социалистического производства. Воспитанию сознательного отношения работающих к труду способствует обстановка гласности, складывающаяся в нашем обществе после XXVII съезда КПСС, а также использование в управлении предприятиями и объединениями принципа социалистического самоуправления трудового коллектива.

1.1.2. Особенности организации производственно-хозяйственной деятельности предприятий и производственных объединений

Организация деятельности предприятий и объединений, их взаимоотношения, права и обязанности регламентируются рядом нормативно-правовых документов, среди которых основным является Закон Союза Советских Социалистических Республик о государственном предприятии (объединении). В этом законе нашли отражение принципиальные решения XXVII съезда КПСС по вопросам ускорения социально-экономического развития страны. Он призван «...закрепить в деятельности предприятий сочетание планового начала и полного хозрасчета, самостоятельности и ответственности, узаконить новые формы самоуправления, рожденные творчеством масс».

В соответствии с этим Законом главная задача предприятий и объединений в промышленности — удовлетворять потребности общества и отдельных его граждан в производимой продукции, обеспечить высокое качество этой продукции при минимальных затратах на производство, увеличить вклад предприятий и объединений в ускорение социально-экономического развития страны, содействуя тем самым росту благосостояния членов своего трудового коллектива. При этом в качестве нормы деятельности предприятия и объединений провозглашается обязательность, полнота и своевременность удовлетворения требований потребителя продукции.

Осуществляя производственно-хозяйственную деятельность, предприятия и объединения выступают как юридические лица, т. е. от своего имени они приобретают права и несут

обязанности. Как юридические лица предприятия и объединения отвечают за принятые ими обязательства, могут получать банковские кредиты, заключать договоры на поставку необходимых им материалов и комплектующих изделий, коллективный договор с профсоюзной организацией, договоры на реализацию продукции. Структурные же подразделения предприятий и производственных объединений такими правами не обладают. Однако предусмотрены случаи, когда производственным объединениям могут быть подчинены самостоятельные предприятия; при этом объединение выступает по отношению к ним как вышестоящий орган. Входящие в состав объединений структурные единицы организуют свою деятельность на хозрасчетных началах. Они могут иметь отдельный баланс и счет в банке, им может быть передана часть прав в области производственно-хозяйственной деятельности, принадлежащих объединению (тем самым учтена возможная территориальная разобщенность структурных единиц, входящих в производственное объединение). Однако вне рамок объединения права его структурных подразделений (структурных единиц, входящих в него самостоятельных предприятий) ограничены. Так, государственные заказы, контрольные цифры устанавливаются только производственному объединению, а последнее уже распределяет его по своим подразделениям.

Новым в области прав предприятий и объединений как юридических лиц является предоставляемая Законом СССР о государственном предприятии (объединении) возможность их внешнеэкономической деятельности. Эта деятельность осуществляется на принципах валютной самокупаемости и самофинансирования, результат ее является составной частью итогов хозяйственной деятельности предприятий и объединений.

Каждое предприятие и объединение имеет устав, в котором отражается:
наименование предприятия (объединения), его местонахождение (почтовый адрес);
наименование вышестоящего органа, которому предприятие (объединение) непосредственно подчинено;
предмет и цель деятельности;
указание о том, что предприятие (объединение) имеет уставный фонд, т. е. закрепленные за ним основные фонды и оборотные средства;
перечень и местонахождение структурных единиц, входящих в состав объединения;
наименование должностного лица, возглавляющего предприятие (объединение).

Предприятия и объединения приобретают связанные с их деятельностью права и обязанности с момента утверждения устава вышестоящей организацией (в машиностроении — обычно министерством).

Важнейшим нормативным документом является также Положение о паспорте производственного объединения (предприятия). Паспорт разрабатывается на основе документированных данных предприятия и отражает наличие и использование производственных мощностей, организационно-технический уровень и специализацию производства, качество выпускаемой продукции, другие технико-экономические показатели, необходимые для разработки пятилетних и годовых планов.

Технико-экономические данные фиксируются в централизованно утвержденных типовых формах паспорта производственного объединения (предприятия). Данные систематизированы по разделам («Производственная мощность», «Производство продукции», «Основные фонды и капитальное строительство», «Материальные ресурсы», «Трудовые ресурсы и социальное развитие» и др.)» отражающим различные направления производственно-хозяйственной деятельности предприятий (объединений), а также социальные стороны жизни трудовых коллективов. При этом по каждому разделу предусмотрены определенные технико-экономические показатели, рассчитываемые по единой для всех предприятий и объединений методике.

Необходимость в разработке паспортов предприятий и объединений определяется принятым в промышленности порядком планирования их производственно-хозяйственной деятельности. Министерство устанавливает предприятиям (объединениям) плановые задания

(контрольные цифры, государственные заказы), а предприятия и объединения разрабатывают годовые и пятилетние планы экономического и социального развития (см. 5.1.1). Паспорта, представляющие собой, по сути, систематизированную характеристику предприятий и объединений, позволяют последним разрабатывать обоснованные планы. Министерства же получают возможность учитывать потенциальные возможности предприятий и объединений, отраженные в технико-экономических данных паспортов.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ И ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ

2.1. СИСТЕМА СОЗДАНИЯ И ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ

2.1.1. Жизненные циклы машин

«В качестве главного рычага интенсификации народного хозяйства партия выдвигает кардинальное ускорение научно-технического прогресса, широкое внедрение техники новых поколений, принципиально новых технологий, обеспечивающих наивысшую производительность и эффективность». «Деятельность предприятия в области научно-технического прогресса должна быть подчинена постоянному повышению технического уровня и организации производства, совершенствованию технологических процессов, выпуску продукции высшего качества, конкурентоспособной на мировом рынке, своевременному ее обновлению, наиболее полному удовлетворению запросов и требований потребителей». Ускорение научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства приводит к необходимости все быстрее обновлять выпускаемую машиностроительную продукцию. За период 60—80-х годов средний процент ежегодного обновления продукции возрос в 3,5—4 раза, а в наиболее прогрессивных отраслях — в 6—7 раз. Партией и правительством поставлена задача полного обновления большинства видов машиностроительной продукции не реже одного раза в пять лет при ежегодной ее модернизации. Почти полностью теперь рост производительности труда обеспечивается внедрением новой техники, более совершенными технологическими процессами и рациональной организацией производства.

Цикл жизни машины непосредственно в производстве охватывает период от начала промышленного выпуска, его наращивания, стабилизации и, наконец, спада выпуска до полного прекращения производства данных изделий (рис. 2.1). Таким образом, рассматривая промышленный выпуск новых изделий, можно установить несколько характерных зон от освоения и начала промышленного производства до снятия с производства, определяемого появлением более конкурентоспособных изделий и моральным старением данного изделия.

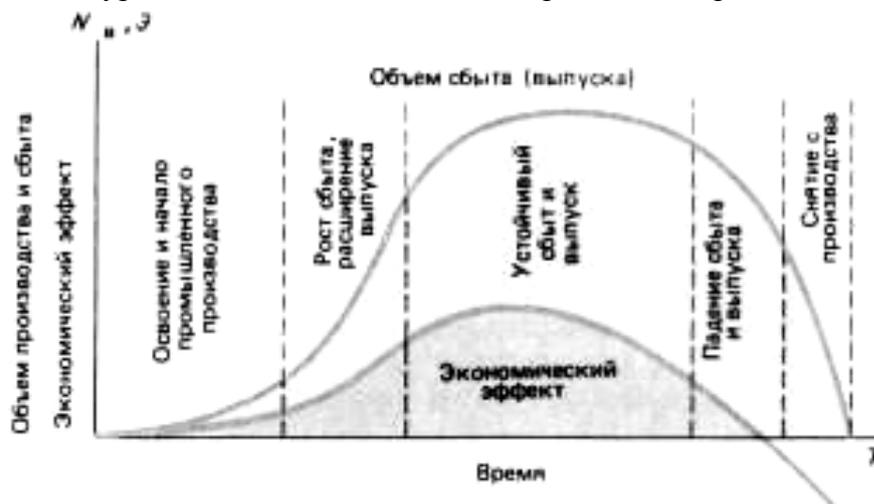


Рис. 2.1. Характерные зоны промышленного выпуска изделия

Зона освоения и начала промышленного производства, как правило, весьма растянута во времени в силу большой сложности самого процесса освоения промышленного производства. Следующая зона характеризуется резким увеличением объема выпуска и обычно очень короткая. При этом, как правило, достигается максимальный суммарный экономический эффект. Третья зона — зона устойчивого стабильного выпуска, максимального по величине. Если в первой половине этой зоны для поддержания стабильного высокого уровня экономического эффекта необходимо осуществлять работы по модернизации изделия, то уже во второй половине этой зоны экономический эффект уменьшается, и необходимо широко развернуть научно-исследовательские и конструкторские работы по разработке новых изделий, заменяющих данное. Наконец, наступают зоны резкого спада выпуска и снятия изделия с производства, когда существенно снижается экономический эффект и возможны даже его отрицательные значения. В этих зонах должна интенсивно вестись подготовка и освоение производства наиболее эффективного варианта нового изделия.

Однако эти зоны не эквивалентны стадиям жизни изделия, так как они не охватывают важнейших периодов, связанных с появлением идеи нового изделия, проведением необходимых исследований, конструкторской разработкой, технологической подготовкой производства. Поэтому для комплексного отражения всего существования изделия — от зарождения идеи вплоть до возникновения необходимости его утилизации — при исследовании организационных вопросов используется понятие жизненного Цикла изделия. Это совокупность взаимосвязанных процессов создания и последовательного изменения состояния продукции от формирования исходных требований к ней до окончания ее эксплуатации или потребления. Жизненный цикл изделий состоит стадий, этапов и отдельных работ, выполняемых для обеспечения его существования. В соответствии с «Рекомендациями единой системы государственного управления качеством продукции. Стадии жизненного цикла продукции» стадия жизненного цикла — условно выделяемая его часть, характеризующаяся спецификой направленности работ, производимых на этой, и конечными результатами. Жизненный цикл делится следующие стадии: исследование и проектирование; изготовление, обращение и реализация; эксплуатация или потребление. Более детально примерную схему полного жизненного цикла изделий отражает рис. 2.2.

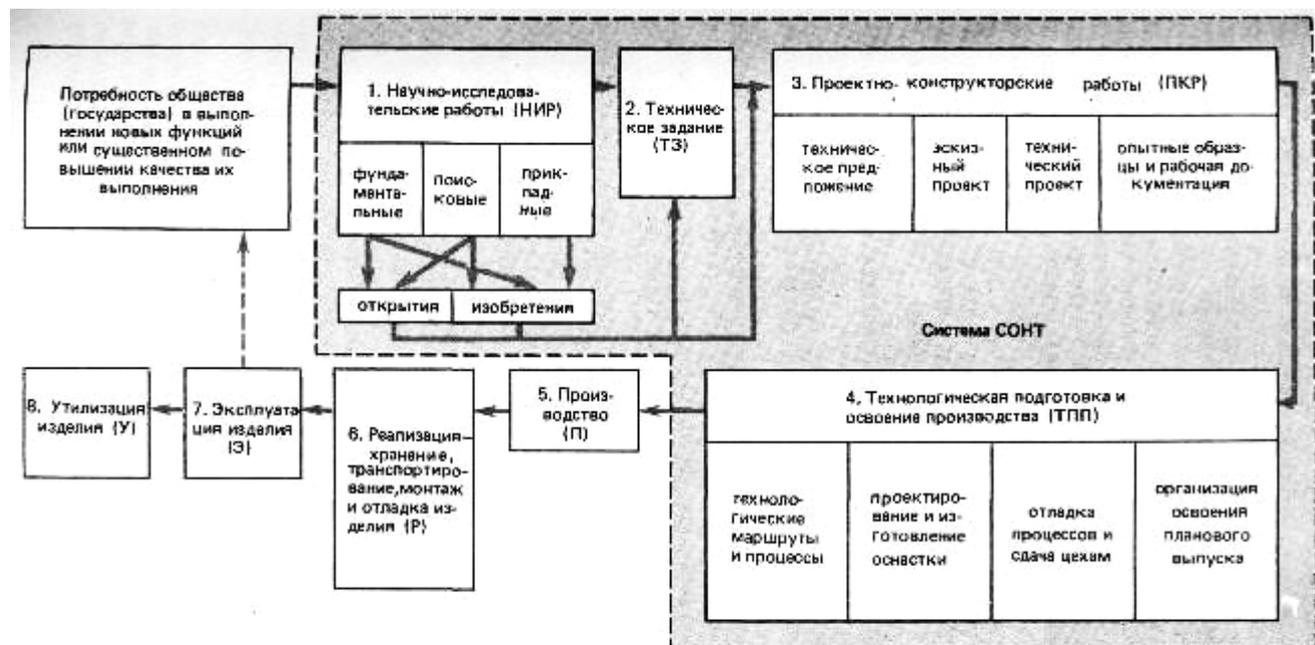


Рис. 2.2. Примерная схема стадий и этапов жизненного цикла изделия

При возникновении потребности общества, государства в выполнении техникой новых функций или в качественно новом уровне их выполнения начинается первый этап жизненного цикла (блок 1) — научно-исследовательские работы (НИР), которые могут носить фундаментальный, поисковый или прикладной характер (см. гл. 2.2). В процессе прохождения этого этапа возникают и проходят всестороннюю проверку новые идеи, реализуемые иногда в виде открытий и изобретений. Теоретические предпосылки решения проблем проверяются путем проведения опытно-экспериментальных работ, которые довольно часто продолжают одновременно с конструкторскими и технологическими разработками. Начало следующих этапов связано с изучением результатов НИР, патентными исследованиями по отечественным и зарубежным изобретениям, возможностью приобрести необходимые лицензии (см. гл. 2.2).

Вторым этапом, выделяемым из непосредственно конструкторских работ, является разработка технического задания — ТЗ (блок 2), осуществляемая разработчиком на основе исходных требований к продукции, предъявляемых заказчиком. В техническом задании определяются цели и назначение разработки, основные источники (НИР, патенты и т. д.), технические требования к конструкции, экономические показатели, стадии и этапы разработки с указанием ориентировочных сроков и срока окончания, порядок контроля и приемки и др.

Разработка технического задания предопределяет возможность начала процесса конструирования — третьего этапа (блок 3) проектно-конструкторских работ (ПКР). Научные идеи в процессе конструкторских работ — разработки технического предложения, эскизного и технического проектов, разработки опытных образцов и серий, проведения необходимых испытаний и создания в итоге рабочей документации для промышленного освоения (см. гл. 2.3) — воплощаются в необходимые чертежи и документы, используемые затем на следующем этапе. В процессе конструкторских работ большое внимание уделяется унификации и стандартизации конструкций, повышению их технологичности, 28 технико-экономической оптимизации вариантов конструкторских решений. При этом учитываются широкие возможности САПР.

Четвертый этап — технологическая подготовка и освоение производства — ТПП (блок 4) в общем случае предусматривает разработку маршрутной и поддетальной технологии, проектирование и изготовление специальной оснастки и нестандартного оборудования, их отладку и сдачу цехам, организационные мероприятия по быстрому освоению промышленного производства новой техники (гл. 2.4 и 2.5). В процессе технологической подготовки и освоения производства окончательно обеспечивается технологичность подготавливаемого к производству изделия, выбираются оптимальные степень и характер оснащенности технологических процессов, исследуются технико-экономические предпосылки их автоматизации-, роботизации, выбираются и моделируются организационные методы перехода на выпуск нового изделия, проводятся организационно-плановые расчеты технологических и производственных циклов, оптимальной величины партий деталей, заделов.

Внутри этих этапов обязательно ведется социальная подготовка производства — воспитательная, идеологическая и организационная работа в коллективе: вырабатывается общность перспективных и текущих целей, единство морально-политических взглядов; обеспечивается сотрудничество и взаимопомощь, дисциплина; разъясняются экономические последствия освоения новой продукции и влияние его ускорения на величину фондов экономического стимулирования, уровень заработной платы.

Пятый этап (совпадающий со второй стадией) — производство изделия — охватывает, как правило, довольно длительный срок выпуска данного изделия, особенно в условиях крупносерийного или массового производства. На этой стадии довольно часто с помощью конструкторских и технологических служб проводится частичная модернизация изделия, с тем чтобы улучшить его эксплуатационные характеристики, отдалить срок его морального старения.

Для ряда изделий особо выделяется шестой этап — реализация, — включающий хранение, транспортировку, монтаж и отладку изделия. Если для легковых автомобилей этот этап в жизненном цикле можно в большинстве случаев не учитывать ввиду его кратковременности и

относительно малых затрат, то для прокатных станков, автоматических линий, гибких автоматизированных систем, крупных землеройных машин и многой другой техники, требующей сборки на месте, отладки и доводки, этот этап оказывается весьма трудоемким и дорогим.

Седьмой этап (четвертая стадия) — эксплуатация — период использования изделия, когда оно дает экономический или иной положительный эффект от вложенных в его разработку и постановку на производство средств.

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

Для исследования жизненных циклов машин создано программное обеспечение комплекса расчетов — алгоритмы, блок-схемы и программы (в частности, основанные на методах регрессионного анализа), прошедшие практическую проверку в различных отраслях машиностроения.

2.1.2. Основные пути совершенствования системы создания и освоения новой техники

Блоки 1—4 (научно-исследовательские работы, техническое задание, проектно-конструкторские работы, технологическая подготовка и освоение производства) формируют систему создания и освоения новой техники (СОНТ). Это совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих научную, конструкторскую, технологическую и организационную готовность предприятия (объединения) к выпуску нового изделия заданного уровня качества. В процессе СОНТ устанавливаются плановый объем выпуска, сроки окончания всех стадий и этапов подготовки и освоения производства, уровень необходимых затрат.

Практика предыдущих пятилеток показала, что первые стадии и этапы системы СОНТ наиболее трудоемки и играют важную роль в создании экономически эффективных конструкций новых изделий. Известно, например, что доля затрат на научно-исследовательские работы, разработку технического задания, проектно-конструкторские работы (ПКР) составляет максимум 10% (чаще до 5%) от всех суммарных затрат за жизненный цикл. Степень же воздействия этих стадий и этапов на уровень суммарных затрат за жизненный цикл максимальная. До 60—80% всех затрат за жизненный цикл формируется на этих стадиях и этапах. Ошибка «ценой» в 1%, допущенная в результатах проведенных НИР, вызывает лавинообразное нарастание потерь — примерно 10% в ПКР, 100% в производстве и 1000% в эксплуатации. Важно и то, что стадии и этапы системы СОНТ в жизненном цикле изделий составляют в среднем 30—50% времени.

Соотношение циклов стадий и этапов системы СОНТ
в различных отраслях машиностроения

| | НИР | ПКР и ТПП | Освоение |
|---|------|-----------|----------|
| Станкостроение | 1,00 | 1,85 | 0,70 |
| Приборостроение | 1,00 | 0,95 | 0,90 |
| Электротехническая промышленность | 1,00 | 1,10 | 0,80 |

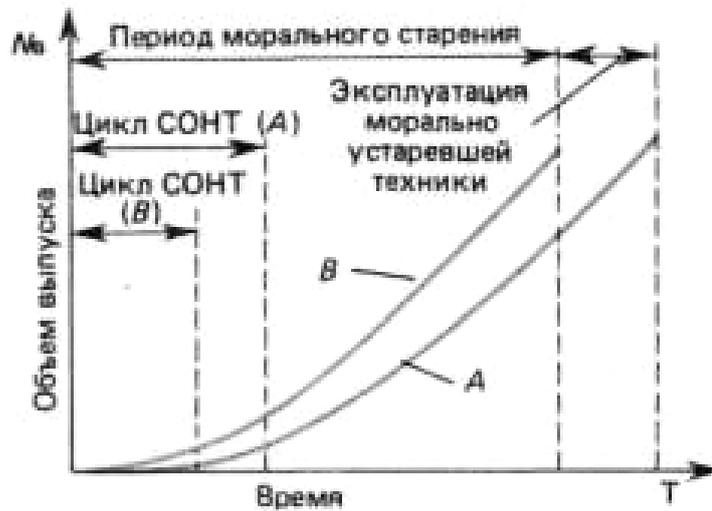


Рис. 2.3. Зависимость выпуска от цикла СОНТ

При недостаточной концентрации материальных и трудовых ресурсов, недостаточно глубоких и всесторонних научно-исследовательских работах, слабом развитии опытно-конструкторской базы, недостаточном внимании к унификации и стандартизации, автоматизированным методам проектирования процессы СОНТ растягиваются на длительный период, что приводит к запуску в производство морально устаревших конструкций изделий. Так, при недостаточно интенсивной и эффективной работе на стадиях СОНТ к моменту наступления морального износа (рис. 2.3) не количество новой техники (кривая Л), поэтому продолжается выпуск устаревшей техники за пределами периода морального старения. Наоборот, при применении прогрессивных методов проведения стадий СОНТ плановый выпуск достигается вовремя (кривая Б) и снятие с производства осуществляется без больших потерь для народного хозяйства. Цикл от возникновения идеи до организации планового выпуска изделия потребителям не должен в современных условиях превышать 3—5 лет даже по самым сложным образцам техники. Недопустимо также создавать и запускать в производство новые изделия с невысоким техническим уровнем, изделия, мало отличающиеся по своим технико-экономическим показателям от выпускаемых. В решениях XXVII съезда КПСС предусмотрено «сократить в 3—4 раза сроки разработки и освоения новой техники. Обеспечить, чтобы все вновь осваиваемые виды техники по производительности и надежности превосходили не менее чем в 1,5—2 раза выпускаемую аналогичную продукцию».

[Рис 2.4]

Для сокращения цикла СОНТ, повышения экономической эффективности создаваемой техники есть весьма разнообразные конструкторские, технологические, организационно-плановые пути, частично рассматриваемые в следующих главах. К их числу можно отнести:

использование систем автоматизированного проектирования — САПР (рис. 2.4) как одного из самых действенных средств ускорения конструкторского и технологического проектирования и

принятия оптимальных конструкторских, технологических и управленческих решений (см. 2.3.2; 2.3.3; 2.4.2; 2.6);

совершенствование организационных форм системы СОНТ, в частности улучшение организации совместной работы конструкторов и технологов с первых стадий проектирования и

выработки совместных конструкторско-технологических решений (2.3.3);

унификацию, стандартизацию и типизацию конструкторских, технологических и организационных решений (2.3.4; 2.4.3);

комплексный анализ технологичности конструкций в процессе ПКР и ТПП (2.3.5; 2.4.3);

организацию, механизацию и автоматизацию информационного обслуживания (2.3.2; 2.6); многовариантный сравнительный технико-экономический анализ (в том числе и функционально-стоимостной) и оптимизацию конструкторских, технологических и организационных решений (рассматриваются в дисциплине «Экономика машиностроительного производства»);

моделирование процессов СОНТ, предусматривающее параллельно-последовательное выполнение научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, технологической

подготовки и освоения производства (2.7);

применение сетевых методов планирования и управления в системе СОНТ (2.7.3) и др.

Наиболее успешно эти направления реализуются в научно-производственных объединениях (НПО) и межотраслевых научно-технических комплексах (МНТК), сближающих процессы НИР, конструирования, разработки технологии и ее освоение непосредственно на предприятии, поскольку последнее является составной частью НПО или МНТК.

Предусматривается дальнейшая концентрация потенциала научно-исследовательских, конструкторских и технологических организаций на решение задач, обеспечивающих удовлетворение перспективных потребностей народного хозяйства, укрепление опытных и экспериментальных баз и производств, создание временных научно-производственных подразделений по важнейшим проблемам, расширение программно-целевого планирования развития науки и техники, усиление руководства изобретательской и рационализаторской деятельностью и др. Предусмотрен переход отраслевых научно-исследовательских, проектно-конструкторских, технологических и проектно-изыскательских организаций на систему оплаты за полностью законченную и принятую заказчиком работу, т. е. организацию их работы на основе полного хозяйственного расчета. Эти важнейшие мероприятия активно способствуют сокращению цикла СОНТ, повышению его экономичности.

2.2. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА, РАЦИОНАЛИЗАЦИИ И ПАТЕНТНОЙ РАБОТЫ

2.2.1. Организация НИР в научно-исследовательских институтах и подразделениях предприятий

Наука, представляя собой явление духовной жизни общества, возникает в сфере сознания и, накапливая знания, преломляясь в производственной практике, все более превращается в непосредственную производительную силу. В результате наука обогащает все элементы производительных сил и сама становится их третьим элементом наряду с орудиями производства и средствами труда.

К. Маркс в результате анализа взаимосвязи средств труда и науки сделал вывод о превращении знания, полученного обществом, в непосредственную производительную силу. В решениях XXVII съезда КПСС поставлен вопрос о развитии ускоренными темпами науки и научных разработок. Съезд отметил недостаточную работу в деле приближения науки к практике, включения отраслевых научно-исследовательских институтов в производственные и научно-производственные объединения. В постановлении январского (1987 г.) Пленума ЦК КПСС говорится о необходимости резкого поворота науки к нуждам народного хозяйства, так как ускоренное развитие техники и технологии требует нарастающего пополнения арсенала фундаментальных научных идей и прикладных разработок. Июньский (1987 г.) Пленум ЦК КПСС поставил вопрос о непосредственном включении науки в производство, с тем чтобы на этой основе обеспечить прорыв к мировому уровню качества.



Рис. 2.5. Схема классификации НИР

Научные исследования, обеспечивающие непрерывное развитие науки и техники, подразделяются на фундаментальные, поисковые и прикладные (рис. 2.5). Фундаментальные исследования могут быть как теоретическими, так и экспериментальными. Основой фундаментальных исследований является открытие новых закономерностей и принципов, которые могут быть использованы при создании новой техники, принципиально отличающейся от существующей. Поисковые исследования базируются, как правило, на фундаментальных и, используя новые принципы, позволяют создать новые направления развития техники, обеспечивающей значительное повышение производительности труда и качества выпускаемых изделий. Прикладные исследования позволяют на основе фундаментальных и поисковых работ решить конкретные научные проблемы, обеспечивающие создание новых изделий и технологических процессов.

Совокупность этапов, охватывающих проводимые в НИИ, КБ и учебных заведениях фундаментальные, поисковые и прикладные научные исследования по определенной проблеме, называется темой, при проведении которой различают несколько основных этапов.

На 1-м этапе — разработка технического задания — уточняют задачи исследования, разрабатывают технико-экономическое обоснование темы.

На 2-м этапе — выборе направления исследования — осуществляется сбор и изучение литературы, проводятся патентные исследования, ориентировочно оценивается экономическая эффективность, разрабатывается общая методика проведения исследования (план-график и др.).

На 3-м этапе проводятся теоретические и экспериментальные исследования. Теоретические исследования включают проверку научных и технических идей. Для этого изучаются и анализируются существующая документация, литературные источники, аналоги. Разрабатываются методика исследований, схемы, теоретические обоснования, расчеты,

выявляется необходимость экспериментальных работ, составляется методика их проведения. Большую роль в успешном проведении исследований, требующих экспериментальной проверки, играет планирование эксперимента, т. е. выбор условий его проведения для полного решения задачи с требуемой точностью. В результате проектирования, изготовления макетов и экспериментальных образцов в экспериментальные цехи или опытное производство выдаются рабочие чертежи макетов, образцы специализированных стендов для проведения испытаний. Экспериментальные работы осуществляются, как правило, в экспериментальных цехах или опытном производстве. В результате устанавливается степень соответствия получаемых данных расчетам и теоретическим выводам. По результатам вносятся исправления в разработанные схемы, расчеты, проекты.

На 4-м этапе обобщаются и оцениваются результаты исследований. Отчетная документация включает материалы по новизне и целесообразности использования результатов НИР, по экономической эффективности темы. На этой стадии может быть создан проект технического задания на конструкторские работы по итогам проведенных исследований. Составляется также программа работы комиссии по приемке темы. Отчет о научно-исследовательской работе оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32—81. Приемка темы проводится, как правило, путем обсуждения и утверждения результатов (технического отчета) на научно-техническом совете (НТС) данной организации и подписания акта заказчиком о принятии НИР.

Комплексное проведение НИР по определенной, точно спланированной программе позволяет не только решить научно-техническую проблему, но и создать достаточный задел для оперативного и качественного проведения технической подготовки производства, значительного сокращения объемов доработки проекта по результатам испытаний опытных образцов, более быстрого освоения производства новых изделий.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР о переводе научно-исследовательских организаций на полный хозяйственный расчет и самофинансирование указывается, что научно-техническая продукция научно-исследовательских организаций является товаром, а основным источником научно-технического, социального развития и материального стимулирования (оплата труда) является прибыль (доход), получаемая в результате их деятельности. Научно-исследовательские организации первостепенное внимание уделяют связи науки с производством, включению коллективов в работы по всему циклу «научные исследования, разработки — производство — сбыт — обслуживание». Предусмотрено широко использовать конкурсные начала в научно-исследовательских работах, вплоть до фундаментальных исследований.

Существуют различные формы специализации научно-исследовательских отраслевых организаций. К числу наиболее распространенных относятся специализации: тематическая, по видам исследований и разработок и функциональная. При очень широком профиле научно-исследовательской организации специализируются, как правило, ее подразделения.

Тематическая специализация наиболее распространена и характеризуется концентрацией в научно-исследовательской организации НИР определенного направления. Каждое направление обеспечивается качественной определенностью конечного результата исследования, направленного на создание изделий, имеющих общность конструкторско-технологических и физических принципов. Направление объединяет специалистов различного профиля, располагающих всеми необходимыми ресурсами. Тематическая специализация позволяет достичь высокой оперативности в решении поставленных задач. В результате специализации по видам исследований и разработок решаются задачи, связанные с улучшением функциональных качеств создаваемых изделий, обеспечивающих, в частности, надежность создаваемой техники. Основной признак функциональной специализации по научно-техническому обслуживанию отраслей науки и производства — проведение НИР, результаты которых применимы для нескольких различных направлений и носят общепромышленный характер. Функционально специализированными являются научные организации, занятые разработкой специального технологического и контрольно-измерительного оборудования, исследованием

свойств материалов, выполняющие работы по стандартизации, совершенствованию управления.

Процесс специализации может осуществляться на уровнях: отраслевом; подотраслевом; НПО и ПО; НИИ и КБ; научного подразделения внутри НИИ и КБ. Специализация повышает эффективность функционирования НИИ и КБ, улучшает использование их научного потенциала.

Научные организации могут быть: в составе ПО и предприятий и обеспечивать их собственные нужды; в составе НПО, ведя исследования, связанные с выполнением договоров по поставкам; непосредственно подчиняться министерствам и ведомствам и проводить исследования общепромышленного характера; академическими и вузовскими и проводить фундаментальные исследования и создавать теоретические основы принципиально новых видов техники и технологии.

Возрастание роли науки и техники в качественном преобразовании производительных сил, в переводе экономики на рельсы интенсификации, в повышении эффективности общественного производства приводит к увеличению сложности и масштабов исследований и разработок как по количеству входящих в комплексы систем, приборов, устройств, так и по числу коллективов, участвующих в создании новых изделий. Научно-исследовательские работы все более носят комплексный характер, в них участвуют работники разных отраслей науки — инженеры, математики, медики, психологи, биологи и другие специалисты. Новизна и неопределенность современных разработок делают необходимым применение научных методов прогнозирования. Тесная связь науки с производством требует гибкости и оперативности науки в обеспечении прикладных работ различной направленности. В то же время результативность НИР зависит от таланта, активности, заинтересованности, умения, характера научных и технических работников, заставляет учитывать другие психофизиологические факторы в управлении научной деятельностью.

Организация передачи научных разработок в производство зависит от структуры НИИ, НПО, вузовских организаций, организации их работы, взаимосвязи с вышестоящими и сторонними учреждениями. Передача результатов разработок может осуществляться по акту, в соответствии с условиями договора, или путем оформления внутренних документов (например, заключение научно-технического совета). Научно-исследовательские и другие организации, ведущие исследования, имеют право передавать по договорам свои разработки, выполненные по госбюджетным и хоздоговорным темам, любым другим организациям, обязующимся их внедрить. В этом случае в договор на передачу выполненного исследования и полученных результатов включаются только затраты на внедрение данного метода или разработки у заказчика. В обязанности исполнителя входит также проведение консультаций по внедрению разработки. За консультации и передачу документации разработчик при внедрении получает часть экономического эффекта от использования созданного им метода, материала, технологического процесса.

Финансирование НИР предусматривает обеспечение в первую очередь научных исследований, связанных с выполнением заданий правительства, межотраслевых научно-технических программ и решением проблем, имеющих важное значение для развития отрасли.

Общий объем затрат на НИР по министерствам и ведомствам определяется на основании сводных сметно-финансовых расчетов, сделанных предприятиями, НПО и НИИ по укрупненным статьям: заработная плата, приобретение оборудования и инвентаря, капитальный ремонт зданий и сооружений, прочие расходы. Научно-исследовательские работы финансируются за счет следующих основных источников: единого фонда развития науки и техники (ЕФРНТ), ассигнований из государственного бюджета, средств, предусматриваемых на НИР в планах себестоимости продукции, строительно-монтажных работ, накоплений от реализации продукции, производимой в опытных хозяйствах и на предприятиях научно-исследовательских учреждений.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР о переводе научных организаций на полный хозяйственный расчет и самофинансирование начиная с 1988 г.

отменено планирование ассигнований из бюджета на содержание научных организаций по базовому методу и устанавливается, что бюджетные средства в сметах этих организаций предусматриваются и учитываются отдельно по каждой конкретной теме.

Распределение выделенных из бюджета ассигнований осуществляется по народнохозяйственным комплексам и направлениям развития науки и техники, исходя из необходимости обеспечить бюджетным финансированием работы по важнейшим теоретическим исследованиям, межотраслевым научно-техническим проблемам, имеющим общегосударственное значение, по созданию принципиально новой техники и технологии, революционизирующего общественного производства.

Целевое финансирование конкретных научно-исследовательских работ осуществляется по договорам с заказчиками. Источниками финансирования таких работ должны быть в основном средства объединений, предприятий и организаций.

В организациях, переведенных на систему расчетов за полностью законченную и принятую заказчиком работу, затраты до планового срока сдачи работ осуществляются за счет банковского кредита. Финансирование оформляется в соответствии с расчетом затрат на проведение НИР по укрупненным показателям (см. 2.7.1).

Отчеты по затратам осуществляются двумя методами: по отчетной калькуляции, т. е. по фактически произведенным затратам, подтвержденным документами; по смете затрат, согласованной в процессе заключения договора на НИР, с документальным подтверждением расходов.

Как уже отмечалось (см. 1. 2), прогрессивной формой соединения науки и производства является создание межотраслевых научно-технических комплексов (МНТК). Они знаменуют собой новый этап развития организаций, призванных обеспечить ускорение научно-технического прогресса. В задачу МНТК входит разработка и освоение важнейших видов новой техники, технологии и материалов для многих отраслей.

Межотраслевые научно-технические комплексы действуют в рамках министерств и ведомств и включают научно-исследовательские, конструкторско-технологические организации, экспериментальные производства и опытные заводы. Как правило, головными в комплексе являются академические институты. Одним из первых межотраслевых научно-технических комплексов является комплекс, организованный на базе Института электросварки им. Е. О. Патона АН УССР. Общее методическое руководство и координация работ по созданию и деятельности МНТК возлагается на Государственный комитет СССР по науке и технике. Все организации, входящие в комплекс, работают по единым пятилетним и годовым планам и ежегодно отчитываются о ходе их выполнения. Министерства и ведомства, в подчинении которых создаются комплексы, должны в приоритетном порядке обеспечивать их финансовыми и трудовыми ресурсами.

Деятельность МНТК подкрепляется участием временных коллективов. Временные коллективы создаются для проведения работ по решению научно-технических проблем межотраслевого характера. Основная задача их создания — разработка и освоение в кратчайший срок принципиально новых, превышающих мировой уровень изделий, технологии, материалов. В работе временных коллективов применена программно-целевая форма организации научно-технической деятельности. Во временные коллективы могут включаться как отдельные ученые, специалисты, авторы изобретений, так и подразделения предприятий или организаций. Они создаются, как правило, на базе НИИ, КБ, вузов на правах специализированных структурных подразделений. Из числа базовых организаций выделяется головная организация, в обязанности которой входят: контроль и координация деятельности предприятий и организаций по обеспечению работы временных коллективов; контроль за расходованием финансовых средств; своевременная регистрация и представление в органы информации сведений о проводимой научно-исследовательской работе.

Финансы и ресурсы выделяются министерствами. Средства расходуются только по целевому назначению. Прием на работу во временные коллективы производится базовыми организациями на условиях срочных трудовых договоров или на основе совместительства.

Программно-целевым документом для временных коллективов является заказ-наряд, в котором определяется конечный результат, в том числе экономическая эффективность, объемы работ, сроки их выполнения по этапам, источники финансирования.

Предложения о создании временных коллективов вносятся в Государственный комитет СССР по науке и технике, в Академию наук СССР и включают: наименование научно-технической проблемы, характеристику ее актуальности; информацию о состоянии данной проблемы в СССР и за рубежом, о цели деятельности временного коллектива; о сроках и научно-техническом уровне разработки; сведения об ожидаемой экономической эффективности; о структуре временного коллектива и др.

Деятельность временного коллектива прекращается по истечении срока или при досрочном выполнении задания, а также при получении отрицательного результата.

Работа творческих бригад организуется по тематическому и функциональному принципам. Если первый предусматривает выполнение всех видов работ по теме, изделию, задаче, то второй предполагает выполнение определенных однотипных работ безотносительно к конкретной тематике, изделию, задачам подразделения. По длительности работы творческие бригады могут быть постоянными, циклическими, разовыми. В табл. 2.1 представлен примерный классификатор видов временных творческих бригад различных специальностей. Например, тематическая творческая бригада исследователей, выполняющая основные работы на уровне отдела и подчиняющаяся непосредственно главному специалисту, будет иметь шифр: 2.1.1.4.4. Классификация может быть положена в основу учета, контроля и оценки деятельности комплексных творческих бригад, в том числе при использовании ЭВМ.

2.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ

2.3.1. Основные задачи и стадии проектно-конструкторских работ

Вслед за выполнением научно-исследовательских работ, экспериментальной проверкой новых прогрессивных рабочих процессов, кинематических схем, конструкций, материалов, разработкой технического задания осуществляются проектно-конструкторские работы (ПКР). Они начинаются с анализа технического задания и выяснения варианта конструкции, подлежащего разработке, и постепенно приводят к созданию конструкторской документации, которая апробируется на опытных образцах и корректируется, после чего можно считать законченной конструкторскую подготовку производства. Параллельно-последовательно ведется отработка технологии и организационная подготовка, связанная с освоением промышленного производства. В процессе ПКР необходимо учитывать технические параметры и экономические показатели создаваемой техники как в сфере производства, так и в сфере эксплуатации (табл. 2. 4).

Таблица 2.4. Технико-экономические показатели изделий

| Технические | Конструкторские, технологические, организационно-производственные | | | | | Эксплуатационные | | | | | |
|---------------|---|-------------------------------------|--|------------------------------|-------------------|---|-----------|----------------|--------------|------------|-------------------|
| | Мощность, рабочие скорости и другие характеристики конструкции | Степень унификации и стандартизации | Уровень механизации и автоматизации производства | Металлоемкость, трудоемкость | Прочие показатели | Производительность | Расходные | Эргономические | Эстетические | Надежность | Прочие показатели |
| Экономические | Капитальные вложения в сфере производства | | | | | Капитальные вложения в сфере эксплуатации | | | | | |
| | Себестоимость | | | | | Себестоимость единицы продукции или работы, производимой для выполняемой с помощью изделия, и др. | | | | | |
| | Приведенные затраты в сфере производства | | | | | Приведенные затраты в сфере эксплуатации | | | | | |

Состав и основные показатели проектно-конструкторских работ регламентируются ГОСТами. Первичным является ГОСТ 15.001—73. «Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения». В нем раскрываются основные функции заказчика, разработчика, изготовителя и потребителя продукции, включая порядок разработки, согласования и утверждения технических заданий, порядок проведения испытаний опытных образцов, а также продукции серийного и массового производства. Основные подсистемы, функции и исполнители ПКР одной из отраслей машиностроения показаны в табл. 2. 5.

Среди многочисленных требований, предъявляемых к организации проектно-конструкторских работ, выделим главные.

Таблица 2.5. Основные подсистемы, функции и исполнители проектно-конструкторских работ

| Подсистемы и функции | Службы и подразделения-исполнители |
|---|------------------------------------|
| А. Разработка конструкторской документации на новые и модернизируемые изделия | |
| А.1. Согласование и утверждение технических заданий | СГК, ЗК, ПС |
| А.2. Разработка технических предложений | СГК, ПС |
| А.3. Разработка эскизных проектов | СГК, ЗК, ПС |
| А.4. Разработка технических проектов | » » |
| А.5. Разработка рабочей документации | » » |
| А.5.1. Опытных образцов (опытных партий) | » » |
| А.5.2. Установочных серий (первой промышленной партии) | » » |
| А.5.3. Установившегося серийного (массового) производства | |
| А.6. Выявление и правовая охрана новых научно-технических решений | СГК, СГТ, ОПС |
| А.7. Контроль за соблюдением требований нормативной документации, международных правил и положений | СГК, ОТС, СС |
| Б. Изготовление, испытание и приемка опытных образцов изделий, установочных и головных серий | СГК, ЦВП, СГТ, ОПС |
| В. Обеспечение производственной и эксплуатационно-технологичности конструкций изделий, в том числе технологический контроль конструкторской документации в процессе ПКР | СГТ |

Проектно-конструкторские работы должны обеспечить создание новых машин, оборудования и механизмов, не только соответствующих современному уровню техники, но и значительно превосходящих его. Они должны проводиться в сжатые сроки при высоком качестве конструкторских решений. Это ускоряет внедрение в производство новой техники, предотвращает ее моральное старение в процессе ее создания — проектирования и испытания. Пути решения этой задачи многообразны: широкое

Многолетний опыт проведения конструкторских работ в проектных организациях и непосредственно в службе главного конструктора на машиностроительных заводах позволяет установить в соответствии с ГОСТ 2. 103—68 ЕСКД (Единой системы конструкторской документации) или СТ СЭВ 208—75 перечень основных стадий проектно-конструкторских работ: техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации. При этом постановление Совета Министров СССР «О совершенствовании порядка разработки и согласования технической документации при создании и постановке на производство новой (модернизированной) продукции машиностроения» (1986 г.) предоставило большие права разработчику и заказчику, значительно упростило согласование документации на всех этапах работы по созданию новой техники. Так, техническое задание согласовывается только разработчиком и заказчиком (или

основным потребителем). По ГОСТу, вступившему в силу с 1 января 1987 г., разработчику предоставлено право самостоятельно определять порядок, объем и характер испытаний образца и его основных узлов. Исключена обязательность предварительных испытаний. Упрощено согласование и других технических документов, ранее существенно удлинявшее цикл создания и освоения новой техники. В соответствии с ГОСТ 15.001—73 в техническое задание, подготавливаемое организацией-разработчиком на основе исходных требований заказчика, входят:

- наименование объекта разработки и область его применения;
- основание для разработки, т. е. перечень документов, регламентирующих разработку;
- цель, эксплуатационное и функциональное назначение, перспективность разработки;
- источники разработки, т. е. перечень НИР, патентов, публикаций и т. д.;
- технические (или тактико-технические) требования: состав продукции, показатели назначения, надежность, технологичность, унификация и стандартизация, безопасность, эстетика и эргономика, перечень стран, в отношении которых должна быть обеспечена патентная чистота, условия эксплуатации, транспортировка и хранение и др.;
- экономические показатели: ориентировочная экономическая эффективность, лимитная цена, без указания которой задание ; не рассматривается, годовая потребность, сопоставление с лучшими отечественными и зарубежными образцами;
- перечень стадий и этапов разработки с указанием фондов;
- порядок контроля и приема работ;
- приложения (например, перечень выполненных НИР, чертежи и схемы).

Таким образом, в техническом задании на проектирование обосновываются целесообразность и эффективность создания нового изделия. В нем содержатся все основные исходные данные для проектирования. Техническое задание определяет назначение новой конструкции, основные эксплуатационные (производительность, мощность, надежность и т. д.) и конструкционные (предельная масса, габариты и т. д.) показатели, потребность в изделии на перспективу и ориентировочный годовой объем его выпуска. Предварительно тщательно анализируются современный передовой технический уровень изделий аналогичного назначения, как отечественных, так и зарубежных, с тем чтобы показатели нового изделия превосходили не только достигнутый уровень, но и прогнозируемый перспективный уровень аналогов. Уже на этой стадии проводится предварительный технико-экономический анализ, результатом которого является включение в задание лимитной цены изделия. Это заставляет конструкторов тщательно анализировать и оптимизировать варианты конструкторских решений, оперативно выявляя из них наиболее экономичные.

Министерство-заказчик несет ответственность за определение в технических заданиях на разработку новых видов продукции показателей, не уступающих уровню лучших современных образцов.

Разработка технического задания организацией — исполнителем проекта — позволяет сразу выявить техническую осуществимость требований заказчика (потребителя), оценить реальность их выполнения при существующих лимитах финансирования, круг возможных соисполнителей. Тщательно выполненное техническое задание позволяет быстро и успешно провести все стадии проектно-конструкторских работ и создать эффективную конструкцию изделия.

В техническое предложение, подготавливаемое разработчиком, входят документы в соответствии с требованиями ГОСТ 2.118—73, содержащие технико-экономическое обоснование разработки данной конструкторской документации на основе анализа технического задания, вариантов возможных решений, патентных материалов (патентные исследования по ГОСТ 15.011—82) и т. д. После согласования с заказчиком и утверждения оно является основой для последующих проектных работ.

В процессе выполнения эскизного проекта в соответствии требованиями ГОСТ 2.119—73 разрабатываются кинематические, электрические и другие необходимые схемы (по

ГОСТ 2. 701—84), чертежи общих видов, составляются спецификации сборочных единиц, в том числе унифицированные и покупные, изготавливаются при необходимости макеты, проводится промежуточный технико-экономический анализ.

В техническом проекте (по ГОСТ 2.120—73) наиболее трудоемкими являются работы, связанные с конструкторской разработкой отдельных узлов и агрегатов изделия. На этой стадии требуется не только дать конструкторское оформление всех компонентов изделия (кроме детальных чертежей), провести большое количество расчетов, связанных с обеспечением прочности, жесткости, надежности всех сборочных единиц изделия, но и обеспечить минимальные издержки производства при соблюдении всех эксплуатационных требований к изделию, т. е. добиться высокой технологичности конструкции для заданных объемов и условий производства. На этой стадии проектирования особую важность приобретает тесная взаимосвязь конструкторов и технологов, способствующая тому, чтобы технологические требования в отношении способов изготовления и сборки были выдержаны полностью. Технический проект обязательно обсуждается на научно-техническом совете предприятия или организации и считается законченным, если его подписала организация, утвердившая техническое задание на разработку изделия.

Разработка рабочей документации распадается на подготовку документации: 1) опытного образца (или опытной партии); 2) установочных серий; 3) установившегося серийного или массового производства. На основе документации опытного образца производится его изготовление и предварительные — заводские, а затем приемочные — ведомственные, межведомственные и государственные — испытания (виды испытаний — по ГОСТ 16.504—81). В процессе этих испытаний документация последовательно корректируется. Затем изготавливаются недостающие чертежи. Вся документация опытного образца обязательно согласовывается с технологами в отношении классов шероховатости, точности, допусков, посадок. Это обеспечит ускорение технологической подготовки производства и предотвратит необходимость последующей доработки или переработки конструкторской документации. На основе документации установочных серий проводятся их изготовление, испытания и корректировка конструкторской документации. На основе документации установившегося серийного или массового производства проводится изготовление и испытание головной (контрольной) серии, документы окончательно корректируются для технологической подготовки и освоения производства. Правила выбора видов и комплектности конструкторских документов в зависимости от вида изделий, стадий разработки установлены ГОСТами ЕСКД.

Круг работ, выполняемых на стадиях, может отличаться от рассмотренного выше в зависимости от типа производства, для которого проектируется изделие (например, для условий единичного производства не производятся работы, связанные с изготовлением и испытанием опытных образцов, эскизный проект часто объединяется с техническим и т. д.), от сложности конструкции, степени ее унификации, уровня кооперирования и ряда других факторов. Возможны также существенные различия в круге основных исполнителей. На ведущих крупных заводах разработку конструкции ведет служба главного конструктора. Однако во многих случаях проектирование новой 56 машины ведется специализированными организациями, а на заводе применительно к конкретным условиям производства разрабатываются или только уточняются рабочие чертежи, спецификации, технические условия и конструкторская документация.

Проектно-конструкторские работы представляют собой комплекс длительных, сложных и дорогих процессов, в которых может возникнуть одна из двух главных опасностей: 1) стремление сократить сроки и затраты может привести к созданию конструкций низкого качества, которые или будут быстро сняты с производства, или потребуют многочисленных доработок в процессе технологической подготовки производства, или вообще не будут допущены до нее; 2) большая длительность проектно-конструкторских работ может привести к тому, что к моменту запуска в производство конструкция будет морально устаревшей, и опять-таки ее надо будет быстро снимать с производства или вообще отказаться от ее производства.

Поэтому следует рассмотреть основные организационно-экономические пути, которые позволяют, при обеспечении необходимых качественных характеристик изделия, подготовить его к производству быстро и с возможно меньшими затратами. К их числу можно отнести: четкую организацию чертежного хозяйства; организацию системы автоматизированного проектирования (САПР), а на ее базе организацию технологически ориентированного проектирования на основе конструкторско-технологических решений; широкое применение стандартизации и унификации; обеспечение технологичности конструкций; рациональную организацию конструкторских служб; наличие и широкое использование информационно-поисковых систем; планирование и оперативный контроль за ходом проектно-конструкторских работ.

2.3.2. Организационно-экономические пути повышения уровня унификации и стандартизации конструкций и их экономическая эффективность

Одной из эффективных мер, позволяющих повысить качество изделий, уменьшить трудоемкость и сократить цикл подготовки производства, является применение типовых конструкторских решений, базирующихся на принципах унификации и стандартизации. Использование в проектируемых изделиях до 70-80% унифицированных и стандартных элементов конструкции существенно — на 15—25% сокращает цикл подготовки производства. Резервы же еще достаточно большие. В среднем по машиностроению уровень унификации конструкций составляет не более 20%. Конструкторская унификация — сокращение разнообразия элементов без ущерба разнообразию систем или ситуаций, в которых они применяются. Иначе говоря, это комплекс мероприятий, устраняющих необоснованное многообразие типов и конструкций изделий, форм и размеров деталей и заготовок, профилей и марок материалов. Унификация создает условия для использования преимуществ специализированного производства повторяющихся изделий и их элементов. Различают унификацию: внутриразмерную — всех модификаций определенного изделия с базовой моделью или между собой внутри одного типоразмера; межразмерную — базовых моделей или их модификаций внутри параметрического ряда изделий одного типа; межтиповую — изделий, относящихся к различным параметрическим рядам и различным типам.

Унификация является базой агрегатирования, т. е. создания изделий путем их компоновки из ограниченного числа унифицированных элементов, и конструкционной преемственности, т. е. применения в конструкции нового изделия уже освоенных в производстве сборочных единиц и деталей. Стандартизация — это совместная творческая работа различных специалистов по установлению типов и параметров машин, механизмов, приборов, средств автоматизации, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий с учетом перспектив развития народного хозяйства. Стандартизация тесно связана с повышением качества продукции и производства. В настоящее время большое количество стандартов предприятия и отрасли создается в рамках комплексных систем управления качеством продукции (см. 3.5.2). Среди них стандарты по прогнозированию технического уровня производства и качества продукции, по организации разработки и постановки новой продукции на производство, по информационному обеспечению и многие другие.

Одним из важнейших направлений конструкторской унификации является сокращение номенклатуры изделий, имеющих одинаковое или сходное эксплуатационное назначение. Оно реализуется в первую очередь путем создания параметрических рядов (гамм) изделий. Каждый ряд представляет собой совокупность изделий, аналогичных по своей кинематике, рабочему процессу, но различных по габаритным, мощностным или другим основным эксплуатационным параметрам (грузоподъемность грузового автомобиля или крана, рабочий объем двигателя, (производительность компрессора и т.д.). Параметрические ряды создаются в соответствии с ГОСТ 8032—84 «Предпочтительные числа и ряды

предпочтительных чисел». Существуют экономико-математические модели их оптимизации, основанные на классических методах в условиях непрерывности и дифференцируемости функции затрат и функции спроса и наличия экстремума общих затрат. Параметрические ряды формируют в каждой отрасли перспективный типаж изделий, что значительно ограничивает их возможную номенклатуру.

Благодаря внутрисемейственной унификации в пределах параметрического ряда удается на основе принципов агрегатирования создать необходимое количество моделей за счет небольшого числа типоразмеров сборочных единиц (рис. 2.10). Как видно из рисунка, удается ограничиться 7 типоразмерами рассматриваемых сборочных единиц параметрического ряда автомобилей вместо 15, которые были бы необходимы в условиях оригинального исполнения. Выбор параметрического ряда, как и пределы внутрисемейственной унификации, определяются исследованием потерь, возникающих, например, от завышения массы сборочной единицы при установке ее на изделие, требующее меньшей прочности, а также снижения себестоимости с увеличением объема выпуска в связи с унификацией.

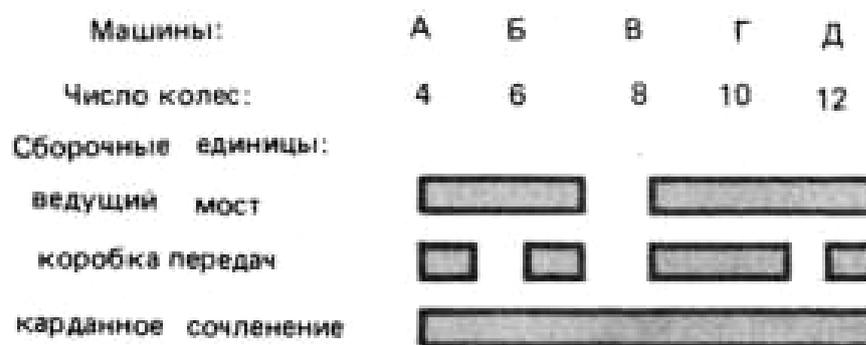


Рис. 2.10. Пример внутрисемейственной унификации грузовых автомобилей

Следующим важным направлением можно считать сокращение в аналогичных (а иногда и разнородных) изделиях номенклатуры сборочных единиц и деталей за счет унификации и стандартизации последних. Конструктор в своей работе широко использует альбомы государственных, отраслевых и заводских стандартов, исследует возможности унификации конструкций, использования конструкционной преемственности. Так, органами стандартизации в сельскохозяйственном машиностроении периодически издаются Альбомы рабочих чертежей унифицированных узлов и деталей, которые конструкторы обязаны использовать наравне со стандартами. Это в сочетании с другими мероприятиями обеспечивает высокий уровень видовой и межвидовой унификации—до 80-90%. На предприятиях и в проектных организациях в соответствии с ГОСТ 2.111—68 ЕСКД введен нормоконтроль. Виза нормоконтролера обязательна на всей конструкторской документации до ее утверждения руководителем организации или предприятия. О возможных разногласиях между нормоконтролером и конструктором (разработчиком документации) докладывается руководителю органа стандартизации, решения которого по вопросам соблюдения требований действующих стандартов и нормативно-технических документов являются окончательными.

Нормоконтроль осуществляется бюро (группой) нормоконтроля. Нормоконтролеры кроме выполнения своих основных функций — проверки возможности заменить разрабатываемый документ ранее выпущенным, возможности применить ранее спроектированные и освоенные узлы и детали, соответствия стандартам, правильности ссылок на них, правильности применения терминов и сокращений, наличия необходимых подписей и дат — ведут учет ошибок в технической документации для последующей разработки предложений, консультируют разработчиков технической документации по вопросам ее

оформления, ведут картотеку обозначений разрабатываемых документов по ГОСТ 3.1201 —74, изучают и систематизируют вновь поступающие нормативные документы. Для оценки эффективности нормоконтроля целесообразно определять количество документов, сдаваемых с первого предъявления.

Большое значение имеет стандартизация форм и поверхностей нестандартизированных деталей, позволяющая использовать стандартный инструмент и существенно сократить сроки и стоимость технологической подготовки и освоения производства. Сокращение числа марок и сортамента материалов в соответствии с разрабатываемыми нормативными ограничениями, применение стандартных профилей приводит к сокращению складских запасов и улучшению материально-технического снабжения. Унификация заготовок (изготовление близких по конфигурации деталей из одинаковых заготовок) позволяет применить высокопроизводительные технологические процессы в заготовительных цехах и существенно сократить производственный цикл.

Степень унификации и стандартизации может быть охарактеризована коэффициентами, приведенными в табл. 2.7.

Таблица 2.7 Система основных показателей унификации и стандартизации

| Показатель | Расчетная формула | Принятые обозначения |
|---|-----------------------------|--|
| Коэффициент унификации изделия | $k_{yn} = m_{yn}/m$ | m_{yn} — количество типоразмеров деталей, унифицированных с деталями других изделий; m — общее количество типоразмеров деталей в изделии |
| Коэффициент стандартизации изделия | $k_{ct} = m_{ct}/m$ | m_{ct} — количество типоразмеров стандартных (по ГОСТу, ОСТу и СТП) деталей в изделии |
| Обобщенный показатель унификации и стандартизации изделия | $k_{yct} = k_{yn} + k_{ct}$ | |
| Коэффициент унификации конструктивных элементов (для каждого вида резьбы, паза, фаски и т. д.) | $k_{yn,z} = n_z/n_z$ | n_z — число значений размеров конструктивных элементов во всех оригинальных деталях; n_z — суммарное число применяемых конструктивных элементов данного вида во всех оригинальных деталях |
| Коэффициент унификации марок и профилей применяемых материалов (для каждого вида материала — стали, чугуна, пластмассы и т. д.) | $k_{yn,m} = n_m/m_{y,ct}$ | n_m — число применяемых марок и профилей каждого материала; $m_{y,ct}$ — число наименований оригинальных, унифицированных и стандартных деталей, кроме покупных |

Размер экономии (в руб/шт.), которая может быть получена в производстве при переходе к унифицированным конструкциям, определяется в первую очередь путем сравнения затрат на материалы, заработную плату производственных рабочих и расходов, связанных с работой оборудования. При унификации и стандартизации конструкций следует учитывать и существенное снижение времени и затрат на подготовку производства.

В организации работ по унификации и стандартизации есть пока ряд недостатков. Слабо развито специализированное производство унифицированных и стандартных сборочных единиц и деталей. В связи с этим объемы их выпуска искусственно занижены, что препятствует автоматизации их производства. В итоге многие виды техники имеют явно завышенную себестоимость и оптовую цену. Более оперативно должно происходить обновление стандартов и технических условий. Все большую роль должна играть так называемая опережающая

стандартизация, позволяющая конструкторам учитывать при проектировании перспективные требования к изделиям ближайшего будущего.

Целесообразно нормировать достигаемый уровень унификации и стандартизации для более направленной работы конструкторов. Такое нормирование может быть, например, осуществлено на основе ретроспективного анализа тенденций за ряд лет. При этом задаются несколько возможных достижимых уровней, в зависимости от которых может быть построена система премирования по этому фактору.

Научно-техническое и организационно-методическое руководство работами по стандартизации на предприятиях в соответствии с «Типовыми положениями о службе стандартизации» (РД 32—74) осуществляет конструкторско-технологический отдел (бюро) стандартизации (КТОС). Основные его задачи — это: 1) организация разработки и внедрения стандартов и других документов по стандартизации на производимую продукцию; 2) обеспечение соответствия показателей и норм, устанавливаемых в стандартах и других документах по стандартизации, требованиям научно-технического прогресса, обороны страны и действующего законодательства; 3) осуществление нормоконтроля технической документации, разрабатываемой предприятием.

2.3.3. Обеспечение технологичности конструкций

Создание новых конструкций изделий, обладающих высокими технико-экономическими характеристиками, является сложной комплексной задачей, для решения которой прежде всего необходимо обеспечить максимально возможную для данных условий производственную и эксплуатационную технологичность конструкций. Производственной технологичностью называется степень соответствия конструкции изделия оптимальным производственно-технологическим условиям его изготовления при заданном объеме выпуска; технологичной можно считать только ту удовлетворяющую эксплуатационным требованиям конструкцию, освоение и выпуск которой при заданном объеме производства будет протекать с минимальными производственными издержками (в первую очередь с наименьшей трудоемкостью и материалоемкостью) и с кратчайшим производственным циклом. Эксплуатационная технологичность конструкции изделия проявляется в сокращении затрат времени и средств на техническое обслуживание и ремонт изделий, зависящих от так называемой ремонтпригодности конструкции — ее приспособленности предупреждать, обнаруживать и устранять отказы и неисправности.

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

Производственная технологичность конструкций характеризуется рядом показателей: материалоемкостью, трудоемкостью изготовления, себестоимостью, производственным циклом, а для некоторых изделий — еще и трудоемкостью и циклом монтажа у потребителя. Показатели производственной технологичности могут быть абсолютные и относительные. К первой группе относятся такие показатели, как масса изделия и его элементов, нормы расхода материалов, качество, класс шероховатости поверхности, общее количество деталей, трудоемкость. Они неравноценны ни по своему значению, ни по трудности определения в процессе проектирования. Итоговым, обобщающим показателем производственной технологичности является себестоимость. Ко второй группе показателей относятся в основном различные коэффициенты, связанные с унификацией и стандартизацией, коэффициент

использования материала и др. Абсолютные и относительные показатели производственной и эксплуатационной технологичности приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8. Система основных показателей технологичности

| Показатель | Расчетная формула | Принятые обозначения |
|---|-------------------------------------|--|
| <i>Производственная технологичность</i> | | |
| Суммарная (общая) материалоемкость изделия | $G_0 = G_ч + G_ц + G_н$ | $G_ч$ — расход материала на заготовки из черных металлов; $G_ц$ — расход материала на заготовки из цветных металлов; $G_н$ — расход материала на заготовки из неметаллических материалов |
| Удельная материалоемкость изделия | $g_y = G_0/P$ | P — определяющий эксплуатационный параметр изделия (производительность, мощность, масса и т. п.) $g_ч$ — чистая масса изделия |
| Коэффициент использования материала | $k_{и.м} = g_ч/G_0$ | |
| Суммарная трудоемкость изделия | $t_{03} = t_з + t_м + t_{сб} + t_п$ | $t_з$ — трудоемкость заготовительных работ; $t_м$ — трудоемкость механической обработки; $t_{сб}$ — трудоемкость сборочных работ; $t_п$ — трудоемкость прочих работ |
| Показатель | Расчетная формула | Принятые обозначения |
| Удельная трудоемкость изделия | $t_y = t_{03}/P$ | |
| Удельная себестоимость | $S_y = S/P$ | S — себестоимость изделия |
| <i>Эксплуатационная технологичность</i> | | |
| Удельная трудоемкость профилактического обслуживания функционирующего изделия | $t_{y,об} = t_{об}/P$ | $t_{об}$ — трудоемкость профилактического обслуживания |
| Удельная трудоемкость ремонтов | $t_{y,р} = t_p/P$ | t_p — трудоемкость эксплуатационных ремонтов |
| Удельные затраты на профилактическое обслуживание функционирующего изделия | $S_{y,об} = S_{об}/P$ | $S_{об}$ — суммарные затраты на профилактическое обслуживание изделия |
| Удельные затраты на эксплуатационные ремонты | $S_{y,р} = S_p/P$ | S_p — суммарные затраты на эксплуатационные ремонты |

При этом следует различать: а) базовые показатели технологичности изделий, обладающих общими конструктивными признаками с проектируемым; б) показатели технологичности проектируемого изделия; в) уровень технологичности как отношение значений показателей технологичности проектируемого и базового изделий, заносимый в карту технического уровня и качества машины по ГОСТ 2.116—71.

Перечисленные показатели технологичности во многих случаях могут оказать решающее влияние на окончательную комплексную оценку проектов новых изделий.

Общие требования к технологичности в процессе конструкторской подготовки производства определяются ГОСТ 14.203—73 и 14.204—73 ЕСТПП:

сборочная единица должна расчленяться на рациональное число составных частей с учетом принципа агрегатирования;

конструкция сборочной единицы должна обеспечивать возможность компоновки из стандартных и унифицированных частей;

в конструкции базовой составной части необходимо предусматривать возможность использования конструкционных сборочных баз в качестве технологических и измерительных;

выбор метода сборки для данного объема выпуска и типа производства должен проводиться на основании расчета и анализа размерных цепей;

в конструкции должны предусматриваться устройства, обеспечивающие заданную точность относительного расположения составных частей (центрирующие, фиксирующие, компенсирующие и др.);

пределы регулирования и параметры компенсаторов должны рассчитываться на основе теории размерных цепей;

конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструкционных элементов или быть стандартной в целом.

В соответствии с ГОСТ 14.201—83 отработку конструкции изделия на технологичность в общем случае начинают с подбора и анализа исходных материалов для оценки, уточняют объем выпуска, анализируют показатели технологичности изделий аналогичной конструкции, затем определяют показатели производственной и эксплуатационной технологичности (табл. 2.8), проводят сравнительную оценку показателей и разрабатывают мероприятия по их улучшению.

Работы по обеспечению технологичности конструкции сборочных единиц и деталей осуществляют в такой последовательности: выявляют функции основных сборочных единиц и деталей; определяют возможности объединения функций и уменьшения их числа в конструкции изделия (например, методами функционально-стоимостного анализа); выявляют возможность преемственности конструкций деталей, а также стандартизации и унификации конструкций; определяют технологическую рациональность конструкционных решений в части габаритных размеров, используемых материалов, метода получения заготовок и соединений с другими сопрягаемыми деталями изделия и др. Таким образом, возможности, средства и пути обеспечения технологичности конструкции, снижения ее себестоимости следует рассматривать применительно к стадиям проектирования, хотя некоторые способы улучшения показателей технологичности являются общими для нескольких стадий. На рис. 2.11 показана схема повышения технологичности изделия на различных стадиях проектирования.

Задачу обеспечения технологичности конструкции будущего изделия необходимо решать уже на ранних стадиях проектирования. Решение этой задачи связано в первую очередь с установлением рациональных значений основных технических параметров, с выбором оптимальной схемы, наиболее соответствующей основным эксплуатационным требованиям. Чрезмерно широкий круг эксплуатационных требований, стремление обеспечить расширенный диапазон численных значений эксплуатационных параметров приводят к созданию сложных и дорогостоящих универсальных конструкций. Эта универсальность не всегда оправдана, так как заложенный в изделие диапазон численных значений параметров обычно используется далеко не полностью.

Одним из путей повышения технологичности на ранних стадиях проектирования является образование параметрических рядов и унификация изделий внутри параметрического ряда (см. § 2.3.4). Другим путем является устранение лишних звеньев в конструкционной схеме. При этом происходит сокращение числа звеньев в размерных цепях, уменьшается число деталей, более эффективно используется принцип агрегатирования, позволяющий упростить сборку и снизить трудоемкость сборочных работ.

На стадиях эскизного и технического проектирования должна обеспечиваться технологичность сборки, чтобы уменьшить трудоемкость и производственный цикл сборочных работ. Так, членение изделия на отдельные сборочные единицы позволяет осуществлять независимую сборку, контроль и испытания, в результате чего возможно выполнять параллельно сборочные операции по отдельным сборочным единицам. Однако при этом может увеличиваться число посадочных поверхностей, и при наличии операции подгонки трудоемкость сборочных работ может возрасти. Оптимальное, или разумное компромиссное,

решение обязательно должно учитывать объем выпуска и тип производства. При решении вопроса о целесообразности применения однодетальной или многодетальной конструкции принимают во внимание требования точности, взаимозаменяемости, транспортировки и др. Необходимо также проверить правильность расчленения изделия на составные части, чтобы обеспечить при эксплуатации удобства обслуживания, монтажа, регулировки.

Особенно расширяется круг вопросов, связанный с обеспечением технологичности и снижением себестоимости, при разработке рабочих чертежей. Здесь необходимо обосновать выбор материала и типа заготовок, учесть объем производства, обеспечить взаимозаменяемость деталей, удобство и минимальную трудоемкость сборки. На стадии рабочего проектирования применимы практически все способы обеспечения технологичности, присущие и более ранним стадиям проектирования.

Для обеспечения технологичности машин в соответствии с ГОСТ 2.121—73 ЕСКД вся конструкторская документация подвергается технологическому контролю.

Рассмотрим более подробно основные пути снижения материалоемкости и трудоемкости конструкций.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 гг. и на период до 2000 г. перед работниками народного хозяйства страны поставлена задача настойчиво добиваться рационального и экономного расходования всех ресурсов, снижения их потерь, снизить в двенадцатой пятилетке удельную металлоемкость машин и оборудования на 12—18%. В этом деле у работников машиностроения, в первую очередь у конструкторов и технологов, есть определенные успехи. Так, если удельная масса довоенного токарно-винторезного станка ДИП-200 была 430 кг/кВт, то более современного 16К-20— 250 кг/кВт; если удельная мощность тракторов Т-74 была около 10 кВт/т, то современного трактора Т-150К — более 16 кВт/т. При анализе материалоемкости конструкций и ее влияния на себестоимость изделий полезно оперировать не только общей, но и структурной, и удельной материалоемкостью. Структурная материалоемкость позволяет исследовать рациональность выбранной номенклатуры материалов, возможности исключить дорогостоящие и дефицитные материалы и одновременно использовать стандартные профили проката, заготовок, выпускаемых специализированными заводами. Удельная материалоемкость необходима для сравнения изделий одинакового эксплуатационного назначения, но различной мощности, разной производительности, для сравнения анализируемых образцов отечественной и зарубежной техники.

Главными путями снижения затрат на основные материалы можно считать: а) уменьшение расхода материалов на изделие, определяемое снижением массы изделия и конструкторскими мероприятиями по повышению коэффициента использования материалов; б) выбор рационального материала (кстати, приводящий в ряде случаев и к сокращению массы изделия).

Создание параметрических рядов, внутрисемейственная унификация и другие конструкторские мероприятия по унификации и стандартизации приводят к повышению объема выпуска однотипных изделий, сборочных единиц, деталей. Применение более прогрессивной технологии при этом позволяет не только существенно снизить трудоемкость изготовления, но и несколько уменьшить материалоемкость (сравним, например, припуски при литье в песчаные формы и в кокиль). Известно, что одним и тем же условиям эксплуатации равноценно могут соответствовать изделия с различными кинематическими схемами, резко отличающимися по трудоемкости и длительности всех стадий процесса СОНТ, а также материалоемкости и трудоемкости изготовления самого изделия. Например, удельная материалоемкость навесных сельскохозяйственных машин по сравнению с прицепными на 25—50% меньше.

Одним из важнейших абсолютных показателей технологичности конструкции машины является норма расхода, характеризующая материалоемкость изделия, а из относительных — коэффициент использования материала (например, металла).

Чем выше значение коэффициента использования материала ($K_{и.м.} \leq 1$), тем при прочих равных условиях технологичнее данная конструкция, тем ниже ее себестоимость. Правильный

выбор процесса формообразования деталей, сближение геометрических форм и размеров заготовки с размерами готовой детали является одной из главных тенденций технического прогресса в машиностроении. Особенно важно учитывать коэффициент использования металла при сопоставлении экономичности конструктивных вариантов, предусматривающих различные заготовки для изготовления деталей. Вид заготовки для изготовления детали выбирают в процессе конструирования, так как при расчетах деталей на прочность, износостойкость, а также при определении других показателей эксплуатационных качеств проектируемой детали конструктор исходит из физико-механических свойств применяемого материала, учитывая влияние на них способа предварительного формообразования заготовки. Рациональный конструкторский вариант без учета разницы в капитальных вложениях может быть в первом приближении определен по минимуму технологической себестоимости.

Во многих случаях конструктор имеет возможность выбрать при проектировании детали какой-то материал из двух или даже многих, обеспечивающих одинаковые эксплуатационные свойства детали, но различных по стоимости, а иногда и по трудоемкости обработки. Значительно способствует снижению массы изделия применение металла с высокими механическими показателями. Для деталей, испытывающих большие напряжения, целесообразно использовать стали повышенной прочности с соответствующим уменьшением размера сечений. При применении высококачественного материала (например, легированной стали вместо углеродистой), допускающего более высокие напряжения, масса детали уменьшается, затраты же на единицу массы материала возрастают, могут сократиться (или увеличиться) затраты на обработку, измениться некоторые статьи косвенных расходов, связанных с работой оборудования (затраты на энергию, инструмент и др.)- Следовательно, себестоимость детали при некотором значении прочностных характеристик материала (например, предела текучести) будет иметь минимум, который и определит экономически целесообразный для данного случая материал. Нередко существенный экономический эффект дает применение низколегированных сталей вместо конструкционных, модифицированных чугунов, композиционных материалов, алюминия и его сплавов, магния, титана, пластических масс и других материалов.

Предъявляемые к конструкции требования часто могут быть удовлетворены при использовании различных марок материала, разных видов заготовок. Важно найти рациональное решение, обеспечивающее выбор наиболее экономичного варианта. Для этого необходимо, чтобы конструкторы и экономисты конструкторских служб располагали достаточной технико-экономической документацией (каталоги, прейскуранты, нормативные коэффициенты использования материала, различные экономические данные по производству на данном заводе) и умели использовать этот информационный материал в своей работе.

Большую помощь конструкторам могут оказать методы моделирования, построение экономико-математических моделей затрат на материалы деталей различных классов в зависимости от конструктивно-технологических признаков этих деталей и вида применяемого материала, а также разработка алгоритмов и программ выбора рационального материала на ЭВМ.

Основой снижения трудоемкости проектируемых конструкций является широкое применение принципов унификации, а также многие материалосберегающие направления.

Абсолютное большинство конструкторских мероприятий, направленных на уменьшение массы деталей, сборочных единиц, изделия в целом, приводят параллельно и к снижению их трудоемкости. Большие возможности снижения трудоемкости заложены в правильном выборе современных прогрессивных методов получения заготовок, рациональном выборе квалитетов и классов шероховатости. На смену обработки резанием постепенно приходят точные методы формообразования деталей — штамповка, прессование, литье под давлением.

Снижение общей массы или расхода материалов на изделие, уменьшение полной трудоемкости его изготовления, являются достаточно обоснованными показателями прогрессивности решений в области материалоемкости и трудоемкости лишь для однотипных конструкций, имеющих одинаковые функциональное назначение, мощность, производительность. Однако в первую очередь необходимо «повышать в экономически

оправданных пределах единичные мощности машин и оборудования, снижать затраты на производство в расчете на единицу их производительности».

Поэтому во всех остальных случаях более объективными показателями прогрессивности решений являются (см. табл. 2.8): удельная масса (или удельный расход материала) — отношение общей массы (расхода материала) к одному из важнейших эксплуатационных параметров изделия — мощности, объему работы, производительности и др.; удельная трудоемкость — частное от деления полной трудоемкости на один из аналогичных эксплуатационных параметров; удельная себестоимость — частное от деления полной себестоимости на один из аналогичных эксплуатационных показателей. Эти показатели позволяют сравнивать однотипные изделия, проектируемые и выпускаемые разными заводами, различные конструкторские модификации, судить о степени совершенства конструируемого изделия, сопоставляя его по этим показателям (в числе других) с лучшими зарубежными образцами.

Не прибегая к удельным показателям, трудно оценить эффективность роста единичных мощностей машин и агрегатов. Повышение мощности или какого-либо другого основного эксплуатационного параметра в одной машине, как правило, дает снижение металлоемкости и трудоемкости в расчете на единицу основного параметра. При этом снижение удельной металлоемкости на единицу мощности происходит значительно быстрее, чем снижение общего расхода металла на единицу продукции. Путь наращивания мощности в одной машине имеет экономически целесообразные пределы: дальнейшее увеличение мощности может сопровождаться таким ростом капитальных вложений, который не будет перекрываться снижением удельных материалоемкости и трудоемкости производства.

Рассматривая обобщающий показатель производственной технологичности — себестоимость, следует отметить тенденцию ее увеличения для последующих моделей однотипных изделий, что является следствием технического прогресса — увеличения мощности, скорости, производительности новых изделий. Однако при этом себестоимость и цена нового изделия в расчете на единицу производительности труда должны обязательно уменьшаться.

К. Маркс говорил: «Под относительным удешевлением машин я понимаю такое положение вещей, когда абсолютная стоимость применяемой массы машин увеличивается, но не в такой степени, в какой увеличивается масса этих машин и их эффективность».

Технологичность конструкций на стадиях проектирования обеспечивается в основном конструктором. Однако не следует забывать, что это задача комплексная и конкретная. Комплексная потому, что к ее решению должны привлекаться кроме конструкторского отдела и другие службы завода (технологический отдел, отделы материально-технического снабжения, технического контроля и др.). Конкретная потому, что она должна решаться исходя из конкретных производственных возможностей (наличие необходимых материалов, оборудования и возможности их получения, возможности привлечения работников необходимой квалификации и т. п.), с учетом перспектив развития производства. Следовательно, на всех стадиях проектирования конструктор должен поддерживать тесную связь со всеми службами завода, от которых зависит обеспечение технологичности конструкции (рис. 2.11).

От рациональной организации работы конструкторов, обеспечения их тесной взаимосвязи с технологами зависит конечный успех работы по повышению технологичности конструкции. Практика передовых заводов и конструкторских бюро убедительно говорит о том, что чем теснее эта связь, тем эффективнее все работы по подготовке производства новых изделий. Практически такая связь осуществляется или персональным закреплением за объектом ведущего конструктора и ведущего технолога, или введением одного-двух технологов в штат ОГК или конструкторского бюро, или созданием комплексных конструкторско-технологических бригад, или другими подобными мероприятиями. Выбор решения зависит от конкретных условий.

2.3.4. Организация конструкторских служб

Ниже описан один из вариантов структуры службы главного конструктора машиностроительного предприятия с серийным характером производства. Конструкторское бюро перспективных разработок на основе технического задания, используя результаты проведенных научно-исследовательскими организациями НИР, патентного поиска, разрабатывает перспективные модели машин, начиная с технического предложения и вплоть до выпуска необходимой конструкторской и совместно с технологами технологической документации для изготовления опытных образцов.

Конструкторские бюро серийных машин сосредоточивают свою работу в основном на конструкторских изменениях в выпускаемых предприятием машинах. Цель этих изменений: 1) улучшить эксплуатационные характеристики машин, повысить их экономическую эффективность; 2) улучшить производственную технологичность машин, обеспечить возможность применения в их производстве прогрессивных и экономичных технологических процессов; 3) снизить уровень брака и рекламаций и др. Работа бюро нормоконтроля кратко рассмотрена в § 2.3.4.

В крупных производственных объединениях вместо отделов главного конструктора создаются управления (УГК). В производственном объединении АвтоВАЗ, например, в УГК входят отделы проектирования двигателей, шасси, кузовов, экспериментальный отдел, экспериментальный и модельный цехи, отдел испытаний с полигонным хозяйством.

По-иному решаются вопросы организации работ по всему циклу «исследование — проектирование — освоение — серийный выпуск» в НПО. Каждое новое изделие полностью ведет руководитель проекта на принципах единоначалия на всех этапах работ. При этом почти полностью запараллеливается работа подчиненных ему конструкторов, технологов, снабженцев и других исполнителей проекта. Вся разработка оценивается по конечному результату — чем экономически эффективнее предложенный вариант, чем скорее он внедрен в серию, тем выше вознаграждение участников разработки. Такая организация работ активно способствует выполнению решений XXVII съезда КПСС о сокращении в 3—4 раза сроков разработки и освоения новой техники.

Непременной принадлежностью конструкторских служб являются экспериментальные цехи и участки (цехи опытного производства), обеспечивающие всестороннюю и качественную обработку конструкции в процессе рабочего проектирования. Это позволяет проводить не только проверку соответствия конструкции требованиям технического задания, но и проверку возможности изготовления всех элементов конструкции, их технологичности. Такая организация помогает в дальнейшем осуществлять технологическую подготовку и осваивать промышленное производство новых изделий в установленные плановые сроки, без существенных переделок, вызывающих дополнительные затраты и затягивание сроков промышленного освоения. В условиях единичного и мелкосерийного производства экспериментальных цехов нет, так как доводка и корректировка конструкции ведется на первых промышленных экземплярах новых изделий.

Для осуществления основной своей задачи — изготовления опытных образцов и небольших опытных партий — экспериментальные цехи и участки должны располагать необходимым, как правило, универсальным оборудованием или оборудованием с ЧПУ, на котором можно было бы изготовить любые нужные детали и узлы, если их нельзя получить при меньших затратах от других предприятий. При этом унифицированные элементы конструкции поступают из цехов основного производства, а все заготовки — из заготовительных цехов. Расстановка оборудования предполагает использование технологического принципа, т. е. создание участков или групп оборудования по технологически однородным производственным процессам (см. § 3.2.6.). При такой производственной структуре цеха достигается большая гибкость производства, большая приспособленность к постоянно меняющейся номенклатуре изделий.

Экспериментальные цехи требуют рабочей силы высокой квалификации, рабочих-универсалов, которые умеют сами на основе разработанного технологического маршрута и рабочего чертежа выбрать технологический процесс на данном виде оборудования, обеспечить его подготовку (инструмент, оснастка, режимы работы и т. д.) и исполнение. Желательно, чтобы рабочие владели несколькими профессиями, что облегчает выполнение диспетчерских функций. Существенно ускоряется процесс рабочего проектирования и изготовления опытных образцов в условиях САПР, когда параметры полученного на дисплее окончательного варианта детали переносятся на магнитную ленту, используемую непосредственно в станках с ЧПУ.

При конструировании трудно обеспечить равномерную по календарным срокам сдачу технической документации на опытные образцы. Выявленные в процессе проектирования недочеты конструкции, необходимость конструкторских доработок и изменений, естественно, вызывают многочисленные отклонения от плановых сроков и как следствие — неравномерное поступление заказов в экспериментальные цехи. В таких условиях большую роль играет применение ЭВМ и АСУ, позволяющих оперативно маневрировать ресурсами и обеспечить выравнивание загрузки производственных участков. Оптимизация загрузки опытного производства, маневрирование ресурсами может выполняться методами математического моделирования.

2.4. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ТПП)

2.4.1. Задачи и содержание Единой системы технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства в соответствии с ГОСТ 14.004—83 представляет собой совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства, т. е. наличие на предприятии полных комплектов конструкторской и технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для выпуска заданного объема продукции с установленными технико-экономическими показателями.

Организация и управление технологической подготовкой производства регламентируется государственными стандартами Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), которая позволяет использовать достижения научно-технического прогресса для эффективной подготовки новой продукции. В ЕСТПП используются ГОСТ 15.001—73 (Разработка и постановка продукции на производство), Единая система конструкторской документации (ЕСКД), Единая система технологической документации (ЕСТД), Единая система классификации и кодирования технико-экономической информации, Единая система аттестации качества продукции (см. § 3.5.2), нормативно-техническая документация на типовые технологические процессы и средства технологического оснащения.

Для учета особенностей технологической подготовки, обусловленных конструкцией изделий и типом производства, на основе ЕСТПП разрабатываются отраслевые системы ТПП (ОСТПП), действующие как отраслевые стандарты. Система ТПП предприятия устанавливается нормативно-технической документацией в соответствии с государственными стандартами ЕСТПП и отраслевыми стандартами.

Основными функциями технологической подготовки производства (см. ГОСТ 14.002—73) являются: обеспечение технологичности конструкции на стадиях ТПП, разработка технологических процессов, проектирование и изготовление средств технологического оснащения, организация и управление процессом ТПП. В дальнейшем технологичность конструкции обеспечивается корректировкой документации по результатам анализа изделия на технологичность, выявлением конструкторских решений, требующих применения новых технологических методов и процессов.

Разработка технологических процессов включает поиск аналогичных технологических процессов, выбор рационального способа изготовления деталей и сборки изделий, разработку

технических заданий на проектирование и изготовление специальной оснастки, стендовой и измерительной аппаратуры, на организацию специализированных участков, поточных линий, гибких автоматизированных производств, разработку технологических планировок цехов и участков, расчет норм расхода материалов и трудовых норм, нормоконтроль технологической документации, разработку управляющих программ для станков с ЧПУ и ОЦ, комплекса управляющих программ для гибких производственных систем и др. При проектировании и изготовлении средств технологического оснащения составляются ведомости технологического оснащения, разрабатываются конструкторская документация и технологические процессы на средства технологического оснащения с определением экономической эффективности выбранного варианта, проверяются чертежи технологической оснастки на технологичность, разрабатываются инструкции на испытания, отладку и эксплуатацию технологической оснастки, проводится нормоконтроль документации. После изготовления средств технологического оснащения, их внедрения и отладки техническая документация корректируется и составляются ведомости на контрольно-измерительную аппаратуру. Завершается работа отладкой технологических процессов в целом и корректировкой конструкторской и технологической документации.

Единая система технологической документации включает комплекс государственных стандартов и нормативных документов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформлению и обращению технологической документации (ГОСТ 3.1001—81). Применение ЕСТД создает предпосылки для разработки прогрессивных типовых и групповых технологических процессов, а также для создания информационной базы системы автоматизированного проектирования (САПР). Технологические документы разрабатываются практически на всех стадиях конструкторской и технологической подготовки производства даже при отсутствии технологически ориентированного проектирования. Так, чтобы изготовить и испытать опытный образец (опытную партию), разрабатываются технологические процессы для экспериментального цеха; если необходимо, проектируются и изготавливаются недостающие оснастка и инструмент.

Технологическая документация для различных видов производств — единичного, серийного и массового — отличается глубиной разработки технологических процессов и степенью их детализации. Сначала разрабатываются межцеховые технологические маршруты для всех составных частей изделия (расцеховка деталей). Технологический маршрут (межцеховой и внутрицеховой) — это последовательность прохождения заготовки, детали или сборочной единицы по цехам и производственным участкам предприятия. Для изготовления деталей и сборки изделия в единичном производстве достаточно иметь конструкторскую документацию, маршрутное или маршрутно-операционное описание технологического процесса либо перечень полного состава технологических операции без указания переходов и технологических режимов. Для серийного и массового производств кроме маршрутной технологии разрабатывается технологический процесс с пооперационным описанием формообразования, обработки, сборки. При этом для единичных технологических процессов разрабатывается операционная карта, для типовых (групповых) технологических процессов — карта типовой (групповой) операции. В них указываются переходы, технологические режимы, данные о средствах технологического оснащения, материалах и трудовых затратах.

Исходная информация для разработки технологических процессов может быть базовой, руководящей и справочной. Базовая информация включает наименование объекта выпуска, а также данные, содержащиеся в конструкторской документации на изделие. Руководящая информация — это отраслевые стандарты, устанавливающие требования к технологическим процессам, оборудованию, оснастке, документация на действующие единичные, типовые и групповые технологические процессы, производственные инструкции, документация для выбора технологических нормативов (режимов обработки, припусков, норм расхода материалов), по технике безопасности и промышленной санитарии. Справочная информация включает технологическую документацию опытного производства, описания прогрессивных

методов изготовления, каталоги, справочники, альбомы компоновок, прогрессивных средств технологического оснащения, планировок производственных участков.

2.4.2. Организационно-экономические пути повышения технологической унификации

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

В соответствии с ГОСТ 14.301—83 на этапах технологической подготовки производства разрабатываются три вида технологических процессов: единичные, типовые и групповые. Единичный технологический процесс предназначен для изготовления изделия (детали) одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства. Типовой технологический процесс предназначен для изготовления группы деталей с общими конструкционными и технологическими признаками. Он разрабатывается для типового представителя и включает все основные и вспомогательные операции, характерные для изделий, отнесенных к этой группе. Правила разработки и применения типовых технологических процессов установлены ГОСТ 14.301—73 и ГОСТ 14.303—73. Групповой технологический процесс предназначен для изготовления группы изделий с разными конструкционными, но общими технологическими признаками. На рис. 2.13 представлена схема разработки технологических процессов. Основой разработки групповых технологических процессов является комплексная деталь или изделие, которое включает все конструкционные элементы, характерные для деталей или изделий этой группы. Использование групповых методов производства (ГОСТ 14.319—77) позволяет применять в единичном, мелко- и среднесерийном производствах методы и средства, свойственные крупносерийному и массовому производству. Групповая технология является базой для автоматизации серийного и единичного производства. На ее основе создаются автоматизированные и механизированные приспособления для универсальных станков, автоматизированные агрегатные станки, наконец, гибкие автоматизированные линии. Для организации группового производства используют поддетальную или узловую формы специализации производственных подразделений. Специализированными подразделениями группового производства могут быть групповые поточные или гибкие автоматизированные линии, участки, цехи.

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

Общие правила выбора технологической оснастки определены ГОСТ 14.305—73. В технологических процессах используется несколько видов оснастки: универсальная безналадочная, неразборная специальная, унифицированная (универсально-наладочная, универсально-сборная, сборно-разборная, специализированная наладочная).

Универсальная безналадочная оснастка (УБО) применяется для многократной и долговременной установки различных по форме и размерам заготовок, обрабатываемых на универсальных металлорежущих станках. Примерами такой оснастки являются универсальные патроны, машинные тиски, делительные головки, поворотные столы и др. Преимущества этой оснастки: небольшие сроки и затраты на проектирование и изготовление, разнообразие деталей, для которых они могут использоваться, возможность использовать их до полного износа. Основным недостатком УБО является невысокая производительность из-за необходимости постоянно выверять точность установки заготовок.

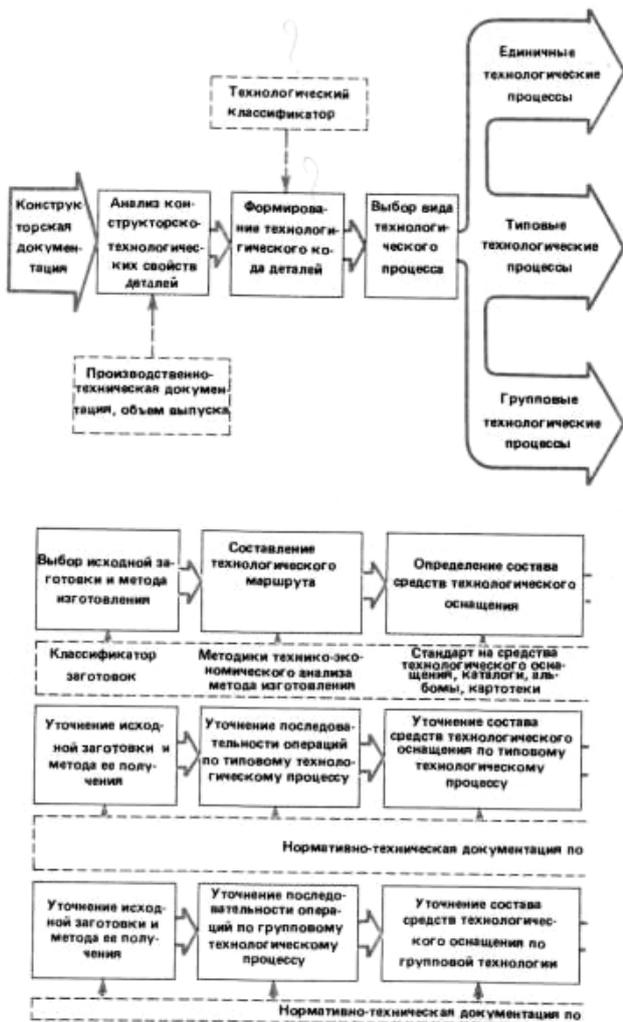


Рис. 2.13. Схема разработки технологических процессов



Рис. 2.13. Продолжение

Неразборная специальная оснастка (НСО) долгосрочного применения используется для одной, как правило, детали операции в крупносерийном и массовом производствах. К достоинствам НСО можно отнести высокую производительность, так как не требуется выверять детали, размеры получаются автоматически, обеспечивается высокое качество работ. Ее недостатки — большие сроки и стоимость проектирования и изготовления, невозможность использования при смене изделий, т. е. ухудшение гибкости производства.

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

Универсально-сборная оснастка (УСО) собирается из стандартных деталей и узлов многократного использования, изготовленных с высокой степенью точности. Недостатком этого вида оснастки является высокая стоимость набора и пониженная жесткость конструкций приспособлений.

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

Специализированная наладочная оснастка (СНО) используется для деталей, близких по конструктивно-технологическим признакам, имеющих общие базовые поверхности и одинаковый характер обработки. Эта оснастка состоит из базового агрегата и наладки (или регулируемого элемента). Она допускает регулирование элементов или замену специальной

наладки. Детали в этом случае обрабатываются по единому групповому или типовому технологическим процессам. Установка осуществляется без выверки, а размеры обеспечиваются автоматически.

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

Технико-экономическое обоснование выбора систем технологического оснащения в соответствии с ГОСТ 14.305—73 включает в себя расчеты коэффициента загрузки и затрат на оснащение операции.

Коэффициент загрузки каждой единицы технологической оснастки

$$k_3 = t_k N_b / F_d,$$

где t_k — штучно-калькуляционное время выполнения технологической операции; N_b — месячный объем выпуска; F_d — действительный (эффективный) месячный фонд времени работы оснастки. Этим ГОСТом определены рациональные границы применения различных систем станочных приспособлений в зависимости $s_{ти}$ от k_3 и срока нахождения изделия в производстве. В табл. 2.9 приведены сравнительные затраты на оснащение станочных операций системами приспособлений. За базу принята система НСО.

Таблица 2.9. Коэффициенты сравнительных затрат на оснащение станочных операций

| Показатели | Системы станочных приспособлений | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| | НСО | УБО | УСО | СРО | УНО | СНО |
| Трудоемкость проектирования | 1,00 | — | 0,05 | 0,60 | 0,30 | 0,20 |
| Трудоемкость изготовления | 1,00 | — | 0,10 | 0,66 | 0,35 | 0,25 |
| Затраты на оснащение деталиеопераций | 1,00 | 0,05 | 0,12 | 0,68 | 0,36 | 0,2 |

В табл. 2.10 указаны рекомендуемые области использования систем оснастки для разных типов и организационных форм производства.

Таблица 2.10. Рекомендуемые области использования систем оснастки

| Виды производства | НСО | УБО | УСО | СРО | УНО | СНО |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Единичное | | * | * | | | |
| Серийное | * | | | * | * | * |
| Крупносерийное массовое | * | | | * | | * |
| Специализированное групповое | | | | | * | * |

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

Экономия, получаемая за счет применения оснастки, снижающей трудоемкость операции, руб/год,

$$\mathcal{E}_T = (t_{шт1} - t_{шт2})(S_{сшт} + L_T) N_T,$$

где $t_{шт1}$, $t_{шт2}$ — трудоемкость выполнения операции для сравниваемых вариантов оснащения технологических процессов; $S_{сшт}$ — сметная ставка по данному виду оборудования, руб/мин; в сметную ставку включаются затраты, связанные с работой оборудования (амортизационные отчисления, затраты на инструмент, вспомогательные материалы, технологическая электроэнергия и др.); L_T — тарифная ставка основного рабочего, руб/мин; N_T — годовой объем выпуска деталей, шт.

2.4.3. Организация технологических служб

Основные правила организации и управления технологической подготовкой производства установлены ГОСТ 14.101—73. При правильной организации системы ТПП должны быть рационально распределены функции между службами, исключено дублирование работ, предусмотрено совершенствование документооборота путем ликвидации дублирующих связей между службами ТПП и излишней информации. Структура технологической подготовки производства должна быть гибкой, обеспечивающей возможность быстро перестраиваться для решения новых задач.

Организация ТПП осуществляется на основе ее информационной модели (ГОСТ 14.104—74), которая отражает состав подразделений, участвующих в этом процессе, номенклатуру функций и задач, решаемых в ТПП, информационные связи подразделений, последовательность решения задач. Модель строится на основании типовых процедур решения задач технологической подготовки производства с учетом входной информации, которая необходима для принятия решения, и выходной, получаемой в процессе решения. При этом на основании технических характеристик информации (объем, периодичность возникновения и др.) определяются виды носителей информации и состав технических средств, используемых в системе технологической подготовки производства.

Технологическая подготовка производства выполняется, как правило, службами и цехами предприятия, однако в ряде случаев для подготовки производства сложных, ответственных деталей, проектирования специфических технологических процессов и оснащения к работам по ТПП подключаются отраслевые проектно-технологические институты и другие организации.

В условиях крупного машиностроительного предприятия руководство технологической подготовкой производства осуществляет заместитель главного инженера по подготовке производства. Задачи ТПП решаются отделом главного технолога, отделом главного металлурга, отделом главного сварщика, если на предприятиях есть соответствующие производства, а также инструментальным отделом и инструментальными цехами, отделом механизации и автоматизации, технологическими бюро основных производственных цехов, бюро планирования подготовки производства, информационно-вычислительным центром.

В отдел главного технолога (ОГТ) машиностроительного предприятия с серийным типом производства входит технологическое бюро разработки технологических процессов, которое включает в себя группы по видам работ (обработка резанием, штамповка, сварка, литье, сборка и др.) и по конструктивно однородным деталям и сборочным единицам (технология изготовления корпусных деталей, тел вращения и др.). Конструкторское бюро проектирования специальной технологической оснастки имеет в составе группы, специализирующиеся по видам работ (оснастка для литья, приспособления для обработки резанием и выполнения сборочных работ, штампы, контрольно-измерительные приборы и оснастка и др.). Технологическое бюро организационного проектирования занимается выбором наиболее

эффективной формы производственных участков, осуществляет проектирование предметно-замкнутых участков, поточных и автоматических линий, линий группового поточного производства, в том числе гибких поточных линий (ГПЛ). Технологическое бюро подготовки программ обеспечивает подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ или типа ОЦ, для обрабатывающих, транспортных, складских и контрольных модулей гибких производственных систем. Технологическое бюро подготовки и внедрения мероприятий по действующему производству осуществляет модернизацию и совершенствование действующих технологических процессов, участвует в освоении технологии при переходе на выпуск новых изделий. Технологическое бюро трудовых и материальных нормативов выполняет нормирование технологических процессов и определяет расход материалов на осваиваемые изделия. Бюро механизации и автоматизации осуществляет работы по созданию и совершенствованию системы автоматизированного проектирования ТПП, готовит обеспечивающие системы САПР. Бюро технической документации оформляет, размножает и хранит техническую документацию ТПП.

В зависимости от специфики машиностроительного предприятия и традиционно сложившегося положения различают три системы технологической подготовки производства: централизованную, децентрализованную и смешанную.

Централизованная система предполагает выполнение комплекса работ по проектированию технологических процессов, средств оснащения и их наладке технологами отдела главного технолога. Такая организация обеспечивает высокое качество разрабатываемых процессов, но усложняет учет цеховых условий, снижает до некоторой степени оперативность освоения новой технологии. Технологи цехов в этом случае следят за соблюдением технологической дисциплины, проводят корректировку технологических процессов и средств технологического оснащения по возникающим конструкторским и технологическим изменениям. Централизованная система в большей степени отвечает условиям массового и крупносерийного производства.

Децентрализованная система предполагает выполнение работ по проектированию технологии и средств технологического оснащения цеховыми технологами в соответствии с расцеховкой деталей. Цеховые технологи хорошо знают специфические условия производства, могут более оперативно провести отладку технологии, но научный уровень технологических процессов может быть ниже, чем при централизованной системе. Децентрализованная система соответствует характеру мелкосерийного и единичного производства.

На машиностроительных предприятиях серийного производства часто применяется смешанная система. В этом случае новые технологические процессы и оснастку разрабатывают технологи ОГТ, а их внедрение, отладку и контроль за соблюдением технологической дисциплины осуществляют технологи цехов. Применение системы автоматизированного проектирования существенно меняет структуру служб, занятых технологической подготовкой производства, специализацию исполнителей в подразделениях ТПП. Так, инженерно-технические работники отдела главного технолога разделяются на проектировщиков и пользователей САПР. Проектировщики или разработчики САПР создают математическое, информационное, методическое и организационное обеспечение системы. Пользователи САПР обращаются к системе для решения задач технологической подготовки нового производства. В соответствии с этим технологическое бюро разработки техпроцессов, управляющих программ, трудовых и материальных нормативов, организационного проектирования и КБ ОГТ становятся пользователями САПР.

Автоматизация проектирования снижает трудоемкость работ по технологической подготовке производства, поэтому численность инженерно-технических работников многих подразделений сокращается. Организационная структура может быть упрощена за счет объединения некоторых подразделений. В то же время усложняются и увеличиваются по объему работы, направленные на разработку и поддержание на высоком научно-техническом уровне системы автоматизированного проектирования. Так, бюро механизации и

автоматизации ТПП может быть преобразовано в несколько структурных подразделений, специализирующихся по видам обеспечивающих подсистем САПР.

2.5. ОРГАНИЗАЦИЯ ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВОЙ ТЕХНИКИ

2.5.1. Характеристика процесса освоения производства

В результате разработки конструкторско-технологической документации, испытания опытных образцов новой техники, изготовления технологической оснастки и нестандартного оборудования, перепланировки производственных участков создаются предпосылки для организации развернутого стабильного выпуска новой продукции. Опыт машиностроительных предприятий показывает, что с момента начала промышленного производства новой техники проходит достаточно много времени, пока удастся достичь запланированных технико-экономических показателей. Поэтому целесообразно рассмотреть период освоения производства новой продукции отдельно.

Освоение производства — это начальный период промышленного производства новой продукции, в течение которого достигаются запланированные проектные технико-экономические показатели (прежде всего проектный выпуск новых изделий в единицу времени, проектная трудоемкость и себестоимость единицы продукции). Выделение этого периода целесообразно только для условий массового и серийного типов производства, для которых характерна стабильность номенклатуры продукции, выпускаемой предприятием в течение определенного времени. В единичном производстве период освоения практически отсутствует, так как обновление номенклатуры связано с выпуском каждого нового единичного изделия либо небольшой партии.

В период освоения продолжается конструкторско-технологическая доработка нового изделия и приспособление самого производства к выпуску новой продукции. Поэтому одной из характерных черт периода освоения является нестабильность, динамичность технико-экономических показателей производства, недетерминированность работ. Например, на автомобильных заводах за этот период трудовые затраты на изготовление единицы продукции снижались в 2,5—4 раза, затраты на основные и вспомогательные материалы — на 15—20%, на оснастку и инструменты — на 5%; потери от брака — до 10%.

В этот период (особенно при отступлении от стандартов ЕСКД и ЕСТПП, недостаточном внимании к сравнительному технико-экономическому анализу возможных вариантов конструкции и технологии) поступает значительное количество конструкторско-технологических изменений, которые не только требуют вносить корректировки в техническую документацию, но и изменять уже освоенные технологические операции, технологическое оснащение, а иногда и процессы в целом.

Объем таких изменений может быть значительным. Иногда трудоемкость доработки технической документации соизмерима с трудоемкостью ее разработки. Так, в автомобильной промышленности затраты на доработку технической документации еще в 70-х годах нередко составляли 35—40% от суммарных затрат на проектирование. Часто изменения в конструкцию изделий вносятся под предлогом улучшить их технические параметры, хотя в действительности устраняются ошибки, допущенные на этапах технической подготовки производства. Внесение изменений ведет к растягиванию периода освоения, к росту затрат. К примеру, изменение конструкции одной лишь детали осваиваемой в производстве машины в условиях массового производства может потребовать пересмотра технологического процесса получения заготовки и ее механической обработки, проектирования и изготовления специальных приспособлений, режущего, измерительного и иного инструмента, пересмотра норм расхода материала и норм времени, уточнения оперативно-производственных планов. Конечно, широкое внедрение систем автоматизированного проектирования и гибких производственных систем позволит, в перспективе снять остроту рассматриваемой проблемы, однако и тогда сохранится негативное

влияние конструкторских изменений на экономические показатели производства в процессе освоения новой продукции. Поэтому заслуживает внимания опыт некоторых зарубежных фирм, практикующих внесение изменений лишь до начала серийного или массового выпуска, внесение же изменений в ходе производства рассматривается как чрезвычайное происшествие.

В период освоения многим рабочим, особенно занятым в основных цехах предприятий массового производства, приходится осваивать технологические операции, новое оборудование, технологическое оснащение. Для выработки рациональных трудовых приемов требуется время.

Кроме того, основные характеристики процесса освоения — продолжительность периода, динамизм затрат — зависят и от степени подготовленности производства к стабильному серийному или массовому производству. При высокой степени готовности специального оборудования и оснастки к началу развернутого выпуска продукции удастся значительно сократить период освоения, обеспечить сравнительно небольшое превышение трудоемкости первых промышленных изделий в сравнении с проектной трудоемкостью. При значительном отставании уровня технологического оснащения к началу освоения его продолжительность затягивается, трудоемкость и себестоимость первых изделий значительно превышают проектные показатели. В то же время высокий уровень готовности оборудования и оснастки к началу стабильного производства требует значительных капитальных вложений, которые в отдельных случаях могут оказаться чрезмерно большими. Существует и риск отказа от какой-то части технологического оснащения при интенсивном потоке конструкторских изменений в период освоения. Поэтому в зависимости от типов производства для различных видов продукции обычно устанавливаются рациональные объемы оснащения к началу освоения. Например, в массовом производстве изделий с относительно небольшим производственным циклом (легковые автомобили, бытовые холодильники, телевизоры и т.д.) прогрессивной тенденцией является обеспечение к началу производства максимально высокого (равного или близкого к 100%) уровня оснащенности. В этом случае период освоения удастся сократить до нескольких месяцев. Особенности периода освоения определяются не только типом производства, но и спецификой отрасли (табл. 2.11)

Таблица 2.11. Особенности процессов освоения изделий электронной промышленности и традиционного машиностроения

| Элементы сравнения | Машиностроение | Электронная промышленность |
|--|--|--|
| Наиболее трудоемкие и сложные процессы в период освоения: основное производство вспомогательное производство | Процессы сборки и регулировки изделия Изготовление оснастки | Технологические процессы Изготовление специальной контрольно-измерительной аппаратуры, специальной технологической оснастки |
| Требования производственной санитарии | Средние | Сверхвысокие |

| Элементы сравнения | Машиностроение | Электронная промышленность |
|--|---|---|
| Количество оснастки | Большое — для процессов изготовления и контроля изделия, относительно небольшое — для испытаний | Небольшое — для процессов изготовления, относительно большое — для испытаний и контроля микросхем |
| Внесение изменений в конструкторско-технологическую документацию | Происходит в период освоения | Происходит в основном в опытном производстве и в начале периода освоения производства |

2.5.2. Организация перехода на выпуск новой продукции

Использование достижений научно-технического прогресса выражается прежде всего в создании и освоении новых видов продукции машиностроения и прекращении выпуска устаревших конструкций. В первой половине 80-х годов заметно возросла интенсивность замещения устаревшей продукции новой, более совершенной и прогрессивной.

Интенсивность замещения производства устаревшей продукции машиностроения новой

1971—1975 гг. 1976—1980 гг. 1981—1985 гг.

| | | | |
|--|--------|--------|--------|
| Освоено новой продукции машиностроения, ед. | 13 286 | 13 727 | 15 669 |
| Снято с производства устаревшей продукции машиностроения, ед. на единицу новой | 0,56 | 0,66 | 0,76 |

В соответствии с разработанной партией концепцией ускорения социально-экономического развития страны процесс замещения устаревшей продукции машиностроения еще более усилится в двенадцатой и последующей пятилетках.

Решениями XXVII съезда КПСС предусмотрено «...повысить темпы обновления выпускаемой техники, доведя в 1990 году долю производства новых машин, оборудования и приборов не менее чем до 13 процентов общего объема машиностроительной продукции».

Эффективность процесса обновления выпускаемой продукции на машиностроительных предприятиях во многом определяется правильностью, рациональностью выбранного метода перехода на производство новых изделий. На характер обновления выпускаемой продукции влияет целый ряд факторов, которые обычно приходится учитывать:

находящиеся в распоряжении предприятия ресурсы, которые могут быть использованы для организации освоения новой продукции (капитальные вложения и их материализация в виде производственных помещений, оборудования, технологического оснащения, а также людские ресурсы);

различия в степени прогрессивности осваиваемого и снимаемого с производства изделий;

степень подготовленности предприятия к освоению новой продукции (комплектность и качество технической документации, степень готовности технологического оборудования и оснащения, уровень квалификационной подготовки персонала, наличие дополнительных производственных площадей и т.д.);

конструкторско-технологические особенности продукции;

тип производства;

степень дефицитности продукции, производимой предприятием для народного хозяйства;

уровень унификации осваиваемой и снимаемой с производства продукции.

Используемые в машиностроении разнообразные методы перехода на выпуск новой продукции различаются прежде всего степенью совмещения времени выпуска заменяемых и осваиваемых моделей (либо наличием перерыва между окончанием выпуска заменяемой и началом выпуска осваиваемой модели), а также соотношением темпов снижения выпуска снимаемой с производства и темпов нарастания выпуска осваиваемой продукции. Однако при всем многообразии вариантов протекания процессов обновления продукции машиностроения можно выделить следующие методы перехода на новую продукцию: последовательный, параллельный, параллельно-последовательный.

Последовательный метод перехода характеризуется тем, что производство новой продукции начинается после полного прекращения выпуска продукции, снимаемой с производства. В зависимости от наличия значительного перерыва между окончанием выпуска старой продукции и началом выпуска новой можно выделить варианты этого метода: прерывно-последовательный и непрерывно-последовательный. Прерывно-последовательный вариант предполагает, что после прекращения выпуска старого изделия 1 на тех же производственных площадях выполняются работы по перепланировке и монтажу технологического оборудования и транспортных средств, а по их завершении начинается освоение производства нового изделия 2 (рис. 2.14.). Продолжительность этих работ и определяет минимальную величину времени остановки производства (ΔT на рис. 2.14, а), в течение которого отсутствует выпуск как изделий 1, так и изделий 2. В организационно-технологическом отношении это наиболее простой вариант перехода. Однако он является и самым неэффективным — велики потери в суммарном выпуске продукции, которые долго не удастся компенсировать. Даже кратковременная остановка производства может резко ухудшить экономические показатели предприятия, поскольку и при интенсивном наращивании темпов выпуска изделий 2 себестоимость их будет все-таки высока из-за значительной величины удельных условно-постоянных расходов. Ведь за время ΔT хотя и отсутствует выпуск продукции, возникнут затраты, которые будут начислены на себестоимость осваиваемых изделий. История как отечественного, так и мирового машиностроения массового типа производства знает в прошлом немало случаев применения этого варианта последовательного метода перехода, однако в настоящее время он уступает другим вариантам и методам обновления продукции.

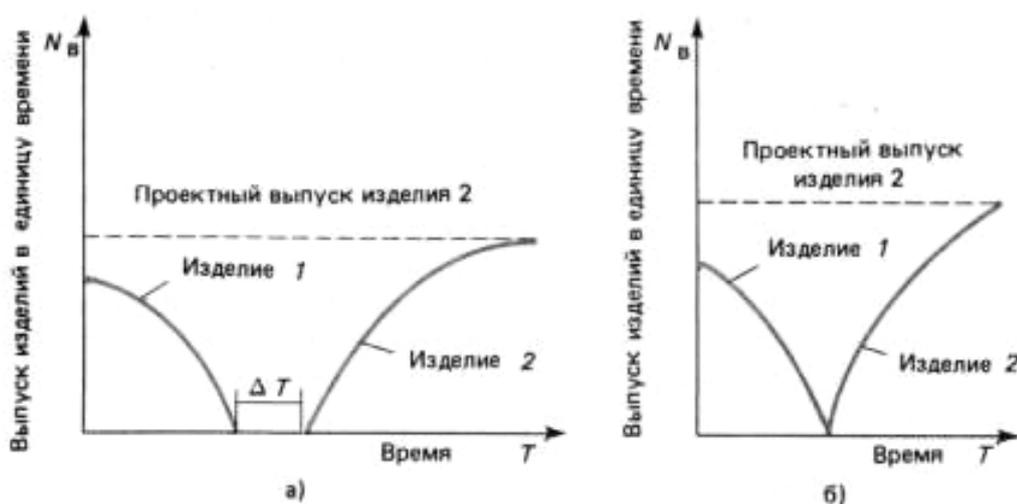


Рис. 2.14. Последовательный метод перехода на выпуск нового изделия:
а — прерывно-последовательный; б — непрерывно-последовательный

Непрерывно-последовательный вариант последовательного метода характеризуется тем, что выпуск осваиваемого изделия начинается сразу же после прекращения выпуска изделия, снимаемого с производства, т.е. $\Delta T=0$ (рис. 2.14, б). Хотя и при этом варианте обычно бывают потери в суммарном выпуске изделий, но они могут быть сведены до минимума за счет высоких темпов нарастания выпуска осваиваемого изделия. Эти потери значительно меньше, чем при прерывно-последовательном варианте освоения, следовательно, меньше и величина условно-постоянных расходов, приходящихся на единицу изделия. Однако освоение по этому варианту в организационно-технологическом отношении значительно сложнее. Требуется высокая степень законченности работ по технологической подготовке производства нового изделия к началу его освоения. Желательно опробовать в среднем до 80% технологических процессов, иметь до 95% смонтированного на новых местах оборудования. Осуществление этого варианта в массовом производстве требует, как правило, наличия резервных (либо дополнительных) производственных площадей для подготовки к выпуску новой продукции. Лишь при высоком уровне унификации нового и старого изделий можно обеспечить динамичное освоение нового изделия без значительного использования резервных (дополнительных) площадей. В условиях серийного производства этот вариант перехода также может быть осуществлен на имеющихся производственных площадях при высоком уровне типизации применяемых технологических процессов и технологического оснащения.

Для параллельного метода перехода характерно постепенное замещение снимаемой с производства продукции вновь осваиваемой. Одновременно с сокращением объемов производства старой модели происходит нарастание выпуска новой. Продолжительность времени совмещения может быть различной. Этот метод наиболее часто применяется в машиностроении как в массовом, так и в серийном производстве. Основное преимущество его по сравнению с последовательным методом состоит в том, что удастся значительно сократить (а в отдельных случаях — и полностью ликвидировать) потери в суммарном выпуске продукции при освоении нового изделия. Применяются разнообразные варианты параллельного метода, различающиеся величиной отрезка времени ДГ, в течение которого совмещается выпуск старого и нового изделий, величиной уменьшения суммарного выпуска в период освоения нового изделия, темпом нарастания выпуска нового изделия и свертывания выпуска старого, количеством дополнительных производственных площадей, оборудования, людских ресурсов. Вариант параллельного метода, показанный на рис. 2.15, а, характеризуется тем, что суммарный выпуск изделий (снимаемого с производства и осваиваемого) остается неизменным, во всяком случае не уменьшается (линия 3 на рис. 2.15 характеризует суммарный выпуск продукции). Это предпочтительный вариант, поскольку он позволяет предприятию сохранить на период освоения равномерный выпуск продукции. Этот вариант требует, как правило, дополнительных производственных рабочих, так как трудоемкость осваиваемых изделий выше, чем снимаемых с производства, а также увеличения производственной мощности предприятия. Он широко применяется в условиях массового производства, особенно при реконструкции предприятия. Если же компенсировать повышенную трудоемкость невозможно, дополнительных мощностей нет, предпочтительнее вариант параллельного метода, при котором суммарный выпуск продукции несколько снижается в период освоения нового изделия (рис. 2.15, б). При высоком уровне унификации заменяемого и осваиваемого изделий во многих случаях вообще удастся избежать снижения суммарного выпуска.

В условиях массового производства (прежде всего в автомобиле- и тракторостроении) широко применяется параллельно-поэтапный вариант параллельного метода. Процесс обновления выпускаемой продукции выполняется в несколько этапов, в ходе которых осваивается выпуск так называемых переходных моделей, отличающихся от предшествующей модели конструкцией отдельных узлов и агрегатов. На каждом из этапов происходит обновление не конечной продукции предприятия, а только отдельных ее составных элементов (рис. 2.15, в). Подобным образом в своё время осуществлялся перевод производства на новые модели грузовых автомобилей ЗИЛ-150 и ГАЗ-53, на новые тракторы Минским тракторным заводом. Несомненное преимущество этого варианта в том, что благодаря ему удастся избежать

коренной реконструкции предприятия, обеспечить на каждом из этапов равномерный выпуск продукции, снизить затраты на освоение производства. Однако процесс обновления выпускаемых изделий при этом растягивается, что может привести к преждевременному моральному устареванию новой продукции.

Параллельно-последовательный метод перехода (рис. 2.16) достаточно широко применяется в условиях массового производства при освоении новой продукции, существенно отличающейся по конструкции от снимаемой. На предприятии создаются дополнительные мощности (участки, цехи), на которых начинается освоение нового изделия — отрабатываются технологические процессы, проводится квалификационная подготовка персонала, организуется выпуск первых партий новой продукции. В этот начальный период освоения в основном производстве продолжается выпуск изделий, подлежащих замене. После завершения начального периода освоения происходит кратковременная остановка как в основном производстве, так и на дополнительных участках, в течение которой осуществляется перепланировка оборудования: оборудование дополнительных участков передается в цехи основного производства. По завершении работ в них организуется выпуск новой продукции. Недостатком этого метода являются очевидные потери в суммарном выпуске продукции за время остановки производства и в начале последующего периода освоения нового изделия в цехах. Требуются дополнительные (резервные) площади для организации временных участков. Однако проведение начальных этапов освоения на дополнительных (временных) участках позволяет позднее обеспечить высокие темпы нарастания выпуска нового изделия.

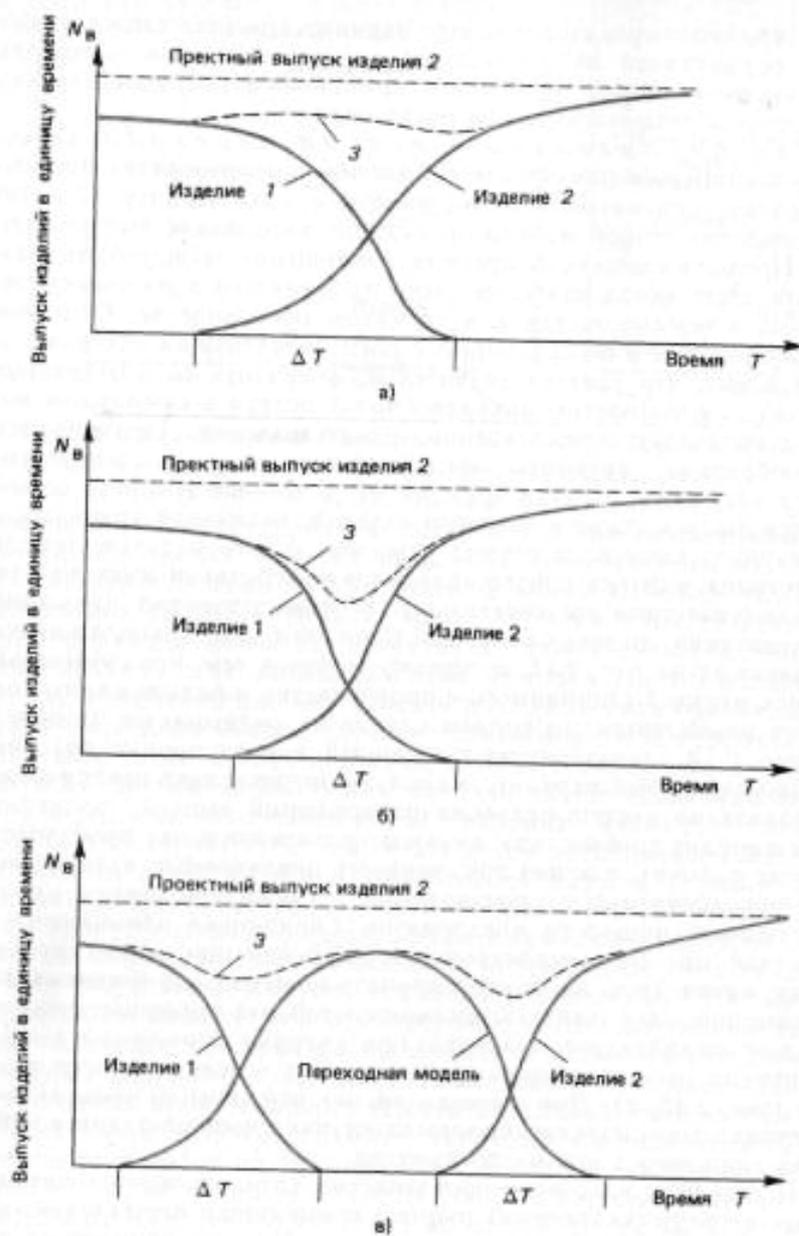


Рис. 2.15. Параллельный метод перехода на выпуск нового изделия:
 а — без уменьшения суммарного выпуска изделий; б — с временным уменьшением суммарного выпуска изделий (линия 3 характеризует суммарный выпуск изделий в период освоения); в — параллельно-постоянный метод перехода на выпуск нового изделия



Рис. 2.16. Параллельно-последовательный метод перехода на выпуск нового изделия

Многообразие применяемых в машиностроении методов перехода на новую продукцию определяется сложностью самого процесса обновления, значительным объемом организационно-технических работ, выполняемых в этот период, различным проявлением рассмотренных выше факторов, влияющих на выбор метода перехода в каждом конкретном случае. Прогрессивной тенденцией, характерной для ускоренного внедрения достижений научно-технического прогресса в производство, является приспособление самого производства, его материально-технической базы к смене модели выпускаемой продукции. Такое приспособление оказывается возможным прежде всего за счет повышения технологической гибкости серийного и массового производства, широкого внедрения ГПС, ГАП.

2.6. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ

2.6.1. Научно-техническая информация в процессах создания и освоения новой техники

Обновление техники, технологии и организации производства невозможно без хорошо поставленной службы научно-технической информации (НТИ). От качества функционирования системы НТИ все более зависит эффективность исследовательских, конструкторских и технологических работ, сроки и качество освоения выпуска новых машин. Основная задача организации информационного обеспечения заключается в том, чтобы уже на начальных стадиях жизненного цикла изделий научно обосновать направление исследований, избежать дублирования, правильно оценить оригинальность решений, установить технический уровень разработок. В Комплексной программе научно-технического прогресса стран — членов СЭВ до 2000 г., предусматривающей широкий обмен научно-технической информацией в рамках содружества, говорится, что «применение информационных вычислительных систем позволит в 2—3 раза сократить сроки разработки и реализации научных программ и инженерно-технических проектов при одновременном повышении качества и значительном снижении затрат на их выполнение».

Научно-техническая информация — это сведения о фактах, получаемых в ходе научной, научно-технической, производственной и общественной деятельности. По своему назначению она подразделяется на научную, техническую (конструкторскую, технологическую), организационно-экономическую (плановую, отчетную), социальную и другие виды

информации, по способу распространения — на формализованную (документированную) и неформализованную (недокументированную).

Документированная информация классифицируется по способу формирования документов — носителей этой информации — на опубликованную, которая содержится в книгах, периодических изданиях, патентных документах, научно-технических документах, промышленных каталогах, прейскурантах, ценниках, и неопубликованную, содержащуюся в отчетах по результатам научных исследований, конструкторских и технологических работ, в диссертациях, переводах, депонированных рукописях. Неформализованная информация содержится в докладах конференций, симпозиумов, в экспонатах выставок, в лекциях, консультациях.

Научно-техническая информация со временем устаревает и в этом смысле обесценивается со скоростью примерно 10—25% в год. Таким образом, если в течение 10 лет специалисты не обновляют своих знаний, можно считать, что эти знания полностью устарели. Конечно, вовсе не обновлять своих знаний практически невозможно, однако необходимо интенсивнее знакомить специалистов с последними достижениями науки, техники, производства не только в нашей стране, но и в других развитых странах. Эту задачу призвано решать их информационное обеспечение.

Научно-информационная деятельность направлена на удовлетворение потребностей в научно-технической информации и включает в качестве основных этапов сбор, переработку, хранение, поиск и распространение НТИ.

Основная цель информационного обеспечения (или информационного обслуживания) — своевременно, оперативно обеспечить исполнителей наиболее полной информацией, необходимой и полезной для решения поставленной перед ними проблемы. Требования, предъявляемые к НТИ, определяются эффективностью информационного обеспечения. Информация должна быть достоверной, перспективной, доступной, выражена в предельно краткой форме.

Информация может быть оценена тремя показателями: количеством, смыслом, ценностью. Количество информации — это её объем, определенный в каких-либо единицах измерения. Так, документированная неопубликованная информация определяется количеством диссертаций в общем ее объеме или по направлениям исследований, количеством депонированных рукописей и т. п. Объем документированной опубликованной информации может измеряться количеством патентных документов, вышедших монографий. Смысловая (семантическая) характеристика информации определяет способность пользователя воспринять ее содержательную сторону, а ценностная отражает важность информации для решения конкретной задачи.

Носители информации определяются ее характером и способом распространения. НТИ внутреннего пользования имеет ограниченное распространение. Поэтому она, как правило, хранится у держателей этой информации в виде чертежей, отчетов в архивах, в библиотеках предприятий. При больших массивах информации, широком их использовании потребителями и при необходимости их машинной обработки применяют специальные носители микрофильмированной информации непрерывного и дискретного типа. Микрофильмирование позволяет создать носители с большой информационной емкостью и малых размеров. При этом улучшаются условия хранения, поиска, обработка НТИ. К непрерывным носителям относятся рулонные микрофильмы, к дискретным — микрокарты, микрофиши, кадры микрофильмов. Непрерывные носители удобны для архивного хранения, дискретные — для поиска и размножения. Микрокарта — карта определенного размера с непрозрачной основой, содержащая микроизображения, полученные фотографическим путем. Микрофиша — лист фотопленки определенного размера, содержащий микроизображения, расположенные в заданной последовательности. Размеры микрофиши стандартизованы. Хранятся микрофиши в конвертах или кассетах, которые располагаются в картотеках. Поиск микрофиш может осуществляться вручную, путем нахождения необходимого документа по его порядковому номеру, или автоматизированно — с использованием поисковых систем. Просматривать

микрофиши можно с помощью читальных аппаратов, диапроекторов (более подробно носители НТИ, технология работы с ними рассматриваются в дисциплине «Управление машиностроительным предприятием»).

2.6.2. Организация информационного обслуживания на машиностроительных предприятиях

Целью системы информационного обслуживания на машиностроительном предприятии является повышение эффективности и качества его работы. Служба НТИ предприятия систематически изучает информационные запросы его специалистов, формирует и развивает информационный фонд, обеспечивает специалистов информацией, пропагандирует передовой научно-технический опыт, повышает информационную культуру специалистов. Если на небольших предприятиях не организована специальная служба НТИ, то эти функции выполняются научно-технической библиотекой.

Информационная служба на машиностроительном предприятии действует на основании типового положения об органах НТИ, утвержденного постановлением ГКНТ 30 ноября 1978 г. Служба НТИ на предприятии на основе изучения отечественной и зарубежной патентной и научно-технической информации подготавливает синтезированную информацию рекомендательного характера и материалы о наиболее важных достижениях науки и техники, изучает материалы о техническом уровне и качестве продукции, создает информационно-поисковые системы научно-технической информации (ИПС), справочно-информационный и патентный фонды предприятия, организует справочно-информационное и библиотечное обслуживание специалистов и руководителей, проводит просмотры литературы, организует выставки, конференции, доклады. Служба НТИ на машиностроительном предприятии подчиняется заместителю директора по научной работе или главному инженеру. Ее возглавляет начальник службы или отдела. Как правило, в службе создаются две лаборатории: 1) поиска и оперативной передачи информации; 2) подготовки и издания информации. Лаборатория поиска и оперативной передачи информации выполняет работы, связанные с научно-техническими переводами (бюро научно-технических переводов), организацией устной и наглядной агитации (бюро устной и наглядной агитации), организацией и обновлением информационного фонда. Особо ответственную работу в лаборатории поиска и оперативной передачи информации выполняют инженеры-кураторы. В их функции входит составление аналитических и реферативных обзоров информации по тематике предприятия. Они являются связующим звеном между предприятием и информационными системами более высокого уровня: отраслевыми и государственной. Лаборатория подготовки и издания информации выполняет работы по ее размножению.

В успешной работе службы НТИ предприятий особенно большое значение имеет информационно-поисковая система — совокупность методов и средств, предназначенных для поиска информации по запросам потребителей (ГОСТ 14.411—77). Классификация ИПС построена по следующим основным признакам:

- по виду выдаваемого результата: документальные, фактографические и смешанного типа;
- по режиму работы: ретроспективного поиска (в объеме хранимой информации), текущего оповещения (по вновь поступившей информации) и смешанного типа;
- по виду поиска: с поиском по имени или с ассоциативным поиском (по известным свойствам объекта);
- по типу структуры базового информационного фонда: с неизменной или с изменяемой структурой;
- по степени механизации и автоматизации работ: ручные, механические и автоматизированные.

Информационно-поисковая система может решать многие задачи НТИ: отвечать на запросы, вести поиск типовых решений и типовых программ и т. д. Выбор способа организации

ИПС, носителей информации производится на основании сравнительной оценки экономической эффективности ее различных вариантов.

Основными путями повышения качества работы систем научно-технической информации и их эффективности являются совершенствование организационной структуры ГСНТИ на базе дальнейшей интеграции органов НТИ, разделения и кооперирования их труда, создание единых справочно-информационных фондов отраслей, регионов с использованием единой системы классификации, широкое внедрение совершенных технических средств, в том числе современных средств репрографической, вычислительной, микропроцессорной техники и робототехнических средств, использование малых ЭВМ и персональных компьютеров, совершенствование дифференцированных форм информационного обслуживания руководящих работников, развитие интерактивного (диалогового) режима общения потребителя с ИПС, повышение информационной культуры пользователей НТИ.

3. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

3.1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА. ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВА

3.1.1. Производственный процесс, принципы его рациональной организации

Производственный процесс представляет собой совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции (ГОСТ 14.004—83). Технологический процесс (ГОСТ 3.1109—82) является частью производственного процесса, содержащей целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте, называется технологической операцией.

Производственный процесс состоит из трудовых и автоматических процессов, а также естественных процессов, не требующих, как правило, затрат труда (например, время на охлаждение отливок, старение заготовок). На машиностроительных предприятиях, выпускающих сложную продукцию, производственные процессы очень разнообразны. Чтобы их рационально организовать, необходимо классифицировать производственные процессы по наиболее важным признакам.

В зависимости от назначения выделяются основные, вспомогательные и обслуживающие производственные процессы.

Основные производственные процессы предназначены для непосредственного изменения формы или состояния материала продукции, являющейся в соответствии со специализацией предприятия товарной. Например, в автомобилестроительном объединении это процессы изготовления деталей автомобиля и сборки из них узлов, агрегатов и автомобиля в целом, на инструментальных заводах — это изготовление инструмента. Вспомогательными производственными процессами называются процессы, в результате которых получается продукция, как правило, используемая на самом предприятии, чтобы обеспечить нормальное функционирование основных процессов. Примером вспомогательных производственных процессов является изготовление средств технологического оснащения, средств механизации и автоматизации собственного производства, запасных частей для ремонта действующего оборудования, производство на предприятии всех видов энергии (электроэнергия, пар, газ и др.). Обслуживающие производственные процессы обеспечивают основные и вспомогательные процессы услугами, необходимыми для их нормального функционирования. К обслуживающим процессам относятся, например, транспортные и складские.

Основные, вспомогательные и обслуживающие производственные процессы имеют специфические особенности и связанные с этим разные тенденции развития и совершенствования. Так, многие вспомогательные производственные процессы могут быть

переданы специализированным заводам, что в большинстве случаев обеспечивает экономически более эффективное производство инструмента, технологической оснастки, запасных частей. С повышением уровня механизации и автоматизации основных и вспомогательных процессов обслуживающие процессы постепенно становятся неотъемлемой частью основного производства, играют организующую роль в автоматизированных и особенно в гибких автоматизированных производствах.

В зависимости от характера выполняемых технологических операций различают заготовительные, обрабатывающие и сборочные производственные процессы. Литые, сварные, кованные заготовки могут быть получены в результате заготовительных процессов. Обработка резанием, термическая обработка деталей — это обрабатывающие производственные процессы. Сборочные процессы обеспечивают сборку узлов и машин, их упаковку.

Разделение функций между человеком и машиной (механизмом) позволяет по степени автоматизации выделить ручные, механизированные, автоматизированные и автоматические производственные процессы. Ручные (немеханизированные) процессы выполняются рабочим без помощи механизмов, например слесарные работы, ручная разметка заготовки и др. Механизированные процессы выполняются рабочим (оператором) с помощью средств, снижающих величину физических нагрузок, например работа на универсальном токарно-винторезном станке. Автоматизированные процессы частично выполняются без участия человека, за которым может остаться только функция наблюдателя, например работа на полуавтоматическом станке. Автоматические процессы полностью высвобождают рабочего от выполнения операций, оставляя за ним функции наблюдения за ходом производства, загрузки заготовок и выгрузки готовых деталей.

По характеру объекта производства различают простые и сложные производственные процессы. Простыми называются процессы, состоящие из последовательно выполняемых операций, примерами которых могут быть изготовление одной детали, партии одинаковых деталей, группы разных по конструкции деталей, но имеющих технологическое сходство и обрабатываемых на одном рабочем месте, участке, линии, а также некоторые процессы сборки изделия или его элемента. Структура такого процесса (порядок выполнения операций) определена технологией изготовления детали. Сложным процессом называется процесс, состоящий из последовательно и параллельно выполняемых операций. Примером такого процесса может быть изготовление сборочной единицы, состоящей из нескольких деталей, или всего изделия, которое включает определенное количество деталей и сборочных единиц. Структура сложного процесса зависит не только от состава технологических процессов изготовления и сборки, но и от порядка их выполнения, определяемого конструкцией сборочной единицы или изделия.

Организуя производственный процесс во времени и в пространстве, следует исходить из некоторых принципов, правильное использование которых обеспечивает повышение эффективности работы предприятия, рациональный уровень расходуемых ресурсов. Основными такими принципами являются: дифференциация, концентрация и интеграция, специализация, пропорциональность, параллельность, прямоочность, непрерывность, ритмичность, автоматичность, гибкость, электронизация. Значение и относительная важность этих принципов в конкретных условиях производства могут меняться. В связи с развитием и совершенствованием машиностроительного производства могут возникать новые принципы или утрачивать силу прежние. Так, принципы гибкости, концентрации и интеграции операций, электронизации производственных процессов сравнительно недавно стали включать в число основных.

Принцип дифференциации предполагает разделение производственного процесса на отдельные технологические процессы, операции, переходы, приемы, движения. При этом анализ особенностей каждого элемента позволяет выбрать наилучшие условия для его осуществления, обеспечивающие минимизацию суммарных затрат всех видов ресурсов. Так, поточное производство многие годы развивалось за счет все более глубокой дифференциации технологических процессов. Выделение коротких по длительности операций позволяло

упрощать организацию и технологическое оснащение производства, совершенствовало навыки рабочих, увеличивало производительность их труда.

Однако чрезмерная дифференциация повышает утомляемость рабочих на ручных операциях за счет монотонности и высокой интенсивности процессов производства. Большое количество операций приводит к излишним затратам на перемещение орудий труда между рабочими местами, установку, закрепление деталей и снятие их с рабочего места после окончания операции.

При использовании современного высокопроизводительного гибкого оборудования — станков с ЧПУ, обрабатывающих центров, роботов и т. д. — принцип дифференциации переходит в принцип концентрации операций и интеграции производственных процессов. Операции становятся более объемными, сложными, выполняются на прогрессивном оборудовании в сочетании с бригадным принципом организации труда.

На поточных линиях в едином комплексе решаются задачи обработки, сборки и транспортировки деталей и изделий. Эффективность гибких производственных систем обеспечивается за счет взаимной координации процессов проектирования, изготовления, транспортирования, контроля, складирования, обслуживания и управления всей сложной производственной системой.

Принцип специализации основан на ограничении разнообразия элементов производственного процесса. В частности, выделяются группы рабочих, специализирующихся по профессиям, что способствует росту их квалификации и производительности труда. Однако целесообразная организация производства в некоторых случаях требует овладения смежными профессиями, чтобы обеспечить взаимозаменяемость рабочих в процессе производства. Иногда переключение рабочих с одного вида работ на другие позволяет снизить нагрузки, вызванные монотонностью и однообразием операций. Уровень специализации рабочего места определяется коэффициентом закрепления операций $k_{з.о}$, т. е. количеством деталяеопераций, выполняемых на рабочем месте за определенный промежуток времени (например, за месяц). При $k_{з.о} = 1$ обеспечивается узкая специализация рабочего места, создаются предпосылки для эффективной организации производства. Для полной загрузки одного рабочего места одной деталяеоперацией необходимо соблюдение условия

$$N_{вi} T_{oi} = F_{\phi}$$

где $N_{вi}$ — объем выпуска деталей 1-го наименования за единицу времени, например, шт/мес; T_{oi} — трудоемкость операции, мин/шт; F_{ϕ} — действительный фонд времени рабочего места, например, мин/мес.

При закреплении за рабочим местом нескольких деталяеопераций или отсутствии постоянного закрепления возникают потери времени при переходе рабочего с одной операции на другую, замедляется выработка у него трудовых навыков. Специализация производственных участков, цехов, заводов предполагает ограничение номенклатуры деталей или изделий, обрабатываемых (или собираемых) в этих производственных подразделениях. Если объем выпуска и трудоемкость детали или изделия одного наименования обеспечивает полную загрузку рабочих мест, создаются однопредметные поточные линии, предметно-замкнутые участки или даже специализированные заводы.

Принцип пропорциональности предполагает относительно равную пропускную способность всех производственных подразделений, выполняющих основные, вспомогательные и обслуживающие процессы. Нарушение этого принципа приводит к возникновению «узких» мест в производстве, или, наоборот, к неполной загрузке рабочих мест, участков, цехов, к снижению эффективности функционирования всего предприятия. Пропускная способность в нормированных часах одного рабочего места, например станка, $N_{п.с} = F_{д}$ группы рабочих мест $N_{п.с} = \omega_{р.м} F_{д}$, где $\omega_{р.м}$ — количество рабочих мест (станков) в группе. Если для обработки деталей одного наименования на двух операциях (1 и 2) созданы две группы станков, то необходимое количество станков в группе определяется исходя из трудоемкости этих операций, пропорционально им:

$$N_{п.с1} / N_{п.с2} = t_1 / t_2.$$

При $F_{д1} = F_{д2}$

Если на участке расположено m групп станков для обработки деталей одного наименования, то

$$t_1 / \omega_{р.м1} = t_2 / \omega_{р.м2} = \dots = t_m / \omega_{р.мм} = \text{const.}$$

Принцип прямотонности заключается в обеспечении кратчайшего пути движения деталей и сборочных единиц в процессе их производства. Не должно быть возвратных движений объектов производства на участке, в цехе, на заводе. Для соблюдения такого порядка оборудование на участке располагается по ходу технологического процесса (рис. 3.1). Наиболее полно этот принцип воплощается в массовом производстве или при организации групповых методов обработки в серийном и единичном производствах. Одним из основных показателей рационального расположения на территории завода складских помещений, заготовительных цехов, участков, оборудования являются минимальные суммарные грузопотоки:

$$\sum_{j=1}^{n_y} \sum_{i=1}^{n_0} G_i l_{mi},$$

где n_y — количество транспортных участков внутри цехов или между ними; n_0 — количество объектов, перемещаемых в процессе производства внутри цехов или между ними; G_i — масса 1-го объекта производства (заготовки, детали или изделия); l_{mi} — протяженность маршрута 1-го объекта производства.

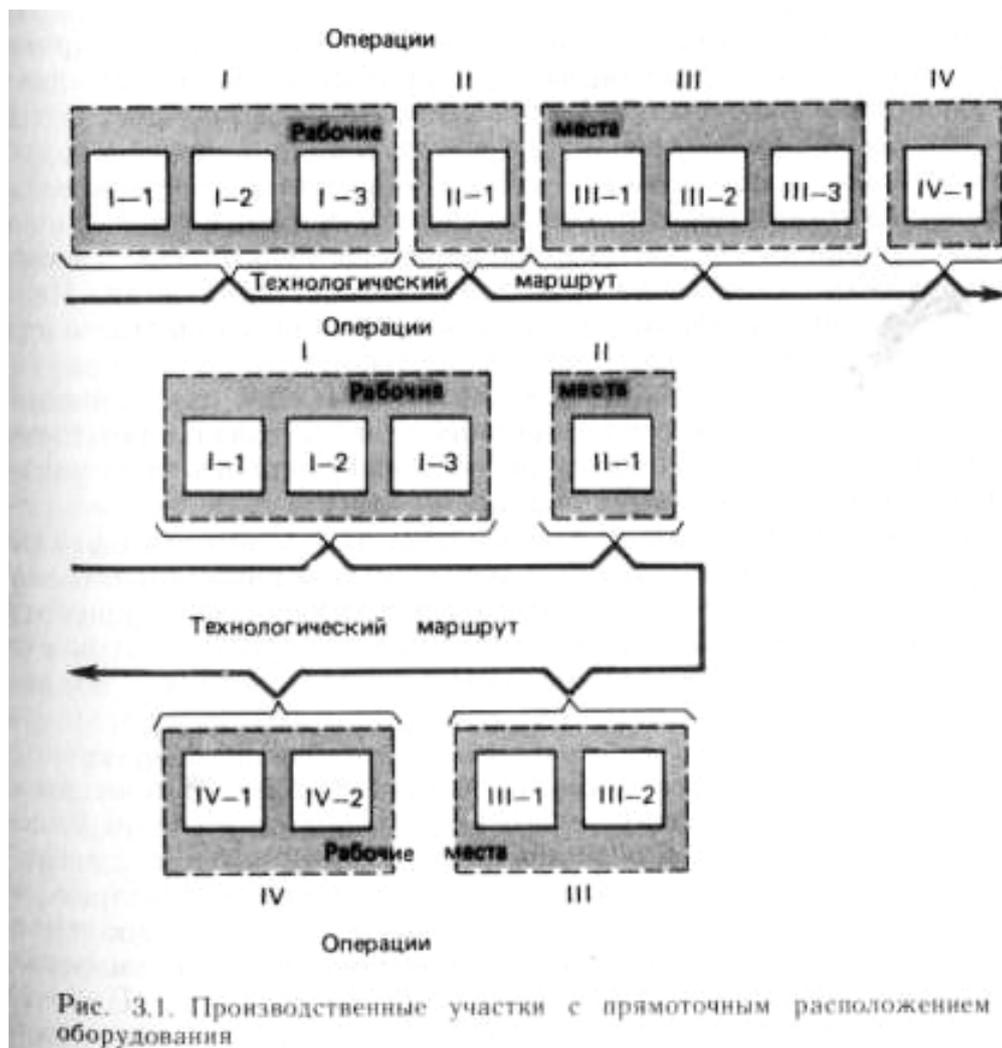


Рис. 3.1. Производственные участки с прямотонным расположением оборудования

Принцип непрерывности предполагает сокращение до возможного минимума перерывов в процессах производства. Перерывы могут возникать по технологическим или организационным причинам. К технологическим перерывам, например, относятся перерывы, связанные с несинхронностью операций. Они могут быть уменьшены или ликвидированы за счет синхронизации, т. е. такой дифференциации операций, при которой удается обеспечить равенство $t_i / \omega_{p,mi} = \text{const}$. К сокращению затрат времени на транспортирование, складирование и другие подобные операции, которые могут рассматриваться как перерывы во времени изготовления деталей и сборки, приводит применение механизированного и автоматизированного транспорта, автоматизированных складов, роторно-конвейерных линий и др. Перерывы по организационным причинам устраняются, в частности, путем совершенствования систем оперативного планирования производства на основе быстродействующих ЭВМ, позволяющих работать в режиме «точно вовремя», т. е. подавать заготовки, детали, сборочные единицы точно во время, определенное расчетами и графиком производственного процесса.

Принцип ритмичности заключается в выпуске равных или равномерно нарастающих в соответствии с планом объемов продукции предприятием или отдельным рабочим местом, участком, цехом. Ритмичность позволяет наиболее полно использовать производственную мощность предприятия и каждого его подразделения.

Принцип автоматичности в условиях современного производства становится одним из важнейших в деле повышения эффективности производства, его интенсификации. Автоматизация процессов приводит к увеличению объемов выпуска деталей, изделий, к повышению качества работ, сокращению затрат живого труда, замене непривлекательного ручного труда более интеллектуальным трудом высококвалифицированных рабочих-наладчиков, операторов, к исключению ручного труда на работах с вредными условиями, замене рабочих роботами. Особо важна автоматизация обслуживающих процессов. Автоматизированные транспортные средства и склады выполняют функции не только по передаче и хранению объектов производства, но могут регламентировать ритм всего производства. Общий уровень автоматизации процессов производства определяется долей работ в основном, вспомогательном и обслуживающем производствах, выполняемых автоматизированным или автоматическим способом, в общем объеме работ предприятия. Уровень автоматизации определяется коэффициентом

$$k_a = t_a / t_0,$$

где t_a — трудоемкость работ, выполняемых автоматическим или автоматизированным способом; t_0 — общая трудоемкость работ на предприятии за определенный период.

Коэффициент k_a может рассчитываться как суммарно по всему предприятию, так и по каждому подразделению отдельно.

Принцип гибкости обеспечивает эффективную организацию работ, дает возможность мобильно перейти на выпуск другой продукции, входящей в производственную программу предприятия, или на выпуск новой продукции при освоении ее производства. Он обеспечивает сокращение времени и затрат на переналадку оборудования при выпуске деталей и изделий широкой номенклатуры. Наибольшее развитие этот принцип получает в условиях высокоорганизованного производства, где используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, переналаживаемые автоматические средства контроля, складирования, перемещения объектов производства.

Гибкость производства, быстрый переход на выпуск других изделий при наименьших потерях ресурсов осуществим на основе электронизации производственных процессов. Она предполагает использование быстродействующих ЭВМ различных классов и совершенствование средств общения человека с ними. ЭВМ постепенно становятся неотъемлемой частью всех видов производственных процессов, обеспечивая кроме гибкости рациональное решение многих производственных задач, в частности поддержание необходимых ритма и равномерности хода производства. Так создаются автоматические ячейки, или модули, включающие исполнительный механизм и ЭВМ. Во многих случаях

использование мини- и микроЭВМ, специальных и персональных ЭВМ с развитым программным обеспечением оказывается более эффективным, чем больших электронно-вычислительных машин.

Приступая к проектированию производственного процесса или производственной системы, следует исходить из рационального использования изложенных выше принципов. Решения должны быть обоснованы расчетом сравнительной экономической эффективности возможных вариантов.

3.1.2. Техничко-экономическая характеристика типов производства

Организация производственных процессов, выбор методов подготовки, планирования и контроля производства во многом определяются типом производства на машиностроительном предприятии.

Тип производства — это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции (ГОСТ 14.004—83). Различаются три основных типа производства: единичное, серийное и массовое.

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается.

В серийном производстве изделия изготавливаются периодически повторяющимися партиями. В зависимости от количества изделий в партии или серии и значения коэффициента закрепления операций различают мелкосерийное, среднесерийное (серийное) и крупносерийное производство. Коэффициент закрепления операций $k_{з.о.} = i_{т.о} / \omega_{р.м}$, где $i_{т.о}$ — число всех технологических операций, подлежащих выполнению в производственном подразделении в течение месяца; $\omega_{р.м}$ — число рабочих мест. Коэффициент закрепления операции зависит от трудоемкости операций, фонда времени работы оборудования. Для мелкосерийного производства характерны значения $k_{з.о.} = 21 \div 40$, для среднесерийного — $11 \div 20$, а для крупносерийного — $1 \div 10$.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени. На большинстве рабочих мест выполняется одна постоянно повторяющаяся операция ($k_{з.о.} = 1$).

К самостоятельному типу следует относить опытное производство. Его цель — производство образцов, партий или серий изделий для проведения исследовательских работ, испытаний, доводки конструкции и на основе этого разработки конструкторской и технологической документации для промышленного производства. Изделия опытного производства не являются товарной продукцией и обычно не поступают в эксплуатацию. В машиностроении практически нет предприятий с однородными по типу производственными процессами. В одном цехе или в разных цехах одного предприятия встречаются и единичные, и серийные или и серийные, и массовые процессы. Тип производства определяется преобладающим типом производственных процессов.

Предприятия единичного производства выпускают продукцию в единичных экземплярах, не повторяющуюся или повторяющуюся не периодически. К таким предприятиям относятся многие заводы тяжелого станкостроения, судостроения, энергетического машиностроения. Однако на предприятиях с единичным характером производства на основе унификации деталей и сборочных единиц может быть организовано серийное и даже крупносерийное производство шестерен, валков прокатных станов и других деталей. К таким предприятиям относится, например, производственное объединение «Ново-Краматорский машиностроительный завод им. В. И. Ленина».

Предприятия серийного производства выпускают серии изделий ограниченной, периодически повторяющейся номенклатуры. Серия изделий — все изделия, изготовленные по конструкторской и технологической документации без изменения ее обозначения. На

предприятиях серийного производства за счет унификации конструкций и применения групповых методов обработки создаются автоматизированные поточные линии и гибкие автоматизированные системы.

Предприятия массового производства непрерывно выпускают ограниченную номенклатуру изделий. К ним относятся, например, автомобильные производственные объединения АвтоВАЗ, АвтоЗИЛ, КамАЗ. В сборочных цехах создаются поточные линии, характерные для массовых производственных процессов. В заготовительных цехах из-за сравнительно малой трудоемкости операций преобладают многопредметные поточные линии. В настоящее время в машиностроении около 20% продукции изготавливается в массовом и крупносерийном производствах. Сравнительная технико-экономическая характеристика типов производства представлена в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Сравнительная технико-экономическая характеристика типов производства

| Факторы | Тип производства | | |
|--|-------------------------|--------------------------------------|--|
| | единичное | серийное | массовое |
| 1. Номенклатура | Неограниченная | Ограниченная сериями | Один тип или несколько |
| 2. Постоянство номенклатуры | Не повторяется | Периодически повторяется | Постоянный выпуск изделий узкой номенклатуры |
| 3. Специализация рабочих мест | Разные операции | Периодически повторяющиеся операции | Одна постоянно повторяющаяся операция |
| 4. Оборудование | Универсальное | Универсальное и специальное | Преимущественно специальное |
| 5. Расположение производственного оборудования (см. 3.2.6) | Технологический принцип | Предметный и технологический принцип | Предметный принцип |

Продолжение табл. 3.1

| Факторы | Тип производства | | |
|----------------------------------|------------------|--|---|
| | единичное | серийное | массовое |
| 6. Оснастка | Универсальная | Унифицированная | Специальная |
| 7. Квалификация основных рабочих | Высокая | Средняя, высокая на станках с ЧПУ и гибких автоматизированных линиях | Сравнительно невысокая на поточных линиях, высокая на автоматических и гибких автоматизированных линиях |

Тип производства решающим образом влияет на эффективность использования ресурсов предприятия. Массовое производство позволяет выбирать прогрессивные исходные материалы и заготовки, высокопроизводительное оборудование и оснастку, наиболее прогрессивные формы организации производственных процессов, лучше использовать трудовые ресурсы. Этим определяется и сравнительно более низкая себестоимость выпускаемой продукции на

предприятия массового производства. Использование групповых методов обработки, автоматизация и электронизация производственных процессов дают возможность применять организационные формы массового производства в серийном, а иногда даже и в мелкосерийном производствах. Организационно-технический уровень серийных производственных процессов повышают гибкие производственные системы.

3.1.3. Организационно-технический уровень производства

Ускорение темпов научно-технического прогресса во многом определяется организационно-техническим уровнем машиностроительных предприятий. Критерием организационно-технического уровня производства являются суммарные затраты на выпуск продукции, по своим качественным параметрам удовлетворяющей потребности народного хозяйства. Организационно-технический уровень производства может быть только тогда признан высоким, если предприятие в соответствии с планом выпускает высококачественную продукцию и использует при этом высокопроизводительное оборудование, ресурсосберегающую технологию, эффективную организацию производства, обеспечивающие оптимальный уровень суммарных затрат.

В зависимости от типа производства на организационно-технический уровень оказывают влияние те или иные группы факторов. Так, повышение уровня унификации и стандартизации изделий создает в серийном и единичном производствах предпосылки для применения более прогрессивных форм организации производства. Использование в конструкциях прогрессивных материалов (например, композиционных, керамических, пластических масс) приводит к созданию новых технологий и оборудования. Тип производства, частота обновления выпускаемой продукции обуславливают использование различных организационных форм производства. Так, при сравнительно устойчивом производстве, при редкой сменяемости объектов производства эффективными могут быть узкоспециализированные автоматические поточные линии, а при частой сменяемости выпускаемой продукции — быстро перестраиваемые и гибкие производственные системы различного назначения. На организационно-технический уровень производства значительно влияют формы его специализации и кооперирования, которые определяют производственную структуру предприятия, уровень электронизации, процессов производства и управления и многие другие факторы.

Организационно-технический уровень производства оценивается для того, чтобы установить степень совершенствования всех его элементов, произвести сравнительный анализ организационно-технического уровня аналогичных производств, выявить резервы повышения эффективности производства, составить планы технического перевооружения и реконструкции предприятия.

В зависимости от целей и объекта исследования (предприятие, цех, участок, рабочее место) используются частные $I_{\text{ч}}$, единичные $I_{\text{е}}$ и обобщенные показатели $I_{\text{о}}$ организационно-технического уровня производства.

Единичные показатели характеризуют отдельные стороны процесса производства. Они оценивают долю прогрессивных методов и средств, применяемых на предприятии, в цехе, на участке или рабочем месте, и определяются по формуле

$$I_{\text{еi}} = N_{\text{ни}} / N_{\text{об}},$$

где $N_{\text{ни}}$ — объем работ в трудовых или натуральных показателях, выполненный с использованием прогрессивных методов и средств; $N_{\text{об}}$ — общий объем работ в тех же показателях.

Обобщенные показатели характеризуют элементы процесса производства: предметы труда $I_{\text{о.п.т}}$, средства труда $I_{\text{о.с.т}}$, технологию $I_{\text{о.т}}$, организацию труда и производства $I_{\text{о.о.п}}$. (рис. 3.2). Обобщенные показатели рассчитываются на основании единичных, а единичные — на

основании частных с учетом их относительной важности, выраженной весовыми коэффициентами a_i :

$$I_{o,j} = \sum_{i=1}^n I_{e,i} a_i; I_{e,i} = \sum_{k=1}^n I_{ч,k} a_k$$

Отраслевые методики оценки организационно-технического уровня производства разрабатываются с учетом методических рекомендаций в рамках ЕСТПП и отраслевых особенностей. Они устанавливают состав и метод расчета единичных и частных показателей, порядок аттестации организационно-технического уровня предприятий по категориям путем сопоставления обобщенных показателей с нормативными.

Рассмотрим методику расчета основных обобщенных, единичных и частных показателей организационно-технического уровня производства машиностроительных предприятий.

Технический уровень предметов труда оценивается обобщенным показателем $I_{о.п.т}$ включающим уровень выпуска продукции высшей категории качества, унификации изделий, технологичности конструкции изделий, уровень и качество применяемых материалов, сырья, полуфабрикатов. Каждый из единичных показателей рассчитывается в виде относительной величины. Показатель уровня выпуска продукции высшей категории качества $I_{е.в.к} = Q_{в.к} / Q_t$, где $Q_{в.к}$ — годовой объем выпуска продукции высшей категории качества, руб.; Q_t — годовой объем товарной продукции, руб. Показатель уровня унификации изделия $I_{е.ун} = (t - t_0) / t$, где t — общая трудоемкость изготовления изделий, норма-ч/год; t_0 — трудоемкость изготовления оригинальных составных частей изделий, норма-ч/год; $t - t_0$ — трудоемкость изготовления унифицированных составных частей изделия, норма-ч/год. Показатель уровня технологичности конструкции $I_{е.тех} = S_{т.д} / S_{т.б}$, где $S_{т.д}$, $S_{т.б}$ — достигнутая и базовая технологическая себестоимость, руб.

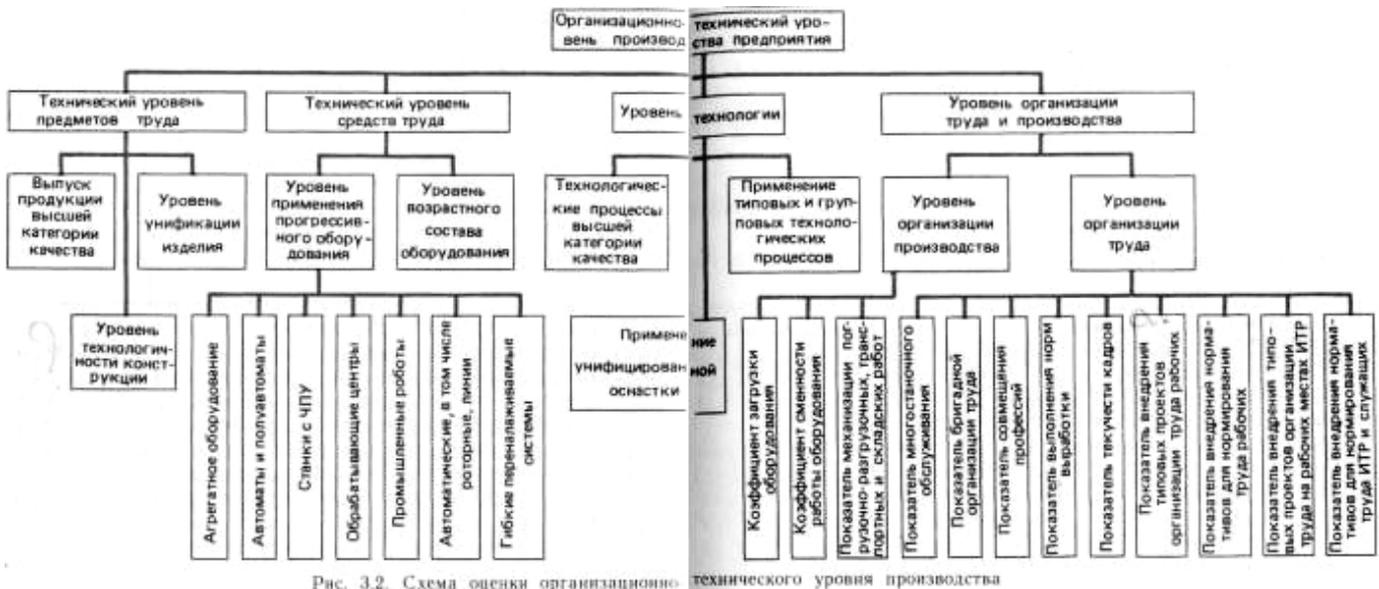


Рис. 3.2. Схема оценки организационно-технического уровня производства

Таким образом, технический уровень предметов труда

$$I_{о.п.т} = I_{е.в.к} a_{в.к} + I_{е.ун} a_{ун} + I_{е.тех} a_{тех}$$

Технический уровень средств труда оценивается обобщенным показателем $I_{о.с.т}$, включающим уровень применения прогрессивного оборудования $I_{е.п.о}$, уровень возрастного состава оборудования $I_{е.в.о}$:

$$I_{о.с.т} = I_{е.п.о} I_{е.в.о} = I_{е.в.о} a_v$$

Если уровень использования оборудования каждого вида

$$I_{е.п.о.i} = t_{об.i} / t, \quad \text{то } I_{е.п.о} = \sum_{i=1}^n t_{об.i} / t,$$

где m — номенклатура оборудования всех видов.

Оценка уровня возрастного состава оборудования производится показателем $I_{e.v.o} = \omega_v / \omega_0$, где ω_v — количество единиц оборудования с возрастом до 10 лет; ω_0 — общее количество единиц оборудования.

Уровень технологии оценивается прогрессивностью технологических процессов и используемой оснастки $I_{o.t} = I_{e.kk} a_{kk} + I_{e.t.p} a_{t.p} + I_{e.y.o} a_{y.o}$. Показатель уровня технологических процессов, аттестованных по высшей категории качества, $I_{e.k} = t_k / t$, где I_k — трудоемкость изготовления годового объема выпуска изделий по технологическим процессам, аттестованным по высшей категории качества. Показатель уровня применения типовых и групповых технологических процессов $I_{e.t.p} = t_{t.p} / t$, где $t_{t.p}$ — трудоемкость изготовления годового объема выпуска изделий по типовым и групповым технологическим процессам. Показатель уровня применения унифицированной оснастки $I_{e.y.o} = t_{y.o} / t$. Здесь $t_{y.o}$ — трудоемкость изготовления годового объема выпуска изделий с применением унифицированной оснастки.

Уровень организации труда и производства

$$I_{e.o.p} = I_{e.o.t} a_{o.t} + I_{e.o.p} a_{o.p},$$

где единичные показатели $I_{e.o.t}$ и $I_{e.o.p}$ рассчитываются в соответствии со схемой, представленной на рис. 3.2.

Частные показатели характеризуют относительный уровень: $I_{ч.заг}$ — загрузки оборудования; $I_{ч.см}$ — сменности работы оборудования; $I_{ч.мех}$ — механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ; $I_{ч.мн}$ — многостаночного обслуживания; $I_{ч.бр}$ — бригадной организации труда; $I_{ч.сов}$ — совмещения профессий; $I_{ч.в.н}$ — выполнения норм выработки; $I_{ч.тек}$ — текучести кадров; $I_{ч.т.р}$ — наличия типовых проектов организации труда рабочих; а $I_{ч.т.н}$ — типовых проектов организации труда ИТР и служащих; $I_{ч.н.р}$ — наличия нормативов для нормирования труда рабочих, а $I_{ч.н.н}$ — нормативов для нормирования труда ИТР и служащих. За базу для сравнения принимаются отраслевые уровни соответствующих показателей. Тогда

$$\begin{aligned} I_{e.o.p} &= I_{ч.заг} a_{заг} + I_{ч.см} a_{см} + I_{ч.мех} a_{мех}; \\ I_{e.o.t} &= I_{ч.мн} a_{мн} + I_{ч.бр} a_{бр} + I_{ч.сов} a_{сов} + \\ &+ I_{ч.в.н} a_{в.н} + I_{ч.тек} a_{тек} + I_{ч.т.р} a_{т.р} + I_{ч.т.н} a_{т.н} + \\ &+ I_{ч.н.р} a_{н.р} + I_{ч.н.н} a_{н.н}. \end{aligned}$$

Коэффициенты a учитывают важность каждого частного показателя.

При оценке организационно-технического уровня производства единичные и обобщающие показатели сопоставляются с аналогичными показателями передовых отечественных и зарубежных предприятий, а также с нормативами, устанавливаемыми в соответствии с отраслевыми особенностями и выпускаемой продукцией. Результаты анализа организационно-технического уровня производства являются основой для составления планов технического перевооружения предприятий (объединений), которые разрабатываются на пятилетку и на год. В планы включаются мероприятия по внедрению прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производства, модернизации действующего оборудования, совершенствованию производства и управления.

Основными путями повышения организационно-технического уровня производства являются замена физически изношенного и морально устаревшего оборудования новым, более производительным, внедрение прогрессивных технологических процессов, переход к созданию робототехнических комплексов, гибких автоматизированных систем и производств, рациональная специализация и кооперирование, особенно заготовительных производств.

Организационно-технический уровень производства отражается в паспортах предприятия, производственного и научно-производственного объединения (см. § 1.2.2).

3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ВО ВРЕМЕНИ И В ПРОСТРАНСТВЕ

3.2.1. Структура производственного цикла

Производственным циклом T_{Π} называется интервал календарного времени от начала до конца технологического процесса независимо от числа одновременно изготавливаемых деталей или изделий. Время выполнения технологических операций в производственном цикле составляет технологический цикл T_T . Время выполнения одной операции, в течение которого изготавливается одна деталь, партия одинаковых или несколько различных деталей, называется операционным циклом T_0 .

Производственный цикл простого процесса начинается с запуска в производство заготовки или исходного материала и заканчивается выпуском готовой детали с последней операции. Производственный цикл сложного процесса — совокупность простых процессов. Часто он начинается с запуска в производство первой заготовки и заканчивается выпуском готового изделия или сборочной единицы. Производственный цикл включает время выполнения технологических t , контрольных t_k , транспортных t_t и складских t_c операций, естественных процессов T_e и время перерывов $T_{\text{пер}}$:

$$T_{\Pi} = f(t, t_k, t_t, t_c, t_e, T_{\text{пер}}, T_e).$$

Структура производственного цикла представлена на рис. 3.3.

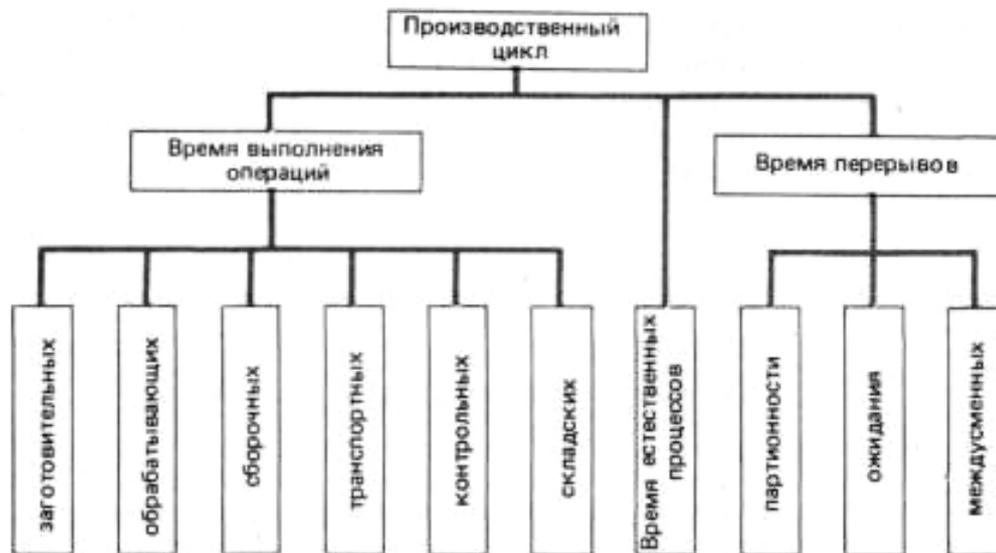


Рис. 3.3. Структура производственного цикла

При организации производственного процесса учитываются регламентированные перерывы, возникающие внутри рабочих смен и между ними. Внутрисменные перерывы возникают при обработке деталей партиями из-за их пролеживания в ожидании обработки всей партии перед ее транспортировкой на следующую операцию (перерывы партионности); при несовместности времени окончания одной и начала другой операции, выполняемых на одном рабочем месте, из-за чего детали или партии деталей пролеживают в ожидании освобождения рабочего места (перерывы ожидания).

Междусменные перерывы вызываются принятым на предприятии режимом работы, который предопределяет количество рабочих дней в году $F_{р.д.}$, число рабочих смен в сутки f , продолжительность смены $T_{см.}$. Если затраты времени на транспортировку деталей и сборочных единиц между рабочими местами, на складские операции, а иногда и на контрольные операции не нормируются в технологических картах или другой технологической документации, то они включаются в так называемое время межоперационных перерывов. Это довольно часто делается в условиях неавтоматизированного производства.

Производственный цикл является важным показателем эффективности производства. Он широко используется для разработки календарных планов цехов, участков, линий, рабочих мест. По нормативной величине производственного цикла устанавливается норматив незавершенного производства, т. е. количество продукции, находящейся на всех стадиях процесса производства.

3.2.2. Расчет и анализ производственного цикла простого процесса

Если технологический процесс построен по принципу дифференциации операций, то каждая операция выполняется на соответствующем ей рабочем месте, между которыми осуществляется транспортировка предметов труда. Технологический цикл обработки одного предмета труда

$$T_r = \sum_{i=1}^u t_i,$$

где t_i — норма времени на i -ю операцию; u — число операций в технологическом процессе.

В технологическом процессе, построенном преимущественно по принципам концентрации операций (например, на агрегатном станке), предполагается одновременно выполнять несколько операций, и в технологический цикл включается операция с максимальным операционным циклом T_{oi} из всех, выполняемых параллельно. Тогда $T_r = T_{r1} + T_{r2}$,

где $T_{r1} = \max(T_{oi})$ — технологический цикл операций, выполняемых на агрегатном станке; T_{r2} — цикл операций, выполняемых и дифференцированно.

При изготовлении партии одинаковых предметов труда может использоваться один из видов движения предметов труда по операциям: последовательный, параллельно-последовательный и параллельный.

Сущность последовательного вида движения заключается в том, что каждая последующая операция начинается только после окончания изготовления всей партии предметов труда на предыдущей операции. При этом технологический цикл изготовления партии n на u операциях

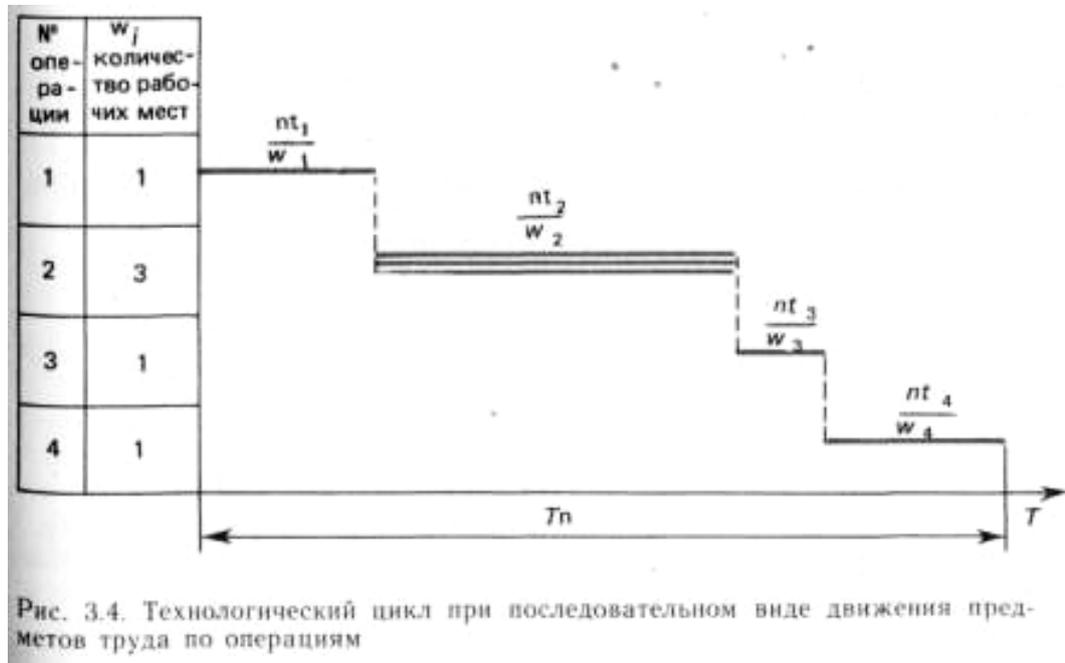
$$T_r' = n \sum_{i=1}^u t_i.$$

Если на одной или нескольких операциях работа производится одновременно на нескольких рабочих местах ω_i , то

$$T_r = n \sum_{i=1}^u t_i / \omega_i$$

(рис. 3.4).

Чтобы сократить технологический цикл, применяют параллельно-последовательный вид движения. Сущность его состоит в том, что вся обрабатываемая (или собираемая) партия делится на транспортные партии по n_r штук в каждой. Транспортная партия обрабатывается или собирается на каждой операции без перерывов. Ее можно передавать на следующую операцию, не ожидая окончания работы по другим транспортным партиям. При этом должно соблюдаться условие непрерывной работы на каждой операции при изготовлении всей партии n .



При организации параллельно-последовательного движения возможны два варианта совмещения операций: а) при операционном цикле предшествующей операции меньшем, чем у последующей; б) при операционном цикле предшествующей операции большем, чем у последующей (рис. 3.5). В первом случае максимальное совмещение операций можно получить, передавая первую транспортную партию на последующую операцию сразу же после окончания работы над ней на предыдущей. Все последующие транспортные партии будут пролеживать между этими операциями, ожидая освобождения рабочего места $(i+1)$, однако обеспечивается непрерывная работа на всех рабочих местах. Во втором случае для обеспечения непрерывной работы на последующей операции $(i+1)$ необходимо ориентироваться на последнюю транспортную партию, определяя возможное время начала работы над ней на этой $(i + 1)$ операции. Чтобы обеспечить непрерывную загрузку рабочих мест операции $(i + 1)$, к этому времени следует закончить работу над всеми остальными транспортными партиями, осуществляя ее без каких-либо перерывов.

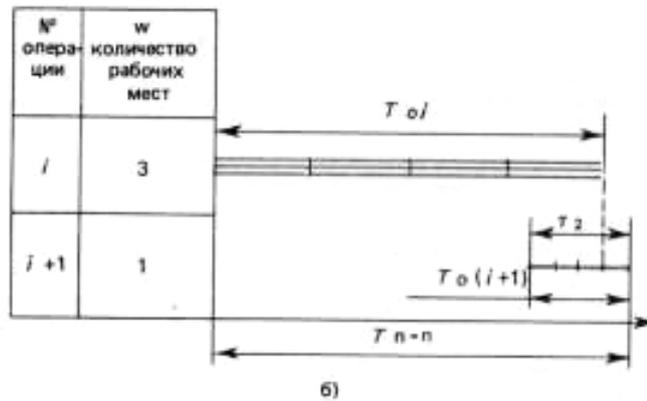
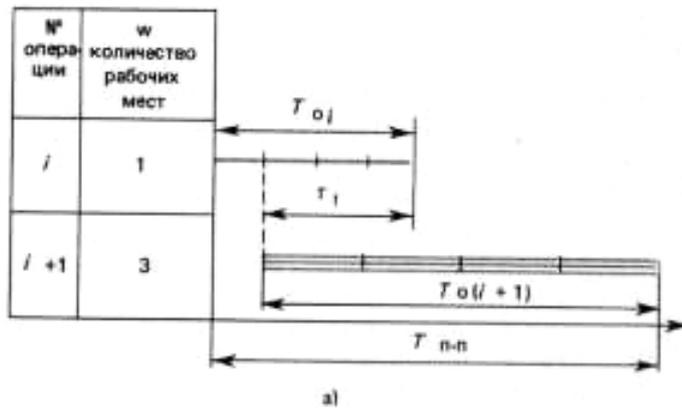


Рис. 3.5. Варианты (а, б) технологических циклов при параллельно-последовательном движении предметов труда по операциям

В каждом из вариантов по сравнению с последовательным видом движения достигается сокращение технологического цикла на величину τ за счет частичного параллельного выполнения работ на смежных операциях. Эта экономия может быть рассчитана по наиболее короткой из двух смежных операций:

$$T = (n - n_{\tau})(t/\omega)_{\text{кор.}}$$

На рис. 3.6 показан пример построения технологического цикла при параллельно-последовательном движении партий предметов труда по операциям. На основании этого графика

$$T_{\tau, n-n} = T_{\tau(n)} - \sum_{i=1}^u \tau_i = n \sum_{i=1}^u (t_i/\omega_i) - (n - n_{\tau}) \sum_{i=1}^{u-1} (t/\omega)_{\text{кор.}}$$

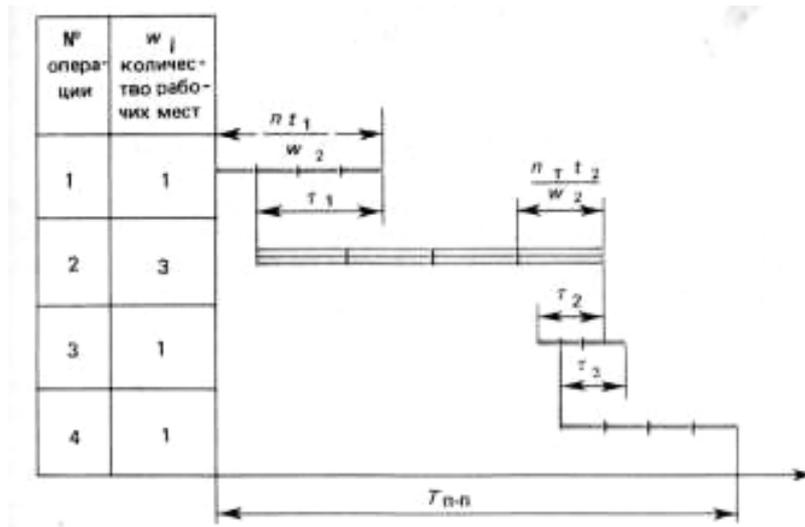


Рис. 3.6. Технологический цикл при параллельно-последовательном виде движения предметов труда по операциям

Еще большее сокращение технологического цикла можно получить при использовании параллельного вида движения партий предметов труда по операциям. Сущность параллельного вида движения заключается в том, что с операции на операцию предметы труда передаются транспортными партиями, при этом по каждой партии ведется работа на всех операциях технологического процесса без перерывов, т. е. без пролеживания. Правила построения такого цикла могут быть сформулированы следующим образом: строится технологический цикл по первой транспортной партии на всех операциях без пролеживания между ними; на операции с самым продолжительным операционным циклом строится цикл проведения работ по всей партии n без перерывов; для всех транспортных партий, кроме первой, достраиваются операционные циклы на всех операциях, кроме самой продолжительной. Технологический цикл при параллельном виде движения партий предметов труда по операциям представлен на рис. 3.7, а аналитически

$$T_{\tau(\text{пар})} = (n - n_{\tau})(t/w)_{\max} + n \sum_{i=1}^a (t_i/w_i).$$

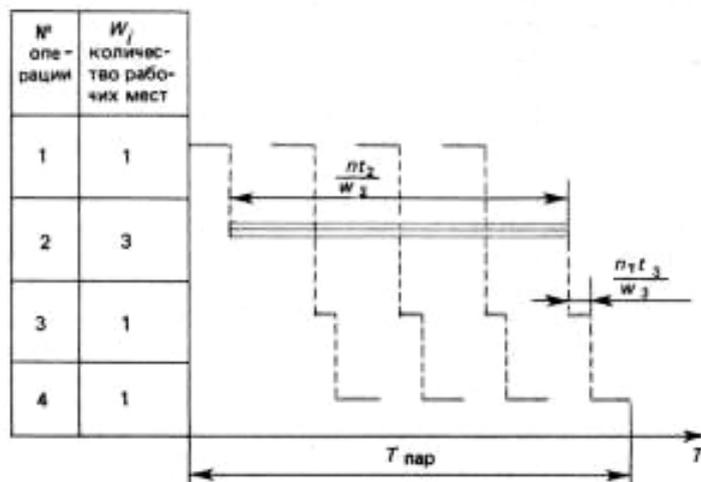


Рис. 3.7. Технологический цикл при параллельном виде движения предметов труда по операциям

Из графика следует, что в общем случае на всех операциях, кроме операции, максимальной по продолжительности, работа осуществляется с перерывами. Только для синхронного процесса, в котором длительности операций равны или кратны, т. е. работа на всех операциях будет вестись без перерывов. Такое движение предметов труда по операциям называется поточным, а отношение $t_i / \omega_i = r$ — тактом потока (см. гл. 3.3).

При выполнении работ над группой предметов труда, имеющих одинаковый состав и порядок операций, отличающихся нормами времени, совокупный технологический цикл устанавливается исходя из минимально возможных перерывов в работе на рабочих местах. Технологические процессы, например для детали поставляются в виде матриц трудоемкости, где t_{ji} — время обработки j -й детали на i -й операции; u — количество операции в технологическом процессе; m — номенклатура обрабатываемых деталей.

Таблица 3.2. Матрица трудоемкостей для группы деталей

| Номер операции | Номер детали | 1 | 2 | 3 | | j | | m |
|----------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|--|----------|
| | 1 | | t_{11} | t_{21} | t_{31} | | | |
| 2 | | t_{12} | t_{22} | t_{32} | | | | t_{m2} |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | t_{ji} | | |
| | | | | | | | | |
| | u | t_{1u} | t_{2u} | t_{3u} | | | | t_{mu} |

При установленном порядке запуска деталей в обработку график совокупного технологического цикла показан на рис. 3.8. Для этого случая

$$T_T = \sum_{i=1}^u t_{1i} + \sum_{j=2}^m t_{ju} + \sum_{j=1}^{m-1} \Delta t_j,$$

где t_{1i} — норма времени на обработку первой детали на i -м оборудовании; t_{ju} — норма времени на последнюю операцию обработки j -й детали Δt_j — время перерыва в работе станка при выполнении последней операции между окончанием обработки j -й детали и началом обработки $(j+1)$ -й детали.

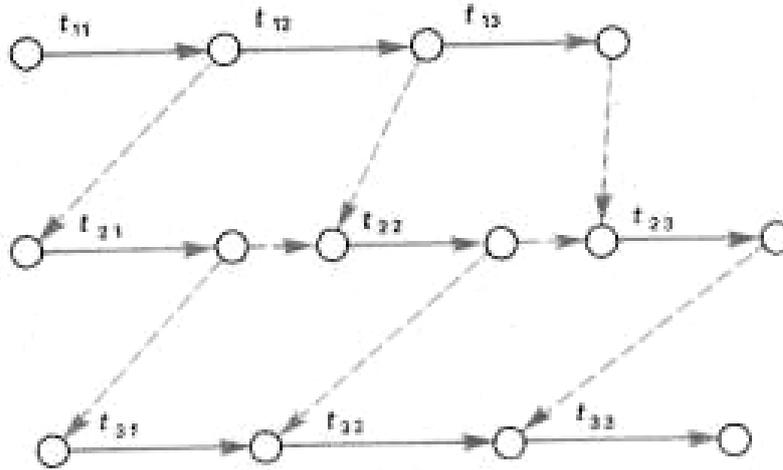


Рис. 3.8. Совокупный технологический цикл при изготовлении трех деталей

В случае, когда порядок выполнения операций при изготовлении группы деталей не совпадает, график технологического цикла должен быть более сложным. Если определен порядок запуска деталей в обработку, то технологический цикл для них устанавливается с помощью теории графов. Для варианта обработки трех деталей на трех станках, рассмотренном на рис. 3.8, построен граф (рис. 3.9), где t — норма времени обработки j -й детали на i -й операции. Технологический цикл определяется максимальным путем, соединяющим начало обработки первой детали на первой операции с окончанием обработки m -й детали на u -й операции.

Производственный цикл включает технологический цикл, а также время естественных процессов и перерывов, неперекрываемых технологическим циклом. Для обработки партии однородных предметов труда при различных видах движения производственный цикл в календарных днях

$$T_{\pi} = [1/(60kT_{cmf})][n \sum_{i=1}^u (t_i/\omega_i) + uT_{mo} + T_e];$$

$$T_{\pi-n} = [1/60kT_{cmf})][n \sum_{i=1}^u (t_i/\omega_i) - (n - n_{\tau}) \times \sum_{i=1}^{u-1} (t/\omega)_{кор i} + uT_{mo} + T_e];$$

$$T_{пар} = [1/60kT_{cmf})] [(n - n_{\tau}) (t/\omega)_{max} + n_{\tau} \sum_{i=1}^u (t_i/\omega_i) + uT_{mo} + T_e].$$

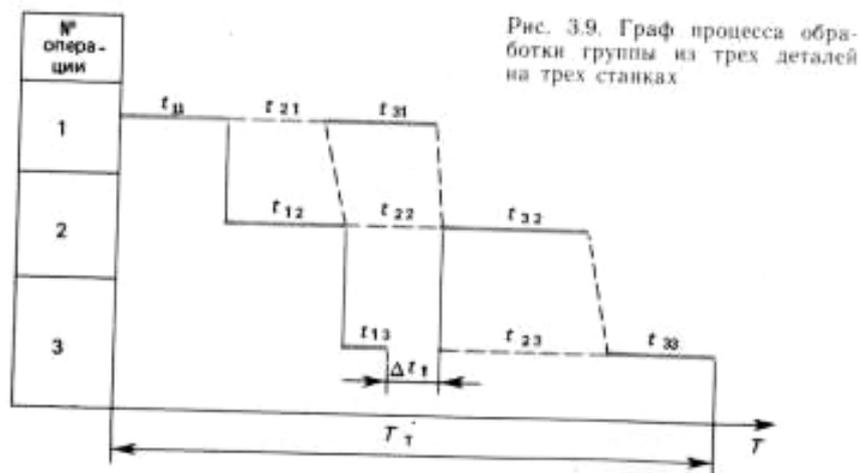


Рис. 3.9. Граф процесса обработки группы из трех деталей на трех станках

Для обработки группы разных деталей

$$T_{ц} = [1 / (60kT_{см})] \left(\sum_{i=1}^u t_{1i} + \sum_{j=2}^m t_{ju} + \sum_{j=1}^{m-1} \Delta t_j + uT_{мо} + T_e \right),$$

где k — коэффициент для перевода рабочих дней в календарные (отношение числа рабочих дней к числу календарных дней в году, так, $k = 260:365 \approx 0,7$);
 $T_{см}$ — длительность смены, ч.

Сравнительный анализ эффективности видов движения партий предметов труда по операциям позволяет выявить преимущества и недостатки каждого из них и установить условия их рационального применения.

Наиболее длительными технологический и производственный циклы получаются при последовательном виде движения. В этом случае продолжительность цикла прямо пропорциональна величине партии n и нормам времени t . С учетом этого последовательный вид движения рационально применять при небольших партиях и непродолжительных операциях. Как правило, наименьшая длительность циклов — при параллельном виде движения, но при этом возможны перерывы в работе на рабочих местах, которые снижают эффективность такой организации цикла. Расходы на транспортировку при параллельно-последовательном и последовательном видах движения больше, чем при последовательном, за счет увеличения числа транспортных партий (при последовательном виде величина транспортной партии равна обрабатываемой). Следовательно, чтобы сократить величину транспортных расходов, параллельный и параллельно-последовательный виды движения предметов труда более целесообразно использовать в случаях, когда рабочие места расположены по ходу операций технологического процесса, т. е. при предметном принципе организации участков, цехов (см. § 3.2.6). При организации участков и цехов по технологическому принципу часто более эффективным оказывается использование последовательного вида движения партий деталей по операциям. Во многих случаях виды движения комбинируются, т. е. на малотрудоемких операциях применяют последовательный вид, а на трудоемких — более совершенные, особенно если партии достаточно велики.

В целом можно считать, что последовательный вид движения партий предметов труда предпочтительнее использовать в единичном и мелкосерийном производствах при технологическом принципе создания цехов и участков; параллельно-последовательный и параллельный — в серийном и массовом производствах, а также в единичном и мелкосерийном в условиях ГАП.

3.2.3. Расчет и анализ производственного цикла сложного процесса

В условиях машиностроительного производства наиболее характерным примером сложного производственного процесса может служить процесс создания машины. Он включает производственные циклы изготовления всех деталей, сборки всех сборочных единиц (узлы, агрегаты, механизмы), сборку, отладку и контроль готового изделия. В сложном производственном процессе могут использоваться все рассмотренные выше виды движения предметов труда по операциям: последовательное, параллельно-последовательное или параллельное. Для условий единичного производства в едином цикле, как правило, объединяются процессы не только изготовления и сборки, но также проектирования изделия и подготовки его производства.

Сложный производственный процесс может включать большое количество операций, простых процессов, поэтому определение и оптимизация производственного цикла сложного процесса требует не только больших затрат времени, но и нередко практически невозможно без использования ЭВМ. Построение сложного производственного процесса во времени проводится, чтобы определить производственный цикл, координировать отдельные простые процессы, получить исходную информацию для планирования производства.

Структура производственного цикла сложного процесса определяется составом операций и связями между ними. Состав операций зависит от номенклатуры деталей, сборочных единиц и технологических процессов изготовления и сборки. Взаимная связь операций и процессов обуславливается схемой сборки изделия и производственными условиями. Схема сборки изделия может быть представлена в виде веерной диаграммы (рис. 3.10). На ее основе производственный цикл сложного процесса может быть изображен в виде ленточного (циклового) или сетевого графиков. На рис. 3.11, а представлен такой цикловой график. Он построен для условий, когда изготовление деталей и сборка не лимитируются составом оборудования производственных цехов, участков, т. е. возможна максимальная параллельность работ. Длительность такого цикла будет минимальной. Однако условия производства, ограниченные ресурсы могут потребовать выполнения некоторых работ последовательно. Если, например, сборочные единицы Сб-1 и Сб-2 собираются и отлаживаются на одном и том же стенде, прежде чем поступают на общую сборку, то это приведет к изменению циклового графика и, как правило, к увеличению цикла (рис. 3.11, б).

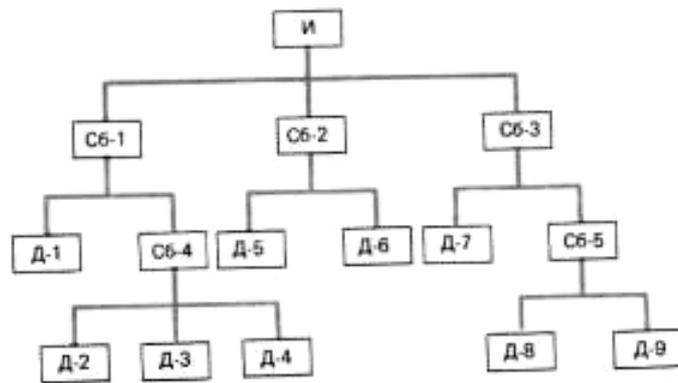


Рис. 3.10. Веревая (иерархическая) схема сборки изделия: Д — детали; СБ — сборочные единицы; И — изделие

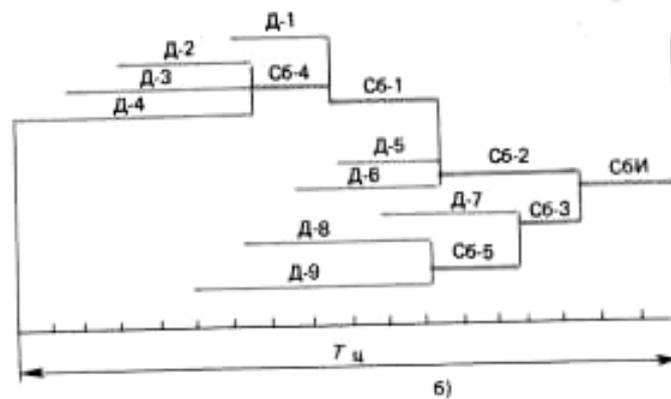
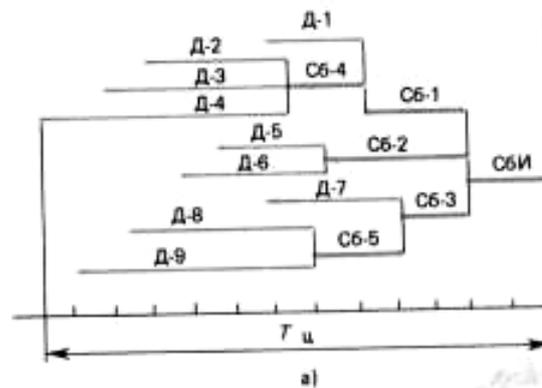


Рис. 3.11. Цикловой график изготовления изделия

Если взаимная связь работ сложного процесса достаточно велика и многообразна, то построение ленточного графика затруднено. Тогда строится ориентированный граф (сетевой график), с помощью которого можно оптимизировать весь комплекс работ по выбранному критерию.

В качестве критерия оптимизации производственного цикла $T_{сл} = f(T_i, k_{пар}, T_{пер})$ можно принять его минимальное значение. В этой зависимости T_i — производственный цикл 1-го простого процесса; $k_{пар}$ — коэффициент параллельности работ сложного процесса; $T_{пер}$ — перерыв между простыми процессами.

Коэффициент параллельности может быть принят на основании опыта выполнения предыдущих работ с учетом типа производства, конструкторских и технологических особенностей изготавливаемой машины. Для предварительных расчетов можно принять, что

$$T_{сл} = \sum_{i=1}^u T_i / k_{пар}$$

где u — количество простых производственных процессов, входящих в состав сложного процесса.

Сокращение цикла сложного производственного процесса может производиться как за счет уменьшения циклов простых процессов, так и путем увеличения степени параллельности их выполнения или уменьшения (устранения) перерывов между ними.

3.2.4. Пути и эффективность сокращения производственного цикла

Основные пути сокращения производственного цикла — снижение затрат труда на основные технологические операции, сокращение затрат времени на транспортные, складские и контрольные операции, совершенствование организации производства.

Снижение трудоемкости основных технологических операций возможно за счет совершенствования конструкции и технологии, в частности повышения уровня технологичности машины. Изменения в конструкции деталей машины для получения более простых с технологической точки зрения поверхностей, повышение уровня унификации конструкций, выбор рациональной заготовки — все это может заметно сократить трудоемкость технологических операций. Замена металла пластическими массами часто экономит время на операциях резания. Операции резания в металлообработке можно заменить более прогрессивными и экономичными методами пластической деформации металлов, например с помощью прокатки или прессования. Сокращение трудоемкости достигается путем использования более совершенного инструмента, применения эффективной специальной и унифицированной оснастки, механизации и автоматизации процессов. Использование управляющих ЭВМ позволяет выбирать оптимальные режимы обработки, также сокращая время на выполнение операций. Существенно сократить производственный цикл можно снизив время естественных процессов. Так, естественное охлаждение может быть ускорено при внедрении принудительной циркуляции воздуха.

Наиболее эффективный путь совершенствования процессов транспортировки, складирования и контроля — это их совмещение по времени с процессами обработки и сборки, как это делается, например, в роторных автоматических линиях. Современные методы контроля и диагностики с применением лазерных и радиационных установок, высокочувствительных контактных датчиков позволяют вести непрерывный контроль за ходом технологического процесса и качеством выпускаемой продукции. Использование статистических методов контроля качества продукции и регулирования технологических процессов позволяет перейти от сплошного контроля к выборочному, снижает объемы контрольных операций, предупреждает возникновение брака, устраняя тем самым причины, увеличивающие производственный цикл. Механизация и автоматизация внутрицехового транспорта не только сокращает время на перемещение объектов производства, но и поддерживает строгий его ритм, что также снижает или полностью устраняет межоперационные пролеживания предметов труда.

Повышение степени параллельности выполняемых работ является одним из существенных организационных путей сокращения длительности производственного цикла. Применительно к одной детали этот подход может осуществляться за счет многоинструментальной обработки, концентрации операций. Повышение уровня концентрации операций приводит к созданию малооперационной технологии на базе специального или агрегатного оборудования. Одновременное выполнение нескольких операций позволяет сократить цикл не только за счет параллельности, но и уменьшив затраты времени на транспортировку (обработка производится с одной установки детали). При организации обработки партии одинаковых деталей, как отмечалось, эффективна замена последовательного вида движения деталей по операциям на параллельно-последовательный и параллельный. Параллельно-последовательный вид обладает преимуществом по сравнению с параллельным из-за более полной загрузки оборудования (станки работают без перерывов), кроме

синхронного параллельного процесса ($t_i/\omega_i = \text{const}$). Равенство циклов при этих двух видах движения будет в случае монотонного изменения нормы времени на операциях технологического процесса при одном экстремуме на какой либо из них (рис. 3.12). Уменьшение транспортной партии также сокращает производственный цикл. В условиях поточного производства, где оборудование расположено по ходу технологического процесса и объединено механизированными или автоматизированными транспортными устройствами, в большинстве случаев целесообразна поштучная передача.

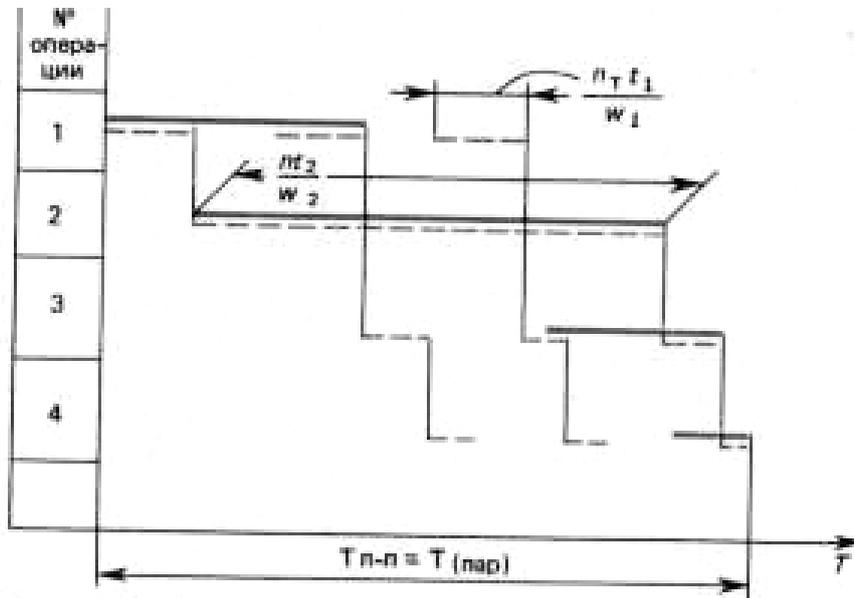


Рис. 3.12. Случай, при котором технологические циклы параллельно-последовательного и параллельного видов движения предметов труда по операциям равны:

— параллельно-последовательный; — — — — параллельный

При обработке на участке или линии разных деталей длительность совокупного производственного цикла будет во многом определяться порядком их запуска в обработку. Оптимизация производственного цикла при обработке деталей нескольких наименований за счет определения очередности их запуска относится к задачам составления расписания. Некоторые методы решения этих задач позволяют получить минимальный производственный цикл. К таким методам относятся полный перебор, линейное и динамическое программирование и др. Их применение ограничивается возможностью найти решение для небольшого количества деталей и операций. Так, задача Беллмана-Джонсона решается методом линейного программирования для n деталей, обрабатываемых на двух станках. Матрица трудоемкости для них приведена в табл. 3.3.

При решении этой задачи первой запускается в обработку деталь, имеющая минимальное время на первой операции, последней — деталь, обрабатываемая минимальное время на второй операции. Исключая эти детали из очереди, решение продолжают по этому же правилу. Для примера рассмотрим матрицу трудоемкости для пяти деталей, обрабатываемых на двух станках (см. табл. 3.3). В соответствии с правилом Беллмана-Джонсона порядок запуска деталей в обработку будет: 5, 1,3,4,2.

Таблица 3.3. Матрица трудоемкости

| Станок | Трудоемкость деталей, мин | | | | |
|--------|---------------------------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 |
| 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 |

Приближенные решения дает метод Монте-Карло, который отличается от полного перебора тем, что анализируются и сравниваются по критерию минимального производственного цикла не все возможные варианты порядка запуска деталей в обработку, а только ограниченное их число. Варианты выбираются случайно, и нет достоверной оценки качества выбранного таким образом варианта и степени его расхождения с оптимальным.

Более доступными с точки зрения объема работы при решении задачи являются методы последовательного конструирования, позволяющие отсеивать некоторые варианты и получать при этом решение, достаточно близкое к оптимальному. Так, процесс отбора вариантов в методе ветвей и границ представляется в виде графа или дерева, включающего возможные варианты перестановок. Метод ветвей и границ позволяет целенаправленно отбросить некоторые решения, которые не дают наилучшего решения. Важным условием эффективного применения метода ветвей и границ является правильный выбор критерия, по которому оценивается значение вершин и ветвей графа.

При использовании эвристических методов формирования производственного процесса обработки нескольких различных деталей на группе оборудования, на участке, в цехе с целью минимизации производственного цикла можно использовать правила предпочтения. Так, правило кратчайшей операции дает предпочтение в запуске на обработку детали, которая имеет минимальную трудоемкость на этой операции. Если перед станком образовалась очередь из пяти деталей трудоемкостью обработки на данной операции $t_1 = 5$, $t_2 = 3$, $t_3 = 7$, $t_4 = 1$, $T_5 = 2$ мин, то первой в обработку на этом станке по правилу кратчайшей операции должна быть запущена деталь 4, по правилу наиболее длительной операции — деталь 3 и т. д. При формировании структуры совокупного производственного цикла вопрос о запуске решается всегда, когда перед станком образуется очередь деталей, ожидающих обработку.

В МВТУ им. Н. Э. Баумана кандидат технических наук А. А. Колобов разработал матричный метод моделирования производственного процесса обработки деталей при параллельном и параллельно-последовательном их движении. Он позволяет с помощью целенаправленного выбора из всех возможных вариантов порядка запуска деталей в обработку установить оптимальную (экстремальную) очередность деталей R_s и соответствующий ей минимальный цикл $[T(R_s)]_{\min}$ в условиях однонаправленных технологических маршрутов.

В общем виде матричный метод моделирования включает: алгоритмы аналитического расчета длительности цикла обработки деталей для параллельного и параллельно-последовательного видов движения при заданном порядке (расписании) их запуска в обработку, позволяющие количественно фиксировать состояние каждой детали на любой операции технологического маршрута (время простоя оборудования или время пролеживания детали);

матричные модели и алгоритмы расчета оценочных показателей для нахождения оптимальной последовательности обработки деталей, позволяющие определить глобальный

минимум длительности производственного цикла для p наименований деталей, обрабатываемых партиями последовательно на t операциях технологического маршрута.

На рис. 3.13 представлен алгоритм расчета минимального совокупного цикла $T_{ц}$ и оптимального порядка запуска R_s , где R_s — номер наименования детали, обрабатываемой в s -ю очередь.

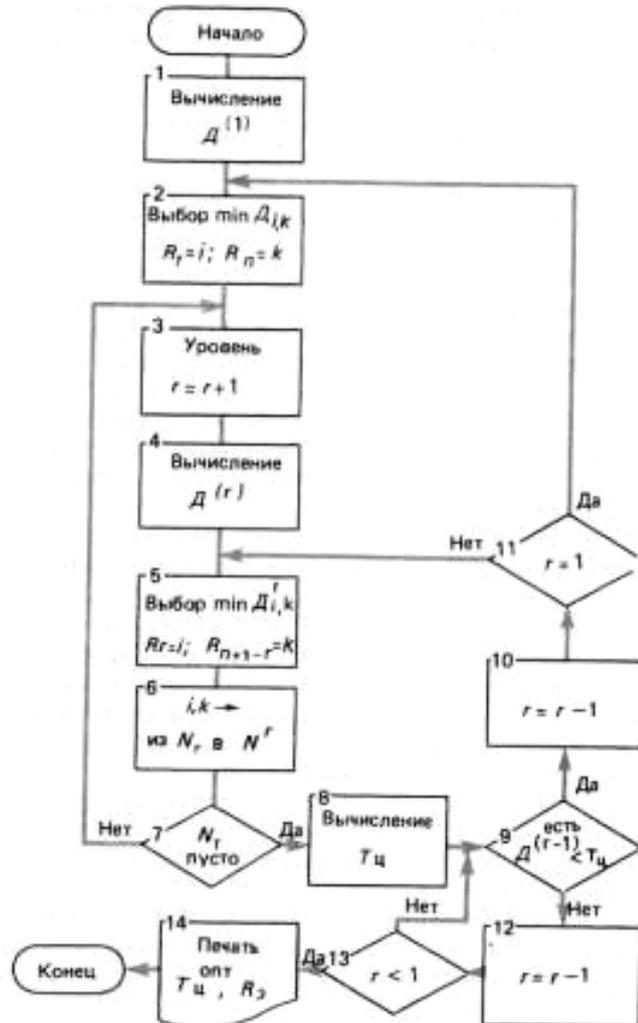


Рис. 3.13. Алгоритм расчета минимального совокупного цикла обработки деталей

На каждом уровне ветвления, начиная с первого, составляется матрица оценочных показателей D^r , с помощью которой осуществляется выбор из множества возможных вариантов крайних номеров деталей искомой последовательности:

$$D^r = \|D_{i,k}^r\|; i = \overline{1, [n - 2(r - 1)]}; k = \overline{1; [n - 2(r - 1)]}; i \neq k$$

где i и k — соответственно номера первой и последней деталей из возможного сочетания на r -м уровне ветвления.

Элементы матрицы $D_{i,k}^r$ характеризуют минимальную теоретически возможную длительность цикла обработки всех деталей при фиксированных первой и последней деталях с учетом уже найденной последовательности на предыдущих уровнях.

Критерием выбора пары крайних номеров деталей на каждом уровне для включения их в искомую последовательность является условие $(D_{i,k}^r)_{\min}$. При переходе на уровень ветвления $(r + 1)$ зафиксированные номера деталей $i^{(r)}$ и $k^{(r)}$ исключаются из множества деталей уровня r , а для оставшихся формируется новая матрица

$$D_{i,k}^{r+1} = \| D_{i,k}^{r+1} \|$$

Выбирается очередная пара крайних номеров деталей $i^{(r+1)}$ и $k^{(r+1)}$ по условию $(D_{i,k}^{r+1})_{\min}$, и этот процесс продолжается согласно известной схеме метода «ветвей и границ» до последнего уровня ветвления.

На последнем уровне, когда сформирована последовательность R' , вычисляется значение целевой функции $T(R')$, которое представляет собой первое опорное решение задачи.

Полученный результат первого опорного решения $T(R')$ является первым критерием для отсеивания бесперспективных вариантов. Вершины, имеющие на всех уровнях ветвления значения оценочных показателей $D_{i,k}^r \geq T(R')$, а также вершины, ведущие к уже найденному опорному решению, исключаются из дальнейшего исследования.

Оценочный показатель выбора варианта последовательности деталей

$$D_{i,k}^r = \sum_{j=1}^{m-1} t_{ij}^{(1)} + \Pi^{(r)}$$

где $i^{(r)}$ — номер первой детали из пары крайних деталей i и k , для которых вычисляется оценка на первом уровне ветвления вариантов ($r = 1$); $\Pi^{(r)}$ — время минимального теоретически возможного увеличения длительности цикла вследствие возникновения простоев станков, определяемое на уровне r .

Для вычисления величины $\Pi^{(r)}$ составляется матрица значений

$$A = \| A_{j,l} \|; j = \overline{2, m}; l = \overline{1, (2r-1)}.$$

На первом уровне ветвления вариантов при $l = r = 1$ элемент матрицы $A_{j,1}$

$$A_{j,1} = W_j = \sum_{i=1}^n (t_{j-1,i} - t_{j,i}) - (t_{j-1,i^{(1)}}) - t_{j,k^{(1)}}$$

Для всех последующих уровней ветвления элементы матрицы определяются следующим образом:

$$A_{j,l} = \begin{cases} t_{j-1,i^{(l+1)}} - t_{j,i^{(l)}}, & \text{если } l < r; \\ W_j = \left(\sum_{l=1}^{r-1} A_{j,l} + \sum_{l=r+1}^{2r-1} A_{j,l} \right), & \text{если } l = r; \\ t_{j-1,k^{(l)}} - t_{j,k^{(l+1)}}, & \text{если } l > r. \end{cases}$$

Полученные матрицы на каждом уровне ветвления для каждой пары крайних номеров деталей обрабатываются следующим образом:

а) при параллельно-последовательном виде движения деталей

$$Z_{j,l} = A_{j,l} + E_{j,l-1};$$

$$\Pi_{\Pi = \Pi} = \sum_{j=2} \sum_{l=1} C_{j,l};$$

б) при параллельном виде движения деталей

$$Z_{j, l} = A_{j, l} + C_{j-1, l} + E_{j, l-1};$$

$$P_{\text{пар}}^{(r)} = \sum_{l=1}^{2r-1} C_{m, l}.$$

3.2.5. Производственная структура машиностроительных предприятий и объединений

Под производственной структурой машиностроительного предприятия понимается состав цехов и служб предприятия и характер связей между ними.

В зависимости от охвата стадий жизненного цикла изделия различают комплексную и специализированную структуру предприятия. Комплексная структура ориентируется на относительно большую часть цикла «идея — производство — потребление». Такая структура характерна для НПО. Она включает научно-исследовательские подразделения, цехи или производственные подразделения основного, вспомогательного и обслуживающего производства. Организации такого типа часто несут полную ответственность за разработку, производство и эксплуатационное обслуживание техники. При специализированной структуре предприятие сосредоточивается на отдельной стадии жизненного цикла изделия, как правило, на выпуске продукции и включает все необходимые для этого подразделения.

Производственная структура машиностроительного предприятия определяется характером выпускаемой продукции, ее сложностью, типом производства, прежде всего номенклатурой и объемом выпуска, формами взаимосвязи с другими предприятиями (уровнем кооперирования).

В зависимости от конечной продукции, выпускаемой предприятием, различают предприятия, специализирующиеся на выпуске готовых изделий, деталей и узлов или заготовок. Соответственно этому они имеют предметную, узловую и детальную или технологическую специализацию.

Предприятия предметной специализации могут иметь полный технологический цикл и включать заготовительные, обрабатывающие, сборочные цехи или производства (рис. 3.14). При развитых формах кооперирования нет необходимости в существовании некоторых производственных подразделений. Так возникли предприятия механосборочного типа, получающие заготовки по кооперации, или сборочного, ведущие лишь общую сборку изделий. Создание механосборочных и сборочных предприятий повышает уровень специализации производства, способствует увеличению объемов выпуска, а следовательно, и повышению эффективности производства. Предприятия, специализирующиеся на выпуске узлов и деталей, чаще всего выпускают узлы и детали общемашиностроительного назначения, например подшипники, поршневые кольца и др. Продукция предприятий технологической специализации, выпускающих литье, поковки, сварные заготовки (центролиты, центросвары и др.), имеет, как правило, меньшую себестоимость по сравнению с продукцией заготовительных цехов заводов с полным технологическим циклом.

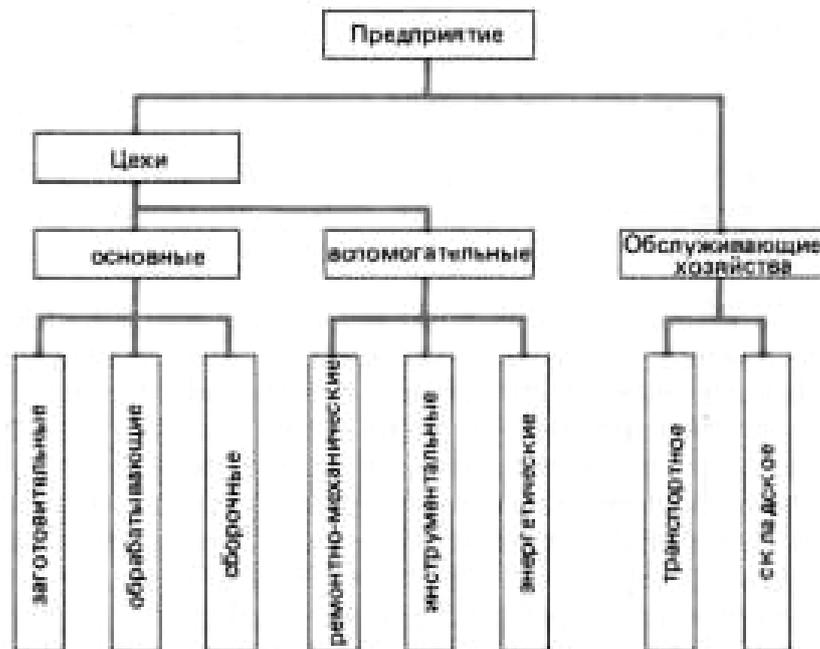


Рис. 3.14. Укрупненная производственная структура машиностроительного предприятия с полным технологическим циклом

В производственную структуру крупных производственных и научно-производственных объединений включаются центры исследования, проектирования и испытания новых конструкций и технологических процессов, основное производство, осуществляющее изготовление, сборку, консервацию продукции, вспомогательное производство и обслуживающие хозяйства. По объему выпуска и численности персонала каждое из производств представляет собой фактически крупное предприятие. В объединении АвтоВАЗ, например, четыре крупных основных производства: металлургическое, прессовое, механосборочное и сборочно-кузовное, а вспомогательное производство включает цехи: режущего, мерительного и вспомогательного инструмента, изготовления оборудования, оснастки и запасных частей, централизованного обслуживания конвейеров и грузоподъемных механизмов. В стране создаются новые организационные структуры, обеспечивающие углубление специализации и повышение надежности связей по кооперации, непосредственно включающие науку в производство.

3.2.6. Производственная структура цехов и служб машиностроительных предприятий и объединений

Под производственной структурой подразделения завода понимается состав участков, линий, рабочих мест, служб и формы взаимосвязи между ними. Участки, линии, рабочие места могут быть специализированы по технологическому или предметному принципу.

При технологическом принципе специализации участки, например, включают рабочие места и оборудование, предназначенные для выполнения отдельных технологических операций: участки фрезерной обработки, токарной, зубонарезных и зубошлифовальных станков и др. Номенклатура деталей, обрабатываемых на таких участках, разнообразна, что наиболее характерно для предприятий единичного и мелкосерийного производства (рис. 3.15, а).

При предметном принципе специализации создаются участки, линии и другие производственные подразделения, за которыми закреплено изготовление ограниченной номенклатуры деталей или изделий. Оборудование подбирается в соответствии с технологическим процессом и располагается по последовательности выполняемых операций, т.

е. используется принцип прямоточности. Такое формирование участков наиболее характерно для предприятий серийного и массового производства (рис. 3.15, б).

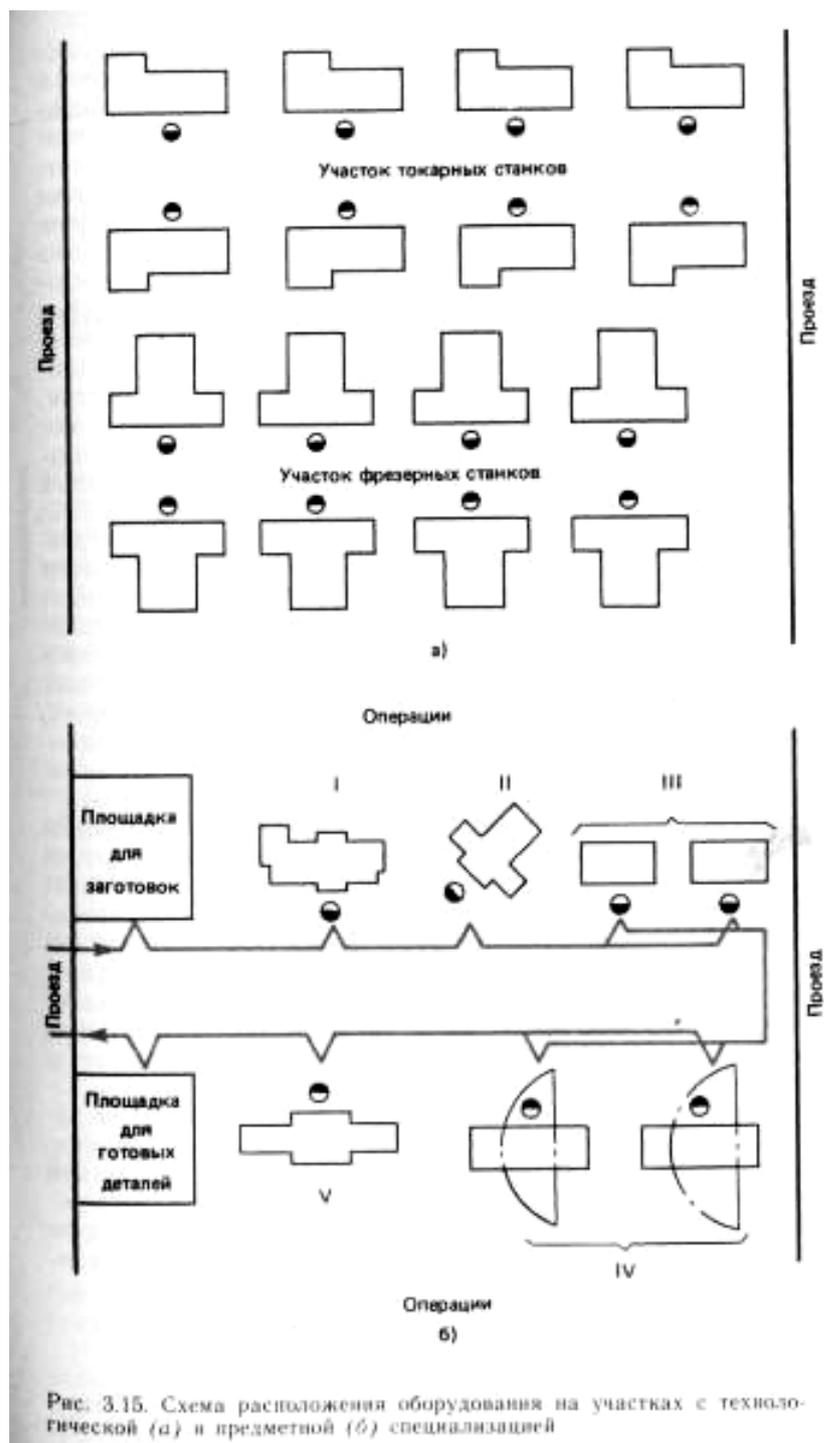


Рис. 3.15. Схема расположения оборудования на участках с технологической (а) и предметной (б) специализацией

Если на участке полностью выполняется вся сборка изделия или его составной части, полная обработка детали или некоторой их группы, то такой участок называется предметно-замкнутым. Детали или изделия для участка подбираются на основании их классификации, позволяющей организовать типовой или групповой технологический процесс. Этот принцип заложен в создание многопредметных поточных линий и гибких автоматизированных производств.

Предметный принцип создания внутрицеховых подразделений имеет существенные преимущества по сравнению с технологическим. Сокращаются транспортные перевозки и затраты на транспортировку, более полно загружается оборудование, которое работает по

тщательно составленному плану-графику, повышается ответственность исполнителей за качество выпускаемой продукции, оцениваемое по конечному результату. В то же время технологический принцип построения внутрицеховых производственных подразделений имеет свои преимущества, а иногда может быть и более эффективным: возможна взаимозаменяемость оборудования, имеющего единое технологическое назначение, более высока профессиональная квалификация руководителей участков, что определяется однотипностью оборудования, и т. д. Поэтому в зависимости от производственных условий технологический принцип создания цехов и участков может быть использован даже для серийного или крупносерийного производства. Так, на АвтоВАЗе металлургическое и пресовое производство построены по принципу технологической специализации. Однако в большинстве случаев предметный принцип значительно сокращает производственный цикл и обеспечивает меньшую себестоимость продукции.

Создание цехов и участков, специализированных на выпуске ограниченной номенклатуры изделий, целесообразно лишь при больших объемах их выпуска. Только в этом случае загрузка оборудования будет достаточно полной, а переналадка оборудования, связанная с переходом на выпуск другого объекта производства, не будет вызывать больших потерь времени. Развитие гибких автоматизированных систем позволяет в серийном, мелкосерийном и даже в единичном производстве создавать участки, линии, цехи, специализирующиеся на изготовлении широкой номенклатуры деталей, узлов, изделий при небольших объемах выпуска и оптимально использующие при этом все преимущества предметного принципа.

Структурным звеном производственного участка является рабочее место. Расположение рабочих мест определяется планировкой участка, линии, цеха. В условиях автоматизированных производств часто осуществима не только горизонтальная, но и вертикальная планировка цехов. Так возникают «технологические этажи» (заготовительный, механообрабатывающий, сборочный). Такой пространственной планировке предприятия, его цехов, участков способствует широкое использование транспортных лифтов, подъемников, непрерывных средств гравитационного транспорта.

Для многопредметных линий, участков задача планировки сводится к тому, чтобы определить места расположения оборудования на выделенных для этого площадках. При этом необходимо соблюдать выбранный критерий оптимальности. Для машиностроительных производств, где обрабатываются тяжелые детали или собираются сложные и крупногабаритные изделия, в качестве критерия оптимальности часто принимают минимальные суммарные затраты на транспортировку, соответствующие минимальному грузопотоку. Как правило, это обеспечивает и минимальный производственный цикл.

Задача формулируется следующим образом: за участком закреплены n деталей с объемом выпуска N_i в единицу времени, масса одной детали i -го наименования G_{di} . Для каждой детали задан технологический процесс, определяющий порядок прохождения ими рабочих мест. Суммарный грузооборот участка при j -м варианте расположения оборудования (j -й вариант планировки)

$$Q_j = \sum_{i=1}^n N_i G_{di} l_{i(j)},$$

где $l_{i(j)}$ — общая длина транспортного пути за весь цикл изготовления i -й детали при j -й планировке.

Минимальную величину грузопотока можно определить методами математического программирования. При большой трудоемкости задачи можно использовать эвристические методы, например методы последовательного улучшения вариантов. Оптимизация планировок для условий многономенклатурного производства позволяет сократить производственный цикл, снизить затраты на транспортировку и себестоимость продукции.

3.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

3.3.1. Признаки, предпосылки и основные виды поточного производства

Поточное производство — экономически целесообразная форма организации процесса изготовления изделий и входящих в них элементов, воплощающая в себе принципы специализации, прямоточности, параллельности, непрерывности, пропорциональности и ритмичности. В поточном производстве достигается высокая производительность труда за счет непрерывности процесса изготовления продукции, обеспечивается высокое ее качество при существенной экономии затрат труда, материальных и энергетических ресурсов по сравнению с непоточным производством.

Для поточного производства характерно цепное расположение рабочих мест строго в соответствии с ходом технологического процесса, исключая обратные движения изготавливаемых объектов, непрерывность передачи их с одной операции на другую или одновременное протекание нескольких операций (видов обработки) при применении многофункциональных машин.

Показателем непрерывности поточного производства принято считать отсутствие пролеживания заготовок, деталей и сборочных единиц по причине календарной несогласованности выполнения операций. Достигнутая степень непрерывности процессов может быть определена по коэффициенту прерывности

$$k_{\text{пр}} = (T_{\text{ц}} - r \sum_{i=1}^u \omega_i) / (r \sum_{i=1}^u \omega_i),$$

или

$$k_{\text{пр}} = T_{\text{ц}} / (r \sum_{i=1}^u \omega_i) - 1,$$

где $T_{\text{ц}}$ — производственный цикл в обычных условиях производства; r — такт линии; u — число операций на линии; ω_i — число рабочих мест на операции; $r \sum \omega_i$ — производственный цикл при синхронизации всех операций процесса.

За поточной линией закрепляется одно наименование деталей или изделия (такая линия называется однономенклатурной) или сходные по конструкции и технологии детали или изделия нескольких наименований (такая линия называется многономенклатурной). На каждом рабочем месте выполняется только одна, постоянно повторяющаяся операция или несколько сходных операций, чередующихся через определенные промежутки времени. Для межоперационной и межлинейной передачи изготавливаемых объектов, как правило, применяются специальные средства непрерывного транспорта.

Предпосылками организации поточного производства в машиностроении являются:

наличие в программном задании цеха (пролета, участка) достаточного количества одинаковых или сходных по технологии изготовления объектов, что позволяет полностью загрузить высокопроизводительные машины и оборудование без снижения коэффициента сменности их работы;

полная завершенность конструкторских и технологических работ по каждому объекту; возможность классифицировать объекты по конструктивно-технологическим признакам;

возможность расчленить процесс производства на простые операции или же их концентрировать;

наличие быстро перенастраиваемого (перенастраиваемого) оборудования, средств механизации и автоматизации.

Совокупность этих и других предпосылок, которыми могут располагать предприятия, предопределяет виды и организационные формы поточного производства.

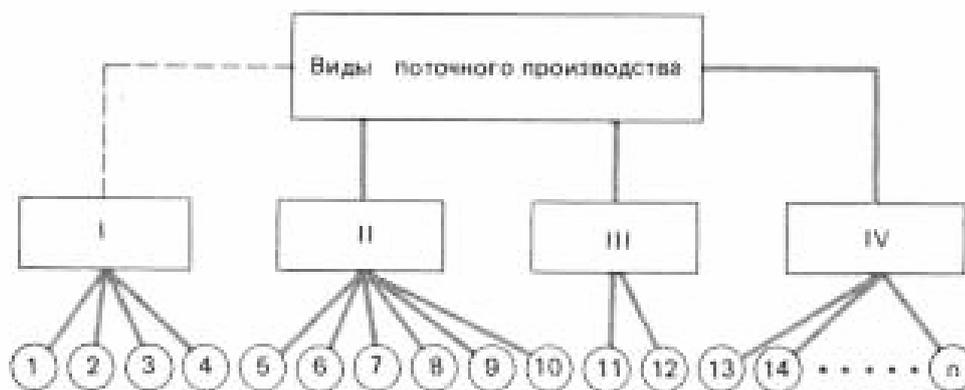


Рис. 3.16. Основные виды и организационные формы поточного производства

На рис. 3.16 выделены три характерных вида поточного производства II, III, IV и предметно-замкнутые участки I, которые определяют возможность создания поточных линий остальных видов. Предметно-замкнутые участки обеспечивают определенную (как правило, цеховую) степень готовности деталей и других объектов, поступающих затем на линии узловую или окончательную сборки. Различают участки: для изготовления однотипных деталей, работающие без переналадки оборудования 1; для изготовления разнотипных деталей, сходных по технологическому маршруту, но требующих переналадки оборудования при переходе от одного их наименования к другому 2; для изготовления разнотипных и несходных по технологическому маршруту деталей, состоящих из рабочих мест с малой механизацией и локальной автоматизацией 3; для обработки конструктивно-технологически сходных объектов 4, состоящие из гибких производственных модулей (ГПМ), обрабатывающих центров. Последние являются основой для перехода к гибким автоматизированным комплексам (ГАК) и гибким автоматизированным линиям (ГАЛ).

Поточные линии различного назначения и организационного уровня II включают в себя: однономенклатурные конвейерные линии массового и крупносерийного производства с полной синхронизацией операций, выполняемых непосредственно на конвейере (поточные линии с рабочим конвейером) и на стационарных рабочих местах со снятием объектов с конвейера (поточные линии с распределительным конвейером) 5; прямоточные (неполностью синхронные) однономенклатурные линии 6; многономенклатурные переналаживаемые и переналаживаемые линии серийного и мелкосерийного производства 7; стационарные полностью синхронные линии, отличающиеся неподвижным положением объектов в течение всего периода их изготовления 8; синхронные линии со свободным ритмом 9; автоматические однономенклатурные линии с полной и неполной синхронизацией операций 10 и др.

Роботизированное и гибкое автоматизированное производства с широкой номенклатурой закрепленных за ними конструктивно и технологически сходных объектов выделены на рис. 3.16 цифрой III. Сюда относятся переналаживаемые линии (участки) из промышленных роботов (ПР), выполняющих как основные операции, так и вспомогательные функции 11, и гибкое (переналаживаемое, перенастраиваемое) автоматизированное производство 12, включающее гибкие производственные модули, гибкие автоматизированные линии, автоматизированную транспортную систему, автоматизированный склад, управляемые от электронно-вычислительной машины, а также системы автоматизированного проектирования.

Комплексно-механизированное и автоматизированное производство, охватывающее все стадии изготовления изделия — заготовительную, обрабатывающую, сборочную, сборочно-сварочную и отделочно-окрасочную — и включающее в себя в различных сочетаниях перечисленные выше организационные формы поточного производства, показано на рисунке

цифрой IV. В нем следует выделить главную линию (или совокупность непрерывно-связанных линий), предназначенную для изготовления ведущего элемента изделия или для общей сборки и монтажа изготавливаемого объекта 13, а также смежные (промежуточные или дополнительные) линии (участки) изготовления отдельных элементов, входящих в изготавливаемый объект (14, ..., n).

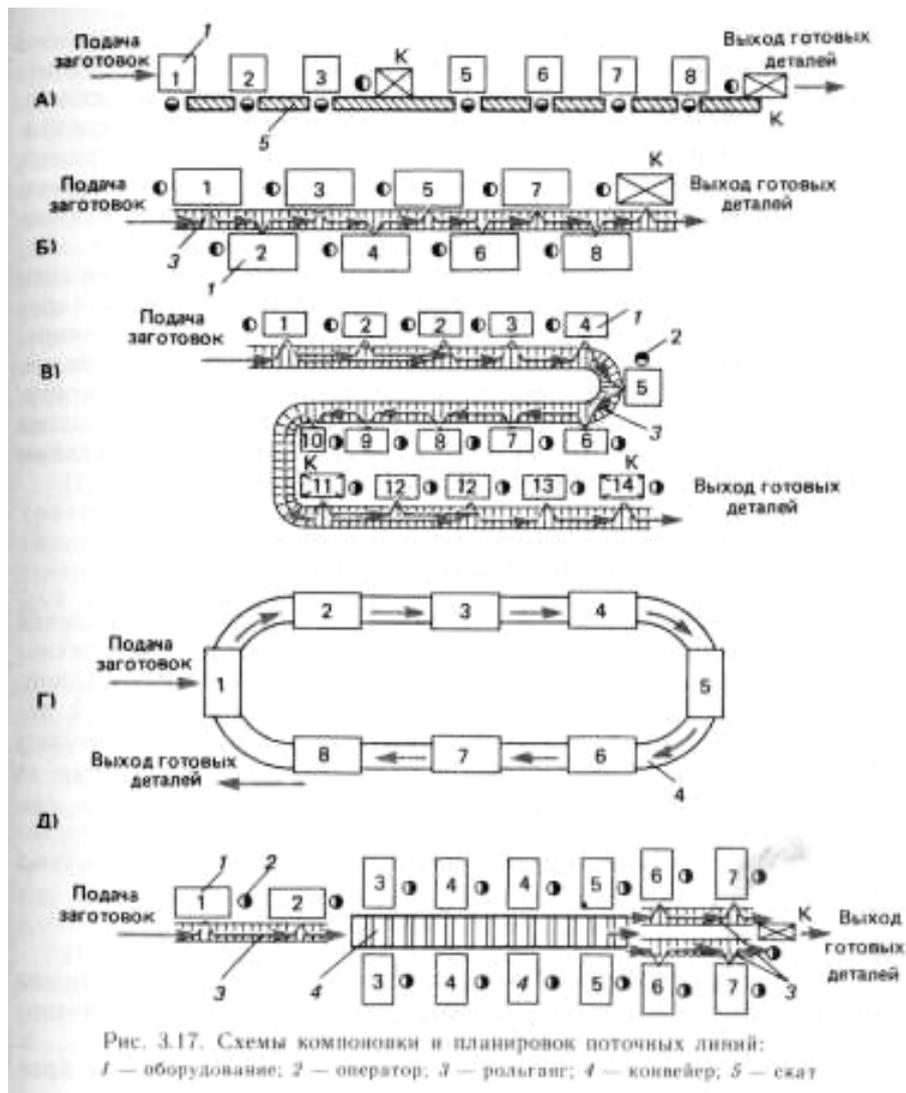
Полная комплексная автоматизация производства, его подготовки и обслуживания является важной предпосылкой и основой создания заводов-автоматов.

3.3.2. Структура и принципы комплектования поточного производства

Под структурой поточной линии в общем виде следует понимать став входящих в нее рабочих мест (технологических участков), транспортных средств, управляющих и других устройств (систем) и производственные взаимосвязи между ними. Наиболее сложной является структура поточного производства на уровне цеха (завода), под которой понимается состав поточных линий различного назначения, робототехнических комплексов, гибких автоматизированных модулей, транспортно-накопительных, управляющих и других систем и формы производственных взаимосвязей между ними.

Выбору структуры поточного производства и его комплектованию должен предшествовать анализ конструктивно-технологических особенностей изделий и определение уровня их технологичности с учетом формы, габаритов, массы, марок и видов материалов, их свойств, характера технологии и состава входящих в нее операций, методов их выполнения и затрат времени, необходимого оборудования, инструментов, приспособлений, средств механизации и автоматизации, приборов (аппаратов) для предупреждения дефектов и выявления брака, а также с учетом технических и эксплуатационных требований к изделиям, предусмотренных ГОСТами, ОСТами, техническими условиями заказчика-, потребителя.

Выбор типа оборудования для поточной линии предопределяется характером технологического процесса, составом, сложностью и назначением входящих в него операций; габаритами, массой изготавливаемого изделия и требованиями, предъявляемыми к его качеству. При комплектовании поточных линий желательно добиться прямолинейного расположения оборудования (рис. 3.17, а, б), если позволяют производственные площади и тип выбранных (разработанных) транспортных средств. При отсутствии достаточных площадей нередко являются целесообразными компоновки с г- и п-образными, зигзагообразными (рис. 3.17, в) или кольцеобразными (рис. 3.17, г) внешними контурами. Двухрядное или в шахматном порядке расположение оборудования у транспортного средства (рис. 3.17, б, д) позволяет более рационально использовать производственную площадь цеха и экономить средства за счет использования транспортных средств меньшей длины.



Выбор рациональной структуры и компоновка являются важной предпосылкой разработки оптимальных планировок поточных линий.

Оценка оптимальности варианта планировки линии производится по таким технико-экономическим показателям, как доля площади, занятой непосредственно технологическим оборудованием, выпуск продукции на 1 м² производственной площади, длина пути, проходимого за смену рабочими при обслуживании ими нескольких единиц оборудования, и др. Достаточно рациональные компоновки и планировки поточных линий получаются при использовании макетов и моделей рабочих мест (двухмерные контуры оборудования, мест складирования, оргоснастки и др.). Моделирование поточных линий на ЭВМ обеспечивает выбор их рациональных компоновок и планировок по принятому критерию оптимизации.

Важным организующим структурным элементом поточного производства является транспорт. Выбор и разработка транспортных средств поточно-механизированного и автоматизированного производства осуществляются с учетом конфигурации, габаритных размеров, массы, особенностей выполнения операций, объема и постоянства выпуска изделий, а также функций, выполняемых транспортными устройствами и системами, их технических и эксплуатационных возможностей (см. также § 3.6.5).

Учитывая многообразие указанных факторов, в поточном производстве применяют средства периодического транспорта (краны, электрокары, тельферы и др.), бесприводные средства непрерывного транспорта (рольганги, скаты), приводные средства непрерывного транспорта (ленточные, пластинчатые, цепные и другие транспортеры), роботизированные транспортные средства (промышленные роботы, различные транспортно-накопительные автоматизированные системы).

3.3.3. Особенности организации и расчет основных параметров поточных линий

Выбор организационных форм поточных линий определяется тактом работы линии, степенью синхронизации операций технологического процесса, уровнем загрузки рабочих мест на линии. Под тактом поточной линии r понимается календарный период времени между запуском (выпуском) на линию данного объекта (деталь, сборочная единица, изделие) и следующего за ним. Такт является функцией заданной программы выпуска, существенно влияет на выбор технологического процесса, оборудования, оснастки, транспортных средств. В общем виде величина такта

$$r = F_d / N_3$$

где F_d — действительный фонд времени за плановый период (смена, сутки, месяц); N_3 — количество запускаемых на поточную линию объектов производства за тот же период.

С учетом регламентированных перерывов $T_{пер}$ и уровня брака a , %

$$r = f(T_{см} - T_{пер})(100 - a) / (100N_{в.сут}),$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, мин; $N_{в.сут}$ — суточная программа выпуска, шт.

В тех случаях, когда передача с операции на операцию осуществляется транспортными партиями (небольшие детали, малая величина такта, измеряемая секундами), рассчитывается ритм поточной линии:

$$r_p = r / n_{тр},$$

где $n_{тр}$ — величина транспортной (передаточной) партии.

Чтобы обеспечить единый такт или ритм поточной линии, при организации поточного производства осуществляется синхронизация, т. е. производительность выравнивается по всем операциям технологического процесса. Синхронизация означает достижение равенства или кратности времени выполнения операций технологического процесса установленному такту их работы и является важной предпосылкой непрерывного функционирования линий. К наиболее распространенным способам синхронизации относятся: расчленение операции на переходы и комбинирование различных вариантов порядка их выполнения или группирование переходов нескольких операций, концентрация операций, введение параллельных рабочих мест на операциях, длительность которых кратна такту, интенсификация режимов работы, совмещение времени выполнения нескольких переходов, рационализация рабочих приемов, совмещение времени машинной и ручной работы и др.

Предварительная синхронизация с отклонением от такта (ритма) в пределах примерно $\pm 10\%$ осуществляется при проектировании поточных линий, а окончательная, более точная, синхронизация — при отладке линии. Полная синхронизация операций обеспечивается при достижении равенства

$$t_{k1} / \omega_1 = t_{k2} / \omega_2 = \dots = t_{km} / \omega_m = r,$$

где $t_{k1}, t_{k2}, \dots, t_{km}$ — штучно-калькуляционное время при выполнении 1, 2, ..., m -й операции; $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m$ — количество рабочих мест на операциях линии.

Необходимое число рабочих мест (единиц оборудования) для каждой операции

$$\omega_{i\text{ рас}} = t_{ki} / r,$$

где $\omega_{i\text{ рас}}$ — расчетное число рабочих мест на i -й операции; t_{ki} — норма времени на i -ю операцию, мин.

При полной синхронизации потока величина ω_i всегда целое число, загрузка рабочих мест полная и одинаковая на всех операциях. При неполной синхронизации на несинхронных операциях $\omega_{i\text{ рас}}$ не равно целому числу. Экономически целесообразно округлить $\omega_{i\text{ рас}}$ до ближайшего меньшего числа, предусмотрев при этом использование рациональной оснастки, более рационального режима работы оборудования, и т. п. При этом допустимая перегрузка рабочего места в расчетах должна быть не более 10—12% со снятием ее при отладке линии.

Коэффициент загрузки рабочих мест на каждой операции, %,

$$k_{з.oi} = 100(\omega_{i\text{ рас}} / \omega_{i\text{ фак}}).$$

Средний коэффициент загрузки рабочих мест на поточной линии, %,

$$k_{з.о.ср} = 100 \left(\frac{\sum_{i=1}^u \omega_{i\text{ рас}}}{\sum_{i=1}^u \omega_{i\text{ фак}}} \right),$$

где u — число операции на линии.

Коэффициенты $k_{з.oi}$ и $k_{з.о.ср}$ являются показателями целесообразности применения поточного производства. Желательно иметь в массово-поточном производстве нижний предел загрузки рабочих мест 80—85%, а в серийно-поточном — 70—75%. Число рабочих-операторов на i -й операции

$$P_{oi} = \omega_{i\text{ фак}} / \omega_{i\text{ о.р.}},$$

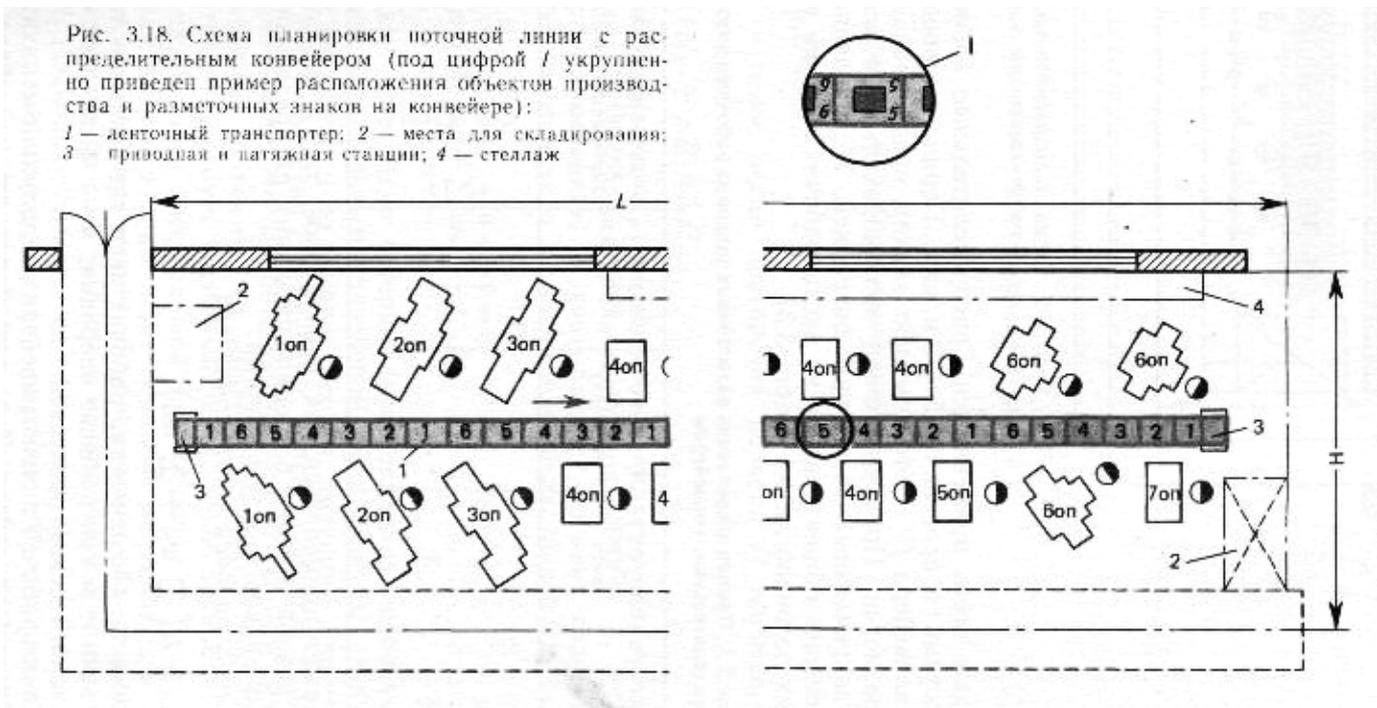
где $\omega_{i\text{ о.р.}}$ — норма обслуживания на 1-й операции.

Общее число рабочих-операторов на поточной линии

$$P_{о.общ} = (1 + b/100) \sum_{i=1}^u (\omega_{i\text{ фак}} / \omega_{i\text{ о.р.}}),$$

где b — дополнительное число рабочих-операторов, % к расчетному числу рабочих на линии (ориентировочно b составляет 5-10%).

Планировка поточной линии начинается с разработки схем рабочих мест по всем операциям и выбора рациональных транспортных средств. В результате общей компоновки поточной линии определяется ее внешний контур, способ расстановки оборудования, расположение транспортных средств, средств промежуточного и окончательного контроля, мест для заделов. Планировка поточных линий (см. рис. 3.17) должна обеспечивать прямоточность и наиболее короткий путь движения изделия, рациональное использование производственных площадей, удобство транспортировки заготовок и деталей к рабочим местам, к местам обслуживания и выполнения ремонтов.



Распределительный конвейер — линия, оснащенная механическим транспортером, который перемещает изготавливаемые объекты, направляет их (с помощью разметочных знаков или автоматических устройств) к рабочим местам, регламентирует ритм работы линии.

Поточные линии с распределительным конвейером применяются при обработке заготовок и деталей, а также при сборке узлов и изделий, как правило, небольших габаритов и массы на стационарных рабочих местах (рис. 3.18).

После расчета такта, количества рабочих мест для последующей планировки конвейера рассчитывается его шаг $l_{ш}$, т. е. расстояние между осями симметрии двух рядом расположенных объектов на конвейере.

Длина деления, или шаг конвейера, выбирается из соотношения $l_{ш.min} < l_{ш} < l_{ш.max}$; $l_{ш.min}$ определяется габаритами объекта $l_{об}$ и средним расстоянием между двумя рядом находящимися на конвейере объектами ($l_{ср} = 200—300$ мм), а $l_{ш.max}$ определяется допустимой скоростью движения конвейера.

Скорость движения конвейера должна соответствовать такту потока. Это соответствие достигается, если путь, равный шагу, конвейер проходит за такт

$$v_k = l_{ш} / \tau.$$

Чаще всего применяются распределительные конвейеры со скоростями в пределах $0,5 + 2$ м/мин. Период распределительного конвейера Π — это комплект знаков, предназначаемых для его разметки. При одинаковой производительности всех рабочих, закрепленных за каждой операцией, Π определяется как наименьшее общее кратное из числа рабочих мест на всех операциях поточной линии (табл. 3.3).

Таблица 3.3. Матрица трудоемкости

| Станок | Трудоемкость детали, мин | | | | |
|--------|--------------------------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 |
| 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 |

Может применяться как равномерное, так и неравномерное (при разной степени освоения операции) распределение разметочных знаков между рабочими.

Длина рабочей части конвейера

$$l_{р.к} = l_{ш} \left(\sum_{i=1}^u \omega_{pi} + \sum_{i=1}^u \omega_{ki} \right),$$

где ω_{pi} и ω_{ki} — количество рабочих мест, где выполняются производственные и контрольные операции; u — число всех операций в технологическом процессе.

Длина рабочей линии конвейера $l_{р.к}$ должна быть согласована с периодом конвейера. Так, для ленточного конвейера его полная длина

$$l_{р.к} = 2l_{р.к} - \pi D,$$

где D — диаметр барабана приводной станции, или

$$l_{п.к} = l_{ш} \Pi k_{пов},$$

где $k_{пов}$ — целое число повторений периода Π конвейера на ленте;

$$k_{пов} = (2l_{р.к} + \pi D) / (l_{ш} \Pi).$$

Если $l_{ш}$ невелико, $l_{р.к}$ предварительно находится из условий размещения оборудования вдоль ленты конвейера.

При структуре такта, не учитывающей времени транспортировки объекта от начала до конца конвейера, производственный цикл

$$T_{ц.р.к} = \tau \left(\sum_{i=1}^u \omega_{pi} + \sum_{i=1}^u \omega_{ki} \right) + l_{р.к} / v.$$

Наиболее технически совершенными являются поточные линии с распределительным конвейером, если объекты автоматически распределяются по рабочим местам, имеющим приемные и отправочные устройства с таймерами, гибко связанные с движущимся конвейером. Это освобождает рабочих от съема и укладки обрабатываемых объектов на конвейер. Однако

применение таких устройств требует тщательного социально-экономического обоснования в связи с их большой стоимостью.

Рабочий конвейер (рис. 3.19) оснащен механическим транспортером, который перемещает обрабатываемый объект вдоль линии, регламентирует ритм работы и служит местом выполнения операций. Поскольку объекты не снимаются с конвейера, линии с рабочим конвейером применяют главным образом для сборки и сварки изделий, заливки в формы (в литейных цехах), окраски узлов и агрегатов в специальных окрасочно-сушильных автоматических камерах.

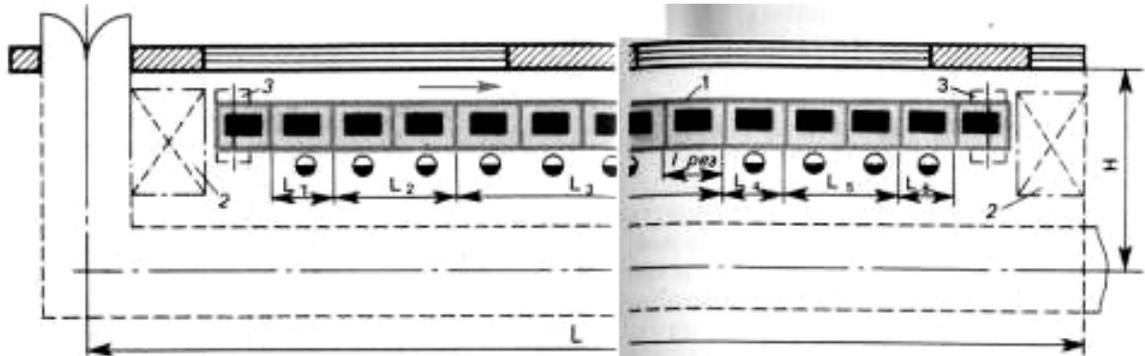


Рис. 3.19. Схема планировки поточной линии с рабочим конвейером:
1 — ленточный транспортер; 2 — места для складирования; 3 — приводная и натяжная станции

Различают поточные линии с непрерывным и прерывным (пульсирующим) движением конвейера. В первом случае все операции выполняются на ходу, во втором — в период остановки конвейера. Пульсирующие конвейеры применяют при изготовлении изделий, требующих неподвижного положения при выполнении операций технологического процесса, или когда скорость конвейера при непрерывном его движении больше допустимой.

Шаг рабочего конвейера $l_{\text{ш}}$ при сборке небольших изделий часто принимают равным 1—1,2 м, а при сборке крупногабаритных изделий руководствуются такими же соображениями, как и для распределительного конвейера, т. е. учитываются габариты объекта и расстояние между ними. Максимально допустимый шаг лимитируется также допустимой скоростью движения конвейера. Рациональными скоростями рабочего конвейера считаются 0,5—2,5 м/мин при сборке относительно небольших объектов или при повышенных требованиях к ее точности. При таких скоростях вполне допустимо непрерывное движение конвейера. Если требуется скорость больше, чем 2,5 м/мин, применяют конвейер пульсирующего типа. Однако при высокой технологической оснащенности сборочных работ, бригадной организации труда и в условиях непрерывного движения u_k может быть значительно выше 2,5 м/мин.

Для каждой операции, выполняемой на непрерывно движущемся конвейере, отводится зона (площадка), границы которой отмечают условными знаками на полу или на неподвижной части конвейера. Длина этой зоны

$$t_{\text{ни}} = l_{\text{ш}} t_{\text{ки}} / r = l_{\text{ш}} \omega_i,$$

где $t_{\text{ки}}$ — норма времени на i -ю операцию.

Когда фактическая продолжительность операций колеблется в ощутимых пределах около среднего своего значения, при определении длины зоны операций предусматривают резервную (добавочную) длину $l_{\text{рез}}$. Это позволяет принимать за нормативную продолжительность операции среднюю, а не максимальную ее величину. Длина резервной зоны

$$l_{\text{рез } i} = l_{\text{ш}} \Delta_i,$$

где Δ_i — число резервных делений, которое нужно добавить к нормальной длине зоны i -й операции (Δ_i должно быть целым числом);

$$\Delta_i = (t_{\text{киmax}} - t_{\text{киcp}}) / r,$$

где $t_{\text{киmax}}$, $t_{\text{киcp}}$ — максимальная и средняя длительность выполнения i -й операции.

При укрупненных расчетах

$$t_{\text{киcp}} = (t_{\text{киmax}} + t_{\text{киmin}}) / 2.$$

Общая длина зоны i -й операции $l_{\text{общ}i}$, может быть определена по формуле

$$l_{\text{общ}i} = l_{\text{н}i} + l_{\text{рез}i} = l_{\text{ш}}(\omega_i - \Delta_i).$$

Длина рабочей части конвейера

$$l_{\text{р.раб}} = \sum_{i=1}^u l_{\text{н}i} + \sum_{i=1}^{u^1} l_{\text{рез}i},$$

где u^1 — число операций, имеющих резервную зону, или

$$l_{\text{р.раб}} = l_{\text{ш}} \sum_{i=1}^u (\omega_i + \Delta_i).$$

Число объектов, одновременно находящихся на конвейере,

$$N_o = T_{\text{ц}} / r,$$

где $T_{\text{ц}}$ — производственный цикл одного объекта производства;

$$T_{\text{ц}} = r \left(\sum_{i=1}^u \omega_{\text{р}i} + \sum_{i=1}^u \omega_{\text{к}i} \right) + \sum_{i=1}^{u^1} l_{\text{рез}i} / v_{\text{к}}.$$

Стационарные непрерывно-поточные линии применяются при производстве крупногабаритных конструкций большой массы, изготовление которых связано со сложными сборочно-монтажными операциями. Их транспортировка технически затруднена и экономически нецелесообразна. В этом случае изделия в течение всего процесса их изготовления остаются на одних и тех же стандах (манипуляторах и других устройствах), число которых в наиболее простом случае равно числу операций. При $t_{\text{к}i} = r$ группы рабочих или бригады переходят от одного станда к другому через один такт. Закончив первую операцию на первом станде, группа переходит для выполнения этой же операции на втором станде, а к первому станду подходит вторая группа и т. д. В ряде случаев синхронизация линии может быть проведена варьированием количества рабочих в группе:

$$t_{\text{к}1} / P_{\text{г}1} \cong t_{\text{к}2} / P_{\text{г}2} \cong \dots \cong t_{\text{к}m} / P_{\text{г}m} \cong r,$$

где $t_{\text{к}i}$ — длительность операций, мин; $P_{\text{г}m}$ — количество рабочих в группах (бригадах);

$$r = t_{\text{к.обр}} + t_{\text{пер}},$$

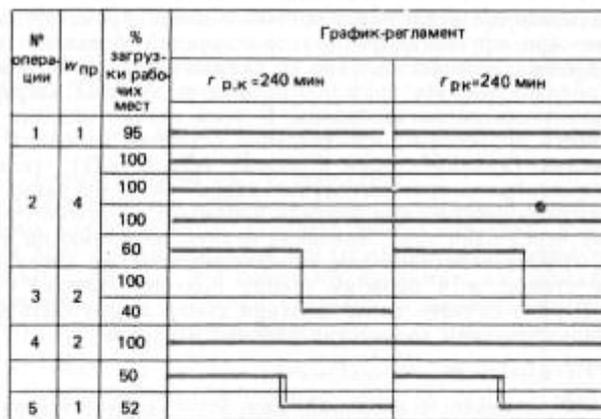
где $t_{\text{к.обр}}$, $t_{\text{пер}}$ — время на обработку (сборку) и переход группы от одного станда к другому.

Заданный такт поддерживается с помощью цифровой (табло), световой или звуковой сигнализации, т.е. стационарные поточные линии — это линии со свободным ритмом. Для исправления дефектов на линии предусматривается один-два дополнительных станда.

Прямоточные (прерывно-поточные) линии чаще всего используют для механической обработки деталей (заготовок) при недогрузке оборудования из-за несинхронности процесса. Поэтому прямоточные линии экономически оправдывают себя, если достигнута синхронизация большей части операций, включенных в технологическую цепочку линии, и возможна комбинированная загрузка рабочих, работающих на недогруженном оборудовании, путем закрепления за ними двух-трех операций (рис. 3.20, а).

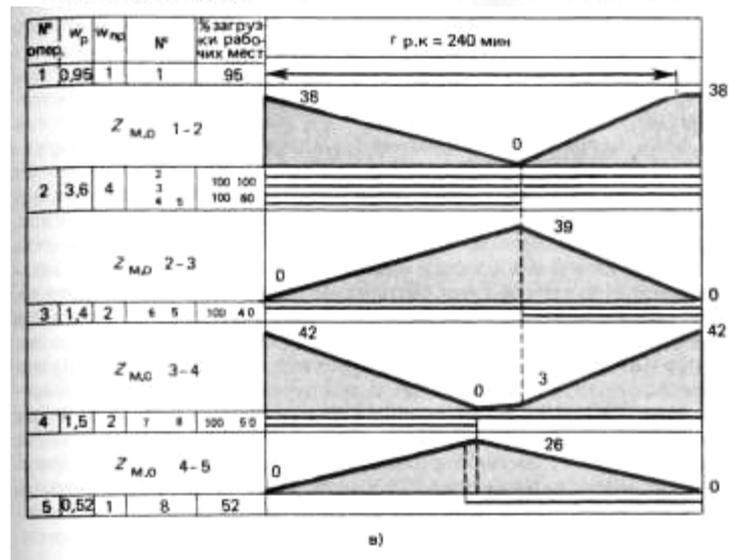
| № операции | Количество рабочих мест | | % загрузки рабочих мест | С учетом совмещения операций | |
|------------|-------------------------|----------|-------------------------|------------------------------|---------------------|
| | w_p | $w_{пр}$ | | Номер рабочего | % загрузки рабочего |
| 1 | 0,95 | 1 | 95 | 1 | 95 |
| 2 | 3,6 | 4 | 100 | 2 | 100 |
| | | | 100 | 3 | 100 |
| | | | 100 | 4 | 100 |
| | | | 60 | 5 | 100 |
| 3 | 1,4 | 2 | 100 | 6 | 100 |
| | | | 40 | 5 | — |
| 4 | 1,5 | 2 | 100 | 7 | 100 |
| | | | 50 | 8 | 102 |
| 5 | 0,52 | 1 | 52 | 8 | — |

а)



б)

Рис. 3.20. Последовательность расчетов основных показателей и графиков, отражающих работу проточных линий:
а — расчет количества рабочих мест и рабочих с учетом совмещения операций; б — график-регламент работы поточной линии; в — зигора межоперационных заделов



в)

Для проточных линий устанавливается наиболее целесообразный для данных условий производства период обслуживания (период комплектования выработки гр.к) операторами-совместителями закрепленных за ними рабочих мест с выполнением на каждом из них

определенного задания. Он может зависеть от Уровня ритмичности, размера мерной тары, грузоподъемности транспортных средств и других факторов (рис. 3.20,6).

В связи с отсутствием синхронности процесса на прямоточной линии возникают из-за разной производительности на смежных рабочих местах межоперационные оборотные заделы. Изменение межоперационного оборотного задела $z_{m.oij}$ определяется по формуле

$$z_{m.oij} = T_{п} \omega_i / t_{ki} - T_{п} \omega_j / t_{kj},$$

где $T_{п}$ — период одновременного выполнения двух смежных операции, в течение которого производительность на каждой из них постоянна (количество рабочих мест не меняется); ω_i и ω_j — количество рабочих мест на смежных i -х и j -х операциях в течение $T_{п}$; t_{ki} , t_{kj} — нормы времени на выполнение i -й и j -й смежных операций.

Схема планировки прямоточных линий должна предусматривать территориальное сближение рабочих мест, обслуживаемых операторами-совместителями. Наиболее приемлемыми транспортными средствами для прямоточных линий являются рольтанги, наклонные плоскости, тельферы, электрокары и т. п.

Многономенклатурные поточные линии применяются в цехах, изготавливающих изделия (заготовки, детали, узлы) широкой номенклатуры, причем количество каждого из них, как правило, сравнительно невелико. Полная загрузка поточных линий в таких условиях производства достигается путем закрепления за ними нескольких технологически сходных наименований объектов и выполнения на каждом рабочем месте нескольких операций. Переход от изготовления одного объекта к другому может осуществляться без переналадки оборудования — непереналаживаемые групповые линии (групповой поток), с переналадкой части или всех рабочих мест линии и с изменением режима ее работы — переналаживаемые переменного-поточные линии.

Если затраты времени на операции по производству объектов, закрепленных за линиями, одинаковы, расчет такта может быть произведен по формуле

$$z_{m.oij} = T_{п} \omega_i / t_{ki} - T_{п} \omega_j / t_{kj},$$

где $F_{д}$ — действительный фонд времени работы линии в планируемом периоде; m — номенклатура закрепленных за линией объектов; N_i — объем выпуска по i -му объекту на планируемый период.

Если закрепленные за линией однотипные объекты с одинаковым технологическим маршрутом имеют существенные различия в затратах времени на операции, работу таких линий целесообразно организовать с переменными или частными тактами (r_a, r_b, \dots, r_m). Переналадка линий на иной частный такт производится на основе стандарт-плана ее работы (см. §5.2.2). Расчет рабочего такта объекта a производится по формулам:

$$r_a = F_{да} / N_a,$$

где $F_{да}$ — действительный фонд времени линии для изготовления объекта a в плановом периоде; N_a — объем выпуска по объекту a на плановый период;

$$F_{д.a} = \frac{F_{д}(1 - T_{п.пер}/100)N_a \sum_{i=1}^u t_{kai}}{N_a \sum_{i=1}^u t_{kai} + N_b \sum_{i=1}^u t_{kbi} + \dots + N_m \sum_{i=1}^u t_{kmi}}$$

где $T_{п.пер}$ — потери времени на переналадку линии, $(3 \div 8)\%$ от $F_{д}$;
 u — число операций в технологическом процессе.

Частный такт может быть рассчитан путем приведения тру-доемкостей закрепленных за линией изделий к условному объекту:

$$r_a = r_{усл} k_a,$$

где $r_{усл}$ — частный такт условного объекта; k_a — коэффициент приведения трудоемкости объекта a к трудоемкости условного объекта.

Так, если при расчете частных тактов объектов от a до m за условный принят объект c , то коэффициенты приведения трудоемкости этих объектов (k_a, k_b, \dots, k_m) к трудоемкости условного объекта равны:

$$k_a = t_a / t_c; \quad k_b = t_b / t_c; \quad \dots; \quad k_m = t_m / t_c,$$

где t_a, t_b, \dots, t_m — трудоемкость изготовления объектов a, b, \dots, m ;
 t_c — трудоемкость объекта, принятого в качестве условного. Коэффициент приведения для объекта с k_c равен 1. Такт работы линии по условному объекту с

$$r_{\text{усл}} = F_d / \sum_{i=1}^m N_{\text{прив}i} = F_d / (N_a k_a + N_b k_b + N_c + \dots + N_m k_m),$$

где $N_{\text{прив}i}$ — приведенные объемы выпуска с учетом разницы в трудоемкости; $N_a k_a, N_b k_b, \dots, N_m k_m$ — условные объемы выпуска на плановый период объектов от a до m .

Коэффициент допустимых потерь времени на переналадку рабочего места при смене очередной партии изготавливаемых объектов

$$k_{\text{п.н}} = t_{\text{п.ср}} / (t_{\text{п.ср}} + nr),$$

где $t_{\text{п.ср}}$ — средние потери рабочего времени на каждом рабочем месте при переналадке.

Отсюда рациональное значение размера партии запуска на линии, шт.,

$$n = (1 - k_{\text{п.н}}) t_{\text{п.ср}} / (k_{\text{п.н}} r).$$

3.4. СОЦИАЛИСТИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ И ПРЕДПРИЯТИЯ

3.4.1. Качество продукции. Задачи и пути его повышения

От совместных усилий больших коллективов ученых, рабочих, инженеров и служащих на всех этапах жизненного цикла машин зависит качество продукции, которое является «самым объективным и обобщающим показателем научно-технического прогресса, уровня организации производства, культуры и дисциплины труда...». Повышение качества продукции — важный фактор интенсификации производства.

В соответствии с ГОСТ 15.467—79 *качество продукции* — это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Многообразие технических и организационно-экономических задач, в решении которых используются показатели качества изделий, определяет и принципы их классификации.

При прогнозировании, оценке и контроле качества продукции на всех стадиях ее жизненного цикла используется классификация по характеризующим свойствам продукции: показатели назначения, экономного использования материальных ресурсов, надежности, технологичности, транспортабельности, стандартизации и унификации, показатели безопасности, эргономические, эстетические, экологические и патентно-правовые показатели. Для технико-экономического анализа качества продукции применяется классификация его показателей по способу их выражения. Показатели могут быть выражены в натуральных (например, килограммы, метры, баллы) или в стоимостных единицах. ° различных методах оценки технического уровня и качества продукции в зависимости от количества характеризующих свойств применяются единичные или комплексные (групповые, обобщенные, интегральные) показатели. При оформлении карт технического уровня и качества продукции и проведении сравнительного технико-экономического анализа изделий используется признак классификации по применению оценки. По этому признаку выделяются базовые и относительные значения показателей. В зависимости от стадии жизненного цикла продукции, для которой используются показатели качества, выделяются прогнозируемые, проектные, производственные и эксплуатационные показатели.

По способу получения значений показателей качества продукции различают следующие методы оценки качества (ГОСТ 15467—79):

измерительный — на основе технических средств;

регистрационный — на основе наблюдения и подсчета числа определенных событий, предметов или затрат;

расчетный — на основе использования теоретических и (или) эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров;

органолептический — на основе анализа восприятия органами чувств;

экспертный, при котором решения о значении показателей качества продукции принимаются экспертами;

социологический — на основе сбора и анализа мнений фактических или возможных потребителей.

Существенно повысить качество продукции нельзя путем проведения отдельных разовых, хотя бы даже крупных, мероприятий. Устойчивый рост качества может быть результатом систематических плановых, увязанных в единый комплекс 1) технических, 2) организационных, 3) экономических и 4) идеологических мероприятий.

К первой группе относятся работы по созданию конструкций машин, соответствующих лучшим мировым образцам и превосходящих их, по созданию и внедрению нового, более совершенного оборудования, диагностических устройств и средств активного контроля, производственных систем, позволяющих повысить качество не только основных технологических, но и транспортных, погрузочно-разгрузочных и контрольных операций, работы по внедрению в производство передовой, малоотходной и безотходной, принципиально новой технологии с использованием химических и электрофизических методов обработки, лазера, ультразвука и др.

Во вторую группу входят работы организационного характера: использование ЭВМ для совершенствования информационного обеспечения разработчиков, внедрения систем автоматизированного проектирования, гибких производственных систем, совершенствование государственной системы управления качеством продукции, системы стандартов, своевременный их пересмотр с ориентацией на высшие мировые достижения, развитие и укрепление интеграции отраслей машиностроения, специализации и кооперирования производства в рамках Совета Экономической Взаимопомощи. В соответствии с Основными положениями коренной перестройки управления экономикой росту производства и освоению высококачественной продукции, принципиально новой техники, соответствующей или превосходящей лучшие зарубежные образцы, должна способствовать реформа ценообразования.

К третьей группе относятся мероприятия, направленные на совершенствование системы морального и материального стимулирования повышения качества продукции.

В четвертую группу можно включить мероприятия, обеспечивающие идейно-политическое воспитание, совершенствование форм организации социалистического соревнования, распространения передового опыта.

Эффективность повышения качества продукции может рассматриваться в сфере как ее производства, так и эксплуатации. В производстве повышение качества сокращает затраты на выпуск изделий за счет лучшего использования ресурсов всех видов, сокращения потерь от брака, рекламаций, увеличивает Доходы от реализации продукции повышенного качества. Рост Фондов экономического стимулирования обеспечивает более широкое использование моральных и материальных форм поощрения передовиков соревнования за высокое качество. В эксплуатации повышение качества равносильно увеличению объемов выпуска продукции, позволяет более полно удовлетворить потребности общества.

Руководство объединением или предприятием несет ответственность за состояние и развитие производственно-хозяйственного комплекса, научно-технический прогресс и технический уровень производства, за качество выпускаемой продукции. Юридическая ответственность за качество продукции предусматривает применение мер государственного принуждения по отношению к предприятиям, выпускающим продукцию, которая не соответствует стандартам и техническим условиям. Имущественная ответственность предприятия определяется органами арбитража по искам покупателей (получателей). Экономические санкции применяются органами Госстандарта, ведомственного и межведомственного контроля, которые изымают у предприятий и объединений в доход

бюджета прибыль, полученную за реализацию продукции, изготовленной с отступлением от стандартов и ТУ, и исключают этот объем продукции из отчетных данных по объему производства. Персональная ответственность работников за изготовление и выпуск некачественной продукции предусматривается нормами трудового, административного и уголовного законодательства.

3.4.2. Системы управления качеством продукции

Повышение качества продукции осуществляется в рамках Единой системы государственного управления качеством. Главной целью этой системы является планомерное всемерное использование научно-технических, производственных и социально-экономических возможностей, чтобы постоянно и высокими темпами улучшать качество всех видов продукции в интересах роста эффективности общественного производства, наиболее полного удовлетворения потребностей населения, народного хозяйства, обороны страны и экспорта. *Управление качеством продукции I* в соответствии с ГОСТ 15467—79 — это действия, осуществляемые при создании и эксплуатации или потреблении продукции, I цель которых — установить, обеспечить и поддерживать необходимый уровень ее качества.

Система управления качеством продукции — совокупность I управляющих органов и объектов управления, взаимодействующих с помощью материально-технических и информационных средств при управлении качеством продукции.

Основа систем управления качеством на предприятиях была заложена в 60-е годы. В это время была создана саратовская система бездефектного изготовления продукции и сдачи ее с первого предъявления (система БИП), львовская система управления качеством продукции, ярославская система научной организации труда по увеличению моторесурса (система НОРМ), горьковская система «качество, надежность, ресурс с первых изделий» (система КАНАРСПИ) и др.

Саратовская система бездефектного изготовления продукции и сдачи ее с первого предъявления (БИП) в середине 50-х годов положила начало комплексному подходу к улучшению качества продукции. Она усилила ответственность исполнителя за качество работы. Качество труда характеризовалось процентом сдачи продукции с первого предъявления за отчетный период (смена, неделя, месяц) отдельным исполнителем, бригадой, цехом, предприятием. Этот показатель являлся одним из наиболее важных в организации премирования. В системе БИП не допускается каких-либо отступлений от технической документации, исполнитель предъявляет продукцию ОТК, предварительно полностью проверив ее и убедившись в отсутствии дефектов. Продукция, имеющая неисправимые дефекты, отделяется самим исполнителем и отдельно предъявляется ОТК для оформления акта о браке. При обнаружении первого же дефекта, без разбраковки продукции, ОТК передает ее исполнителю. Повторное предъявление продукции службе ОТК возможно только с разрешения руководства цеха, предприятия. Исполнители, стабильно сдающие продукцию с первого предъявления, получают право самоконтроля, т. е. работы с личным клеймом. Система бездефектного изготовления продукции получила широкое применение во всех отраслях промышленности нашей страны и во многих зарубежных странах.

Другая система управления качеством — КАНАРСПИ — была направлена на повышение уровня конструкторской и технологической подготовки производства, освоение в более короткие сроки выпуска новой продукции с запланированным уровнем качества. Основная задача системы — более тщательная конструкторско-технологическая отработка изделий в период подготовки их производства за счет развития исследовательской и экспериментальных баз, повышения конструкторской и технологической унификации. Для повышения уровня организации труда на период разработки и освоения выпуска новых изделий создавались комплексные бригады, включающие конструкторов, технологов, рабочих

и эксплуатационников, которые своевременно выявляли причины отказов изделий и устраняли их еще в до-производственный период, так, чтобы первые же изделия соответствовали проектной документации. Система КАНАРСПИ позволила на многих предприятиях сократить сроки освоения выпуска изделий, повысить надежность новой продукции.

Система НОРМ обеспечивает комплексное решение задач повышения качества продукции на стадиях как проектирования, так и эксплуатации. При отделе главного конструктора создавалось эксплуатационно-исследовательское, при отделе технического контроля - рекламационно-исследовательское бюро и сеть порно пунктов эксплуатации. На основе обобщения опыта эксплуатации, контроля уровня моторесурса была организована.

работа по планомерному увеличению надежности выпускаемых изделий.

В начале 70-х годов на передовых предприятиях Львовской области на основе уже внедренных систем была разработана комплексная система управления качеством продукции (КС УКП), которая включила в работу по повышению технического уровня качества продукции все звенья предприятия. Основой функционирования КС УКП являлись стандарты предприятия, регламентирующие задачи и методы повышения качества продукции, формы организации работы. Опыт функционирования КС УКП подтвердил ее эффективность, в первую очередь за счет разработки и внедрения стандартов предприятия. Это позволило установить более четкий порядок проведения мероприятий по повышению качества продукции, совершенствовать систему морального и материального стимулирования повышения качества с учетом конкретного вклада каждого исполнителя или функционального подразделения, упорядочения документооборота, сокращения видов и количества документов за счет их унификации, обеспечить более четкое взаимодействие всех служб предприятия и эксплуатирующих организаций по установлению и обеспеченный уровень и затраты, связанные с его разработкой, изготовлением. Все эти системы в той или иной мере были положены в основу создания общегосударственной системы управления качеством

У продукции. Единая система государственного управления качеством продукции обеспечивает управление качеством на всех уровнях управления народным хозяйством и на всех стадиях жизненного цикла продукции. Для осуществления единой технико-экономической политики в области повышения качества на предприятиях, в объединениях, в отраслях разрабатываются и внедряются системы управления качеством, учитывающие положения Единой системы. При разработке проекта нового изделия определяются основные показатели качества, которые характеризуют его технический уровень и затраты, связанные с его разработкой, изготовлением и эксплуатацией (см. § 2.3.1.). Как правило, лучшие параметры качества обеспечиваются более высокой себестоимостью, но эксплуатационные затраты при этом снижаются. В целом суммарные затраты на единицу работы или выполнение определенной задачи должны быть минимальными. Сопоставляя группы затрат, можно установить оптимальные параметры качества, при которых будут обеспечиваться минимальные суммарные затраты на изготовление и эксплуатацию изделия (рис. 3.26).

При изготовлении обеспечивается выпуск продукции с уровнем качества, установленным на первых стадиях жизненного цикла. Качество продукции может быть повышено за счет конструкторских и технологических усовершенствований, проведенных по результатам эксплуатации. Для решения этих задач необходимо обеспечить соблюдение технологической дисциплины, контроль

качества исходного сырья, полуфабрикатов, материалов, контроль качества оборудования и технологических процессов, а также контроль качества изготовления продукции на протяжении всего производственного процесса.

В процессе эксплуатации необходимо правильно использовать изделия и проводить профилактические мероприятия по сохранению их свойств. Для этого разрабатываются и внедряются системы плано-предупредительных ремонтов, проводится учет и анализ отказов, возникающих в процессе эксплуатации, совершенствуется система управления качеством на эксплуатируемых предприятиях.

На начальных стадиях жизненного цикла изделий составляется *карта технического уровня и качества продукции*. В соответствии с ГОСТ 2.116—84 она используется для определения целесообразности разработки и постановки на производство, модернизации и снятия с производства или эксплуатации, аттестации и государственной регистрации продукции. В карту включаются показатели технического уровня и качества: показатели назначения, надежности, экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов, показатели, характеризующие ограничение вредных воздействий продукции (эргономические, экологические и показатели безопасности), показатели стандартизации и унификации. Карту составляет и ведет головное предприятие (объединение) — разработчик продукции с момента разработки технического задания на продукцию до снятия ее с производства. При составлении и ведении карты используются результаты научно-исследовательских и экспериментальных работ, патентных исследований, данные о техническом уровне и качестве лучших отечественных и зарубежных аналогов продукции, требования международных и национальных стандартов на продукцию, результаты предварительных, приемочных (государственных, межведомственных) испытаний опытного образца (партии) продукции.

Дубликат подлинника карты уровня предприятие-разработчик передает в установленном порядке для государственной регистрации продукции во Всесоюзный центр информации по оборудованию (ВЦИО) ГКНТ, во Всесоюзный научно-информационный центр по материалам и веществам (ВНИЦМВ) Государственного комитета СССР по стандартам или во Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС) Госстандарта.

При составлении и ведении карты технического уровня используются перспективный образец, аналог и базовый образец. *Перспективный образец* продукции характеризуется прогнозируемой совокупностью реально достижимых значений показателей I качества. Он соответствует передовым научно-техническим I достижениям на устанавливаемый будущий период. *Аналог* продукция отечественного или зарубежного производства, подобная сравниваемому изделию, обладающая сходством функционального назначения и условий применения. *Базовый образец* — принятое для сравнения при оценке технического I уровня и качества продукции изделие, характеризующее I передовые научно-технические достижения на установленный период. При проектировании и при приемке опытного образца (партии) базовым образцом является продукция, спроектированная в СССР, показатели которой будут лучшими на второй год планируемого серийного изготовления оцениваемой продукции, или лучшая промышленно освоенная продукция за рубежом. К лучшей промышленно освоенной продукции относят продукцию, представляющую значительную часть общего объема продукции данного вида, реализуемую на внешнем рынке и пользующуюся устойчивым спросом. При этом период с момента ее промышленного освоения не должен превышать нормативов срока обновления, установленного для оцениваемой продукции. Единый порядок регламентирует проведение оценки технического уровня и качества продукции по всему циклу создания, производства и применения, прежде всего на тех стадиях, когда есть возможность наиболее безболезненно внести в документацию необходимые коррективы для повышения качества, — при разработке технического задания и технической документации, проведении испытаний. *Государственная аттестация* продукции — система организационно-технических и экономических мероприятий, предусматривающих отнесение продукции к категориям качества и направленных на планомерное повышение ее качества и своевременное внедрение передовых научно-технических достижений. Объекты аттестации относятся к той или иной категории качества по критериям, представляющим собой совокупность показателей результатов сравнения значений критериев качества объекта аттестации со значениями, принятыми за базовые. *Категории качества* продукции — градация качества продукции определенного вида, устанавливаемая при государственной аттестации. Базовыми значениями могут служить достоверные показатели качества лучших отечественных и зарубежных образцов, показатели качества, достигнутые в предыдущем периоде, или планируемые

показатели перспективных образцов, найденные экспериментальными или теоретическими методами, показатели качества, которые заданы в требованиях на продукцию. Продукция аттестуется по двум категориям качества.

К высшей категории относится продукция, которая по технико-экономическим показателям находится на уровне лучших мировых достижений или превосходит их, соответствует значениям, предусмотренным стандартами для вновь разработанной (модернизированной) и (или) намечаемой к разработке (модернизации) продукции, и отвечает нормативно-техническим документам, по которым она выпускается. Эта продукция должна обеспечивать значительное повышение производительности труда, экономию материалов, топлива и электроэнергии, удовлетворять потребности населения страны, быть конкурентоспособной на внешнем рынке. Стабильные высокие показатели качества продукции могут быть достигнуты при соблюдении технологической дисциплины и высокой культуре производства. Для объективной оценки качества такой продукции она должна демонстрироваться на ВДНХ СССР. Решение о присвоении высшей категории качества выносится государственной аттестационной комиссией и регистрируется в органах Государственного комитета стандартов СССР (Госстандарта). Промышленная продукция высшей категории качества должна обозначаться *государственным Знаком качества* в соответствии с ГОСТ 1.9—67. Для продукции высшей категории качества в зависимости от экономической эффективности применяется надбавка к оптовой цене в размере до 30%. Надбавка сохраняется, если этой продукции при последующих аттестациях вновь присваивается высшая категория качества.

К первой категории качества должна относиться продукция, отвечающая нормативно-техническим документам, по которым она выпускается, содержащим современные требования, соответствующие значениям, предусмотренным стандартами для серийно выпускаемой продукции. Эта продукция по технико-экономическим показателям должна находиться на уровне современных требований народного хозяйства и населения страны. Показатели качества такой продукции должны быть стабильными. Для продукции производственно-технического назначения первой категории качества применяется скидка с оптовой цены в первый год в размере 5, во второй — 10, в третий — 15%. Если при повторной аттестации эта продукция не будет отнесена к высшей категории качества, она должна быть снята с производства. С разрешения Госплана СССР и Госбанка СССР выпуск ее может быть сохранен еще в течение двух лет с применением 10%-ной скидки, что практически делает ее убыточной.

Неаттестованная продукция подлежит снятию с производства в двухмесячный срок.

Продукция относится к высшей или первой категории качества на срок до трех лет, в отдельных случаях особо сложная

продукция может быть отнесена к высшей категории качества на срок до пяти лет.

Члены государственных аттестационных комиссии должны располагать полными и достоверными данными о техническом уровне и качестве лучших образцов продукции. Они несут персональную ответственность за принимаемые решения.

Все виды продукции с государственным Знаком качества подвергаются ежегодной проверке органами Госстандарта на соответствие ее повышенным требованиям, предъявляемым к такой продукции. Органы государственного надзора Госстандарта проверили все 28 851 наименование изделий, имеющих Знак качества на 1 января 1986 г. По результатам государственного надзора за 9 месяцев 1986 г. 547 изделий лишены Знака качества. На 1 октября 1986 г. по высшей категории качества выпускалось 24 679 наименований промышленной продукции.

На основе единой системы государственного управления качеством продукции создаются отраслевые программы и системы. Так, в Министерстве приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР в 1983 г. принята отраслевая комплексная программа «Качество», которая охватывает все этапы жизненного цикла изделия. На первом этапе обеспечивается повышение научно-технического уровня разработок за счет прогнозирования требований потребителей и тенденций развития отрасли, совершенствования планирования работ по созданию новой техники и внедрению ее в производство. На втором

этапе должно быть достигнуто стабильное качество выпускаемой продукции за счет улучшения используемой техники, технологии, организации производства, применения в процессах производства роботов, манипуляторов, робототехнических комплексов и гибких автоматизированных переналаживаемых производств, совершенствования системы контроля качества и использования эффективных средств диагностирования состояния оборудования. На третьем этапе совершенствуется система сбора и обработки информации о надежности изделий при эксплуатации, организуется система гарантийного обслуживания.

Подсистема управления качеством является одной из важных составляющих в интегрированной системе управления научно-производственным объединением «Криогенмаш». КС УКП этого объединения включает: подсистему планирования качества и аттестации продукции, подсистему обеспечения качества на всех стадиях жизненного цикла продукции, подсистему организации функционирования системы и информационного обеспечения качества продукции. Кроме общей для научно-производственного объединения структурно-функциональной системы КС УКП такая схема разработана в каждом подразделении.

При функционировании на предприятии автоматизированной системы управления (АСУП) каждая из функциональных

подсистем обязательно включает те или иные вопросы планирования, обеспечения, контроля или анализа показателей качества продукции. Так, в подсистеме технической подготовки производства разрабатываются прогнозы на повышение показателей качества продукции, проектируются новые изделия, удовлетворяющие требованиям технического задания, подготавливается производство, позволяющее обеспечивать заданный уровень качества изделий. Подсистема технико-экономического планирования включает комплексный план повышения качества продукции, задачи экономического обоснования путей его повышения, планирования показателей качества цехам и службам предприятия. Подсистема оперативного планирования обеспечивает ритмичную работу подразделений в соответствии с календарными планами, а следовательно, существенно влияет на качество работы и продукции. В самой подсистеме контроля качества организуется и обеспечивается эффективный контроль качества проектов, деталей, изделий, учитывается и анализируется брак, изолируются бракованные детали и изделия. Подсистема материально-технического обеспечения организует и контролирует своевременную поставку высококачественного сырья и материалов в соответствии с требованиями производства и планом поставок. В подсистеме труда и кадров разрабатываются и функционируют прогрессивные системы оплаты труда, стимулирующие повышение качества продукции, организуется работа по повышению квалификации исполнителей и руководителей по вопросам качества продукции.

Обеспечением качества продукции в каждой стране занимаются различные организации. Так, в Японии создан союз научно-технических работников, стимулирующий, развивающий и координирующий управление качеством продукции в масштабе всей страны. В ряде европейских капиталистических стран действуют системы управления качеством, сочетающие общефирменное управление с управлением на предприятиях. В некоторых странах (например, в Швеции) отдельные функции контроля качества осуществляются государством. На государственном уровне инспектируется качество экспортной продукции, и особенно изделий военного назначения.

3.4.3. Роль стандартов в повышении качества продукции

Система управления качеством продукции основывается на Государственной системе стандартизации (ГОСТ 1.0—68). Переход от разработки отдельных стандартов к программам комплексной стандартизации позволяет активно влиять на качество и технический уровень продукции не только на предприятии или в отрасли, но и в масштабе всего народного хозяйства. В качестве объектов такой комплексной стандартизации приняты предметы

производства (продукция), стадии производства, технические средства производства и организация производства.

На межотраслевом уровне управление качеством осуществляется на основе государственных стандартов, определяющих общую терминологию по качеству, выбор показателей качества и методы их оценки, систему аттестации качества продукции, принципы построения систем управления качеством. На отраслевом уровне управление качеством продукции производится на основе государственных и отраслевых стандартов. Последние разрабатываются для учета специфических особенностей отраслей. Отраслевые стандарты позволяют согласовывать специфические условия организации производства и управления конкретных отраслей промышленности с требованиями государственных стандартов и другой межотраслевой нормативно-технической документации. На уровне объединения (предприятия) управление качеством осуществляется на основе государственных, отраслевых стандартов и технических условий предприятия. Последние отражают организационно-техническую и технологическую специфику работ в объединении (на предприятии) и условия их выполнения. Таким образом, образуется единая система, позволяющая увязать требования к уровню качества продукции, формируемые на всех стадиях жизненного цикла.

Научно-техническое сотрудничество стран — членов СЭВ по главным направлениям развития науки, техники и технологии направлено на повышение технического уровня выпускаемой продукции, для чего проводятся совместные работы по нормативно-техническому и метрологическому обеспечению приоритетных направлений Комплексной программы научно-технического прогресса, включая разработку необходимых стандартов СЭВ, правил, методов и технических средств измерений, соответствующих наивысшему мировому уровню.

Стандарты должны не только поспевать за темпами технического и экономического развития, но и опережать их. Научно-технические прогнозы являются основой системы опережающих стандартов (см. § 2.3.4). Как отмечалось, в соответствии с ГОСТ 1.0—68 они устанавливают основные требования для вновь разрабатываемой продукции, превышающие достигнутый научно-технический уровень, или определяют ступенчатое изменение основных показателей продукции, которая будет разрабатываться в последующие периоды. Опережающие стандарты устанавливаются главным образом на разработки, включенные в целевые комплексные и научно-технические программы, а также на важнейшие виды продукции, имеющей особое значение для нужд народного хозяйства и экспорта.

Своевременность внедрения и строгое соблюдение стандартов качества в порядке государственного надзора контролируется Государственным комитетом стандартов СССР. Государственный надзор охватывает все стадии разработки, испытаний, производства, хранения, транспортировки и эксплуатации продукции и осуществляется в виде проверок, экспертиз, испытаний и аттестаций. Комплексные проверки — это одновременные проверки качества сырья, материалов, комплектующих изделий и оборудования, от которых зависит качество конечной продукции. С помощью групповых проверок контролируется качество одного вида продукции, выпускаемой на нескольких предприятиях. Целевые проверки — это совокупность единовременных проверок в соответствии с задачами, определенными органами контроля. В частности, выездные бригады Госстандарта могут выборочно проверять продукцию, принятую ОТК предприятий, на соответствие стандартам, техническим условиям, конструкторской документации. Такая государственная приемка, при которой в случае обнаружения отклонений вторичная сдача продукции представителям Госстандарта производится лично директором и начальником ОТК, приводит к существенному повышению качества выпускаемой продукции. На предприятиях, допускающих нестабильность качественных показателей, может быть установлен особый режим приемки. При этом контролю подвергается вся продукция соответствующего наименования.

Для усиления контроля за качеством выпускаемой продукции в промышленных министерствах созданы главные инспекции по качеству, которые принимают участие в разработке планов повышения качества продукции, контролируют их выполнение и проводят выборочные проверки в объединениях и на предприятиях.

Важным мероприятием, повышающим технический уровень и качество изделий, является введение системы сертификации продукции. *Сертификация* — это система действий, направленных на подтверждение соответствия фактических характеристик продукции требованиям стандартов. При введении сертификации предприятия-изготовители должны проходить аттестацию, а затем периодически переаттестовываться с целью определения их способности стабильно выпускать продукцию установленного уровня качества. Кроме того, периодические испытания продукции должны проводиться в независимых испытательных центрах, после чего она получает «сертификат соответствия», т. е. подтверждение соответствия качества продукции требованиям стандартов. Сертификация предполагает взаимное признание результатов испытаний поставщиком и потребителем, исключает повторные испытания, а потому сокращает путь «производство — эксплуатация».

Для ряда видов продукции действует международная система сертификации, в которой участвуют отдельные страны или фирмы. Испытательными центрами для автомобилей являются полигоны Франции, для сельскохозяйственной техники испытания проводятся в США. В СССР Всесоюзный научно-исследовательский институт «Электростандарт» является международным центром испытаний изделий электронной техники. Как показывает опыт, продукция, получившая сертификат, соответствует наилучшим мировым достижениям, а потому пользуется повышенным спросом на мировом рынке.

Для коренного повышения качества продукции в объединениях и на предприятиях, выпускающих важную народно-хозяйственную продукцию, в настоящее время созданы органы вневедомственного контроля, подчиненные Госстандарту, — Государственная приемка. Органы Государственной приемки осуществляют контроль качества и приемку продукции на любой стадии изготовления, в том числе окончательную приемку готовой и полностью укомплектованной продукции. Продукция предъявляемая Государственной приемке, должна быть принята службой технического контроля предприятия и соответствовать установленным требованиям. Продукция, не принятая Государственной приемкой, не может быть отгружена с предприятия.

3.4.4. Организация контроля качества продукции на машиностроительном предприятии

На машиностроительных предприятиях контрольные операции выполняются представителями многих служб, цехов, отделов. Так, контроль за правильным использованием стандартов, технических условий, руководящих материалов и другой нормативно-технической документации в процессе подготовки производства осуществляет служба нормоконтроля (см. § 2.3.4). Кроме того, качество технической документации контролируется непосредственными исполнителями и руководителями всех уровней в отделах главного конструктора, главного технолога, главного металлурга и в других службах завода. Контроль качества в процессе изготовления продукции осуществляет отдел технического контроля (ОТК), а также исполнители и руководители производственных подразделений. Основная задача ОТК — предотвратить выпуск продукции, не соответствующей требованиям стандартов и технических условий, проектно-конструкторской и технологической документации, условиям поставки и договоров, или некомплектной продукции, для чего необходимо укрепить производственную дисциплину и повысить ответственность всех звеньев производства за качество выпускаемой продукции. Чтобы обеспечить профилактический характер контроля, предотвращающего появление брака, проводится контроль стабильности технологических процессов и улучшается входной контроль качества сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, повышается требовательность к качеству поставляемой продукции. Контрольные операции являются неотъемлемой частью производственного процесса. Они разрабатываются одновременно с

технологическими процессами соответствующими службами (ОГТ, ОГМет и др.) при участии отдела технического контроля либо по согласованию с ним.

Типовое положение об отделе технического контроля промышленного предприятия (объединения) утверждено постановлением Совета Министров СССР в 1979 г. В соответствии с этим положением предприятие может реализовать лишь продукцию, принятую ОТК или изготовленную лицами, работающими в условиях самоконтроля. Отдел технического контроля:

- систематически анализирует и устраняет причины выпуска продукции низкого качества, организует и осуществляет внедрение прогрессивных методов контроля;

- осуществляет входной контроль поступивших на предприятие сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий и инструмента, предназначенных для основного производства, операционный контроль, приемочный контроль готовой продукции;

- назначает и проводит не предусмотренные утвержденным технологическим процессом выборочные проверки качества готовой продукции, сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, качества выполнения отдельных технологических операций, качества и состояния технологического оборудования и инструмента, условий производства, транспортировки и другие проверки, необходимые для выпуска продукции в соответствии с установленными требованиями;

 - выборочно контролирует соблюдение технологической дисциплины;

 - участвует в испытаниях новых и модернизированных образцов продукции;

- принимает участие в организации сбора, анализа и в обобщении статистических данных об эксплуатации продукции;

 - участвует в работах по подготовке продукции к аттестации;

- периодически осуществляет выборочный контроль качества продукции, выпускаемой цехами, участками, бригадами и отдельными работниками, переведенными на самоконтроль.

Возглавляет ОТК начальник отдела, который непосредственно подчиняется директору предприятия. Назначение на должность начальника ОТК предприятия и освобождение от этой должности, а также применение к нему мер поощрения и дисциплинарного взыскания производится вышестоящим органом по представлению директора предприятия. Начальник ОТК имеет право прекращать приемочный контроль продукции, имеющей повторяющиеся дефекты, до устранения причин, вызывающих эти дефекты, запрещать использование сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий и инструмента, не отвечающих установленным требованиям изготовления новой продукции, если проектно-конструкторская и технологическая документация на эту продукцию не соответствует стандартам, техническим условиям. При возникновении брака начальник ОТК предъявляет обязательные для исполнения требования к подразделениям и должностным лицам предприятия по устранению причин возникновения дефектов продукции и представляет Руководству предприятия предложения о привлечении к ответственности должностных лиц и рабочих предприятия, виновных в изготовлении бракованной продукции. Он наравне с директором главным инженером предприятия несет ответственность за выпуск недоброкачественной или не соответствующей стандартам и техническим условиям продукции. Структура и штаты ОТК предприятия разрабатываются на основе типовой структуры, с учетом производственных особенностей. Качество поступающих на предприятие материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий контролирует бюро внешней приемки. На крупных предприятиях может быть создано несколько бюро, специализированных по цехам или производствам. Контроль качества продукции, передаваемой из цеха в цех, качества и комплектности готовой продукции и некоторые виды пооперационного контроля выполняют контролеры бюро цехового контроля в заготовительных, механообрабатывающих и сборочных цехах. Техническая подготовка контрольных операций, разработка и внедрение эффективных методов контроля осуществляется технологическим бюро ОТК. Центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ) и ее контрольно-проверочные пункты (КПП) контролируют состояние инструмента и оснастки, в том числе используемых при контроле качества. Инспекторская группа проводит проверочный

контроль качества продукции и целевые проверки соблюдения технологической дисциплины.

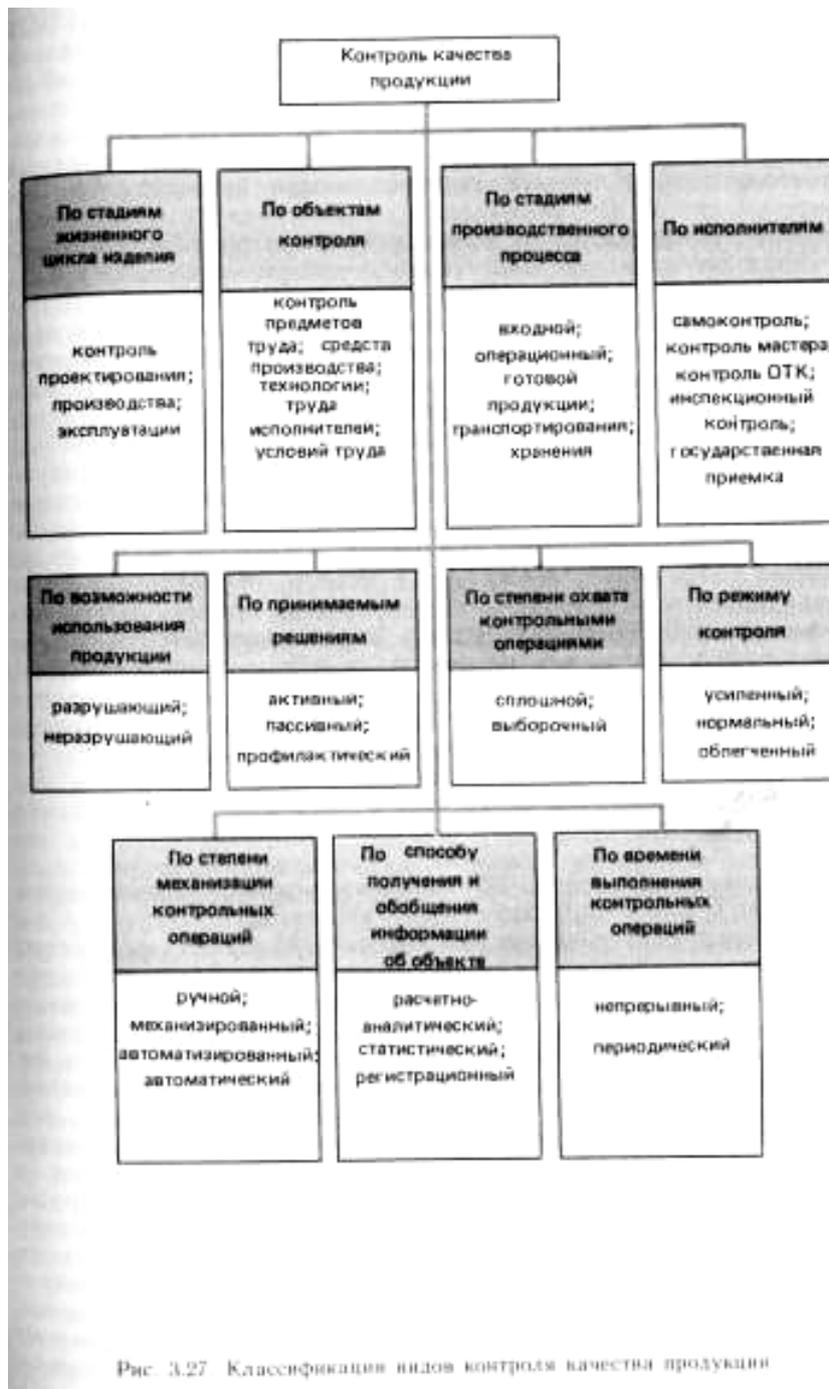
3.4.5. Методы контроля качества продукции на машиностроительном предприятии

В соответствии с ГОСТ 16504—81 *технический контроль* является проверкой соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным техническим требованиям. Объектами технического контроля являются все составляющие элементы процесса производства, т. е. предметы труда, средства труда, технология трудовых процессов, труд исполнителей, условия труда.

К предметам труда, качество которых должно контролироваться, относятся материалы, изделия, конструкторская и технологическая документация. Контролируемые средства труда — это оборудование, инструмент, оснастка, производственные системы, контрольная аппаратура. Контроль технологии трудовых процессов включает контроль технологических процессов, а также процессов создания конструкторской, технологической и другой технической документации. Контроль труда исполнителей предусматривает установление качества труда конструкторов, технологов, операторов, рабочих. Контроль условий труда — выполнение требований техники безопасности, организации рабочего места и т. п.

Система контроля представляет собой совокупность средств контроля, методов выполнения контрольных операций и исполнителей, взаимодействующих с объектом контроля по правилам, установленным документацией. Классификация видов контроля качества продукции представлена на рис. 3.27.

Контроль проектирования выполняется на стадиях разработки продукции. Он осуществляется в виде технологического контроля (ГОСТ 2.121—73), нормоконтроля (ГОСТ 2.111—68), патентной экспертизы и экспертизы технической документации.



3.5. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

3.5.1. Роль и состав вспомогательных производств и обслуживающих хозяйств

Работы по техническому обслуживанию производства выполняются специальными хозяйствами — инструментальным, ремонтным, транспортно-складским, энергетическим, капитального строительства, многие из которых имеют в своем составе цехи вспомогательного производства.

Организация обслуживания производства непосредственно влияет на показатели производственно-хозяйственной деятельности предприятий, на качество выпускаемой продукции. Без рационально построенного обслуживания производства невозможна нормальная работа предприятий.

Роль обслуживающих хозяйств в производственном процессе существенно изменилась в связи с научно-техническим прогрессом. Повысились требования к обслуживанию вследствие совершенствования состава основных фондов, внедрения комплексных механизированных и автоматизированных систем, роботоконплексов и ГПС, увеличения непрерывности процессов, усложнения продукции. В ряде отраслей машиностроения ведется работа по концентрации производства специального инструмента и технологической оснастки на базе крупных инструментальных цехов, развивается фирменный ремонт сложного оборудования, организуются объединенные транспортные цехи и энергетические хозяйства по промышленным кустам. В отраслях создаются специализированные строительные организации, которые призваны более оперативно и качественно решать вопросы реконструкции предприятий. Организуются научно-производственные объединения, разрабатывающие комплексные проекты по механизации транспортных, погрузочно-разгрузочных, складских процессов, обеспечивающие изготовление механизмов и их монтаж на предприятиях. Совершенствуется управление обслуживанием производства на базе функциональной подсистемы «Обслуживание производства» АСУП.

3.5.2. Организация инструментального хозяйства

Основные задачи инструментального хозяйства предприятия — определить потребности предприятия в технологической оснастке, запланировать ее приобретение или изготовление и обеспечить ею производство, организовать рациональную эксплуатацию оснастки и технический надзор, обеспечить оснасткой рабочие места, организовать ее учет и хранение.

К общезаводским органам инструментального хозяйства относятся инструментальные цехи, мастерские восстановления оснастки, центральный склад инструментального хозяйства (ЦИС), инструментальный отдел. Они производят технологическую оснастку на предприятии, приобретают ее на стороне, осуществляют централизованное хранение и выдачу оснастки цехам-потребителям, восстанавливают изношенную оснастку. В инструментальных цехах изготавливают и восстанавливают нестандартизованную оснастку. ЦИС осуществляет приемку всей оснастки, организует хранение, учет запаса и движения оснастки, выдает ее цеховым инструментально-раздаточным кладовым (ИРК). Количество и номенклатура оснастки, подлежащей хранению на складах, устанавливаются в соответствии с нормами складского запаса. Инструментальный отдел выполняет планово-диспетчерские функции по обеспечению предприятия оснасткой, производству ее в инструментальных цехах, а также осуществляет технический надзор за эксплуатацией оснастки и контроль ее состояния. Он находится в ведении главного инженера предприятия или главного технолога.

К цеховым органам инструментального хозяйства относятся инструментально-раздаточные кладовые и мастерские по заточке и текущему ремонту оснастки. ИРК обеспечивает оснасткой рабочие места цеха, организует ее хранение и учет, сбор и передачу ^в ЦИС изношенной оснастки, сбор и передачу в ремонт оснастки ^и в заточку — режущего инструмента, выдает оснастку на рабочие места и обеспечивает ее возврат

Систематизация огромной номенклатуры оснастки, доходящей на многих предприятиях до десятков тысяч наименований, производится с помощью ее классификации и индексации. Под классификацией понимается разделение всего множества применяющейся на предприятии оснастки на определенные группы по наиболее характерным признакам: характеру использования, назначению (виду обработки), конструкционным особенностям. Так, по характеру использования оснастка делится на универсальную, стандартную и специальную. В соответствии с классификаторами ЕСКД технологическая оснастка

подразделяется на классы, подклассы, группы, подгруппы и виды. Применяется десятичная цифровая система индексации. Например, индекс инструмента 28.1.1.1.1 означает: класс (28) — оснастка технологическая, инструмент режущий; подкласс (1) — резцы; группа (1) — токарные проходные и подрезные; подгруппа (1) — проходные прямые, прямоугольного сечения; вид (1) — с напаянной режущей частью.

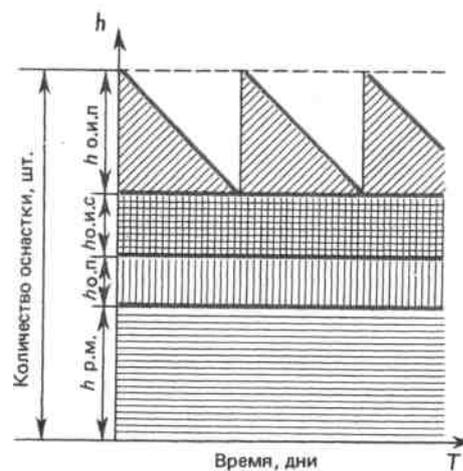
Обеспечение оснасткой планируется в определенной последовательности. Номенклатура универсальных (стандартных) видов оснастки в серийном и массовом производствах устанавливается по картам применимости, в единичном и мелкосерийном производствах — по картам типового оснащения рабочего места. Номенклатура специальных видов оснастки определяется по картам технологических процессов.

В единичном и мелкосерийном производствах не представляется возможным установить точную загрузку по каждому виду 0c настки. Поэтому норму расхода устанавливают укрупнено.

Совершенствование технологии, улучшение качества оснастки и условий эксплуатации приводят к повышению ее стойкости и снижению норм расхода. Это является основанием для систематического пересмотра норм расхода оснастки.

Оборотный фонд оснастки по предприятию $A_{0.0}$ устанавливается на все виды и типоразмеры оснастки.

В состав оборотного фонда цеха входит оснастка, одновременно находящаяся на рабочих местах годная оснастка инструментально-раздаточной кладовой, в заточке и в ремонте



(восстановлении) $h_{o.л.}$. Запас оснастки в ИРК является суммой двух слагаемых: переходящего $h_{o.л.п.}$ и страхового, или резервного, запаса $h_{o.л.с.}$ (рис. 3.31). Переходящий запас изменяется от максимальной величины, соответствующей запасу в момент получения очередной партии оснастки из ЦИСа, до нуля.

Основная часть запасов оснастки хранится в ЦИСе. Регулирование складских запасов универсальной и специальной оснастки, рас-

Рис. 3.31. Структура цеховых запасов

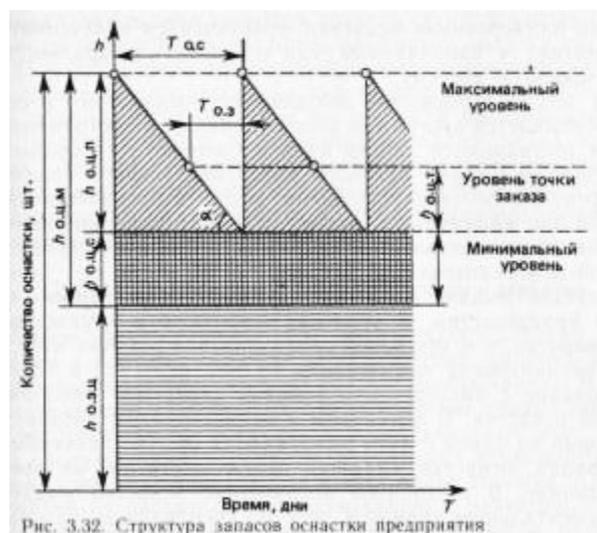


Рис. 3.32. Структура запасов оснастки предприятия

ходуемой в больших количествах, как правило, по системе «максимум — минимум» (рис. 3.32). При этом устанавливается три уровня запасов: максимальный, минимальный и точки заказа, т. е. предельного значения запаса, при котором необходимо осуществить заказ на его пополнение. Уровень точки заказа определяется средней скоростью расхода оснастки (угол α) и циклом выполнения заказа предприятием-поставщиком или инструментальным цехом.

Страховой запас представляет собой резерв, создаваемый на случай нарушения сроков и объемов поставок оснастки. Поэтому его величина может быть определена в виде произведения среднесуточного потребления оснастки на число дней возможного запоздания T_3 очередной поставки, т. е. [формула]. Из рис. 3.32 видно, что если расход инструмента уменьшился ($\alpha' < \alpha$), то очередная партия поставки будет получена раньше достижения $T_{\text{ГОЦС}}$ и запас в момент поставки превысит уровень, и наоборот, при $\alpha' > \alpha$, т. е. при повышенном расходе инструмента, очередная партия поставки будет получена с опозданием и придется использовать часть страхового запаса. Тем самым система «максимум — минимум» создает определенный автоматизм в работе ЦИСа.

Оборотный фонд оснастки предприятия складывается из оборотного фонда оснастки данного вида во всех цехах предприятия, а также страхового и переходящего запаса в ЦИСе (см. рис.3.32).

При планировании оснастки, требующейся в незначительных количествах и применяемой, как правило, однократно, используют заказную систему.

На основе выявленной потребности предприятия в оснастке разрабатывается программа изготовления ее в инструментальном цехе и составляются заявки на приобретение со стороны.

Основная задача цехового инструментального хозяйства — своевременно обеспечить рабочие места доброкачественной оснасткой при минимальных размерах оборотного фонда. Эта задача обычно осуществляется цеховыми органами — ИРК и мастерской централизованной заточки.

Порядок выдачи оснастки определяется в первую очередь типом производства. В условиях массового и крупносерийного производства, т. е. при узкой специализации рабочих мест, может быть организована комплектная выдача оснастки в постоянное пользование с последующей заменой сдаваемой рабочим изношенной оснастки. В единичном и мелкосерийном производствах, в которых на одном станке выполняются обычно различные детали операции, оснастка выдается преимущественно во временное пользование. В постоянное пользование оснастка выдается по инструментальным книжкам либо по требованиям, заполняемым мастером. Выдача во временное пользование производится обычно по одной из марочных систем, т. е. в обмен на сдаваемый рабочим жетон («марку»). При выборе системы исходят из необходимости обеспечить возможность контроля за своевременным возвратом оснастки, соответствие выдачи фактической потребности в оснастке на рабочих местах, сохранность выданной оснастки вне ИРК.

При организации цехового инструментального хозяйства стремятся свести к минимуму потери времени производственников на получение и сдачу оснастки. Это достигается при системе активного обеспечения рабочих мест оснасткой. Сущность этой системы заключается в том, что по заранее разработанному графику в соответствии с оперативным планом производства скомплектованная оснастка доставляется на рабочие места из ИРК взамен отработавшей. Предварительная подготовка и комплектование оснастки для рабочих мест производится по комплектовочным картам, которые заблаговременно должны быть подготовлены и переданы в ИРК одновременно с графиком подачи оснастки. В условиях гибкого автоматизированного производства, в зависимости от его структуры, скомплектованная оснастка может подаваться непосредственно к модулям ГАП или на специальные инструментальные участки автоматических комплексов.

При общей оценке состояния организации инструментального хозяйства используются такие показатели, как удельный вес затрат на инструмент в

себестоимости, уровень потерь от простоев рабочих и оборудования вследствие несвоевременного обеспечения рабочих мест оснасткой, состояние запасов оснастки. Для совершенствования организации инструментального обслуживания необходимо повысить уровень стандартизации и унификации технологической оснастки, расширить области применения УСП и УНП, шире применять типовые технологические процессы, специализацию производства однотипной оснастки, расширить объемы восстановления инструмента на специализированных предприятиях и в специализированных цехах или на участках, усилить технадзор за состоянием инструментального хозяйства, совершенствовать планирование, учет и нормативную базу инструментальных хозяйств на основе широкого использования электронно-вычислительной техники.

3.5.3. Организация энергетического хозяйства

Современное машиностроительное производство связано с потреблением в больших объемах электроэнергии, топлива и других энергоносителей (пар, сжатый воздух, горячая вода). В задачи энергетического хозяйства входят выполнение правил эксплуатации энергетического оборудования, организация его технического обслуживания и ремонта, проведение мероприятий, направленных на экономию энергии и всех видов топлива, а также мероприятий по своему совершенствованию и развитию. Основной же задачей энергетического хозяйства является надежное и бесперебойное обеспечение предприятия всеми видами энергии установленных параметров при минимизации затрат. Объем и структура потребляемых энергоресурсов зависят от мощности предприятия, вида выпускаемой продукции, характера технологических процессов, а также от связей предприятия с районными энергосистемами.

Потребление энергии в производстве (спрос) по часам суток, дням недели и другим календарным периодам происходит неравномерно. Поэтому режимы производства всех видов энергии непосредственно зависят от режимов ее потребления. Потребность крупных предприятий в энергии может покрываться за счет полного обеспечения энергией всех видов от собственных установок. Небольшие, а иногда и средние машиностроительные предприятия получают все виды энергии от районных систем, соседних предприятий и объединенных цехов. Больше всего распространен комбинированный вариант энергообеспечения.

Энергетическое хозяйство предприятия подразделяется на две части — общезаводскую и цеховую. К общезаводской относятся генерирующие, преобразовательные установки и общезаводские сети, которые объединяются в ряд специальных цехов (участков) — электросиловой, теплосиловой, газовой, слаботочный, электромеханический. Состав цехов зависит от энергоемкости производства и связей завода с внешними энергосистемами. На крупных и средних машиностроительных предприятиях энергетическое хозяйство возглавляет главный энергетик. На небольших предприятиях все энергохозяйство может быть объединено в один-два цеха или даже участка в службе главного механика.

Цеховую часть энергохозяйства образуют первичные энергоприемники (потребители энергии - печи, станки, подъемно-транспортное оборудование и т. д.), цеховые преобразовательные установки и внутрицеховые распределительные сети.

Режим экономии энергетических ресурсов предопределяет необходимость нормирования энергии и энергоносителей. Нормы подразделяются на дифференцированные и укрупненные. Дифференцированные (удельные) нормы устанавливают расход энергии по отдельным агрегатам, на отдельные детали и на другие единицы измерения продукции; укрупненные — расход по участку, цеху и предприятию на единицу или условную единицу продукции. К укрупненным нормам относится расход энергии на 1 т заготовок, комплект деталей на изделие, сборочную единицу или изделие, на 1000 руб. продукции. Технически обоснованные нормы определяются по операциям расчетным методом.

Общий расход энергии по предприятию G условно делится на две части — зависящую (переменную) $G_{3H.3}$ и не зависящую (постоянную) $G_{SH.H}$ от объемов выпускаемой продукции. В общем случае переменную часть составляет расход всех видов энергии на выполнение основных технологических операций, постоянную — расход на освещение, привод вентиляционных устройств, отопление, кондиционирование воздуха. Расход энергии по переменной части может быть определен укрупненно на основе времени работы оборудования или более точно — по сводным нормам. При первом методе оборудование группируется по условиям работы — времени использования, степени загрузки по мощности и другим факторам.

Потребность в энергии и энергоносителях определяется на основе балансового метода планирования. Для этих целей составляются сводные балансы и балансы по отдельным видам энергии и энергоносителей. В расходной части баланса показывается расчетная плановая потребность в энергии на всю производственную, хозяйственно-бытовую и непроизводственную деятельность предприятия, а в приходной — источники покрытия этой потребности — получение энергии и топлива от районных систем, выработка на собственных генерирующих установках предприятия, использование вторичных энергоресурсов. Перспективные балансы (на пять лет и более) служат основой для совершенствования и реконструкции энергетического хозяйства предприятия. Основной формой планирования энергоснабжения в настоящее время являются годовые энергобалансы. Наряду с плановым составляется отчетный баланс, который служит средством контроля за выполнением плановых показателей использования энергоресурсов и изыскания резервов.

Для учета колебаний в спросе различных видов энергии составляют суточные графики их потребления по календарным периодам (сезонам), которые служат основой для установления максимальной потребности на планируемый период и при разработке мероприятий по развитию энергетического хозяйства.

Основными направлениями совершенствования энергетических хозяйств машиностроительных предприятий являются: переход на централизованное энергоснабжение, их укрупнение, использование технически обоснованных норм расхода энергоносителей, применение экономичных энергоносителей, вторичных энергетических ресурсов, нетрадиционных видов энергии, внедрение рациональных методов организации ремонта и технического обслуживания оборудования и сетей, автоматизация управления производством и потреблением энергии.

Технико-экономические показатели энергетического хозяйства объединяются в четыре группы: производство и распределение энергии (например, удельный расход топлива на производство энергии), удельный расход энергии и энергоносителей (например, на 1 т годных отливок, на машину), себестоимость производства энергии, энерговооруженность.

3.5.4. Организация ремонтного хозяйства

Современные машиностроительные предприятия оснащаются дорогостоящим и разнообразным оборудованием, автоматизированными системами, роботизированными комплексами и ГПС. Для бесперебойной работы оборудования с заданными точностными характеристиками требуется систематическое техническое обслуживание его и выполнение ремонтных работ и мероприятий по технической диагностике.

Организационная и производственная структура ремонтных служб зависит от ряда факторов — типа и объемов производства, его технологических характеристик, развития кооперирования при выполнении ремонтных работ и др. В состав ремонтного хозяйства крупного машиностроительного предприятия входят ремонтно-строительный цех, выполняющий ремонт зданий и сооружений, подчиненный отделу или управлению

капитального строительства; электроремонтный цех (или мастерская), выполняющий ремонт энергооборудования и подчиненный главному энергетiku; ремонтно-механический цех, выполняющий ремонт технологического и других видов оборудования, изготовление сменных частей и находящийся в подчинении главного механика. Ремонтная база главного механика помимо ремонтно-механического цеха включает смазочное и эмульсионное хозяйство, склады оборудования и запасных частей. В крупных цехах есть также ремонтные базы или мастерские, находящиеся в ведении механика цеха.

На ремонтную службу предприятия возложены: паспортизация и аттестация оборудования, разработка технологических процессов ремонта и их оснащения, планирование и выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, модернизация оборудования, совершенствование организации труда работающих, занятых в этой службе.

Организация ремонтного хозяйства и техническое обслуживание оборудования базируются на системе планово-предупредительных ремонтов (ППР), разработанной в СССР и успешно применяемой как в отечественной промышленности, так и за рубежом. Некоторые основные положения этой системы установлены ГОСТ 18322—78.

Системой ППР оборудования называется совокупность запланированных организационных и технических мероприятий по уходу, надзору за оборудованием, его обслуживанию и ремонту. Основная цель этих мероприятий — предотвращать прогрессивно нарастающий износ, предупреждать аварии и поддерживать оборудование в состоянии постоянной готовности к работе. Система ППР включает техническое обслуживание и плановые ремонты — текущий и капитальный.

Техническое обслуживание — это комплекс операций по поддержанию работоспособности оборудования при использовании его по назначению, при хранении и транспортировании. В процессе технического обслуживания периодически повторяющиеся операции — осмотры, промывки, проверки на точность и др. — регламентированы, выполняются по заранее разработанному графику. Кроме того, производственные рабочие, слесари, электрики, смазчики повседневно наблюдают за состоянием оборудования, соблюдают правила его эксплуатации, устраняют возникающие мелкие неисправности. Некоторые операции регламентированного технического обслуживания могут быть совмещены по времени, например смена масла с осмотрами. Проверку точности оборудования выполняет персонал отделов технического контроля и главного механика.

Текущий ремонт производится в процессе эксплуатации оборудования. При этом виде ремонта заменяются и восстанавливаются отдельные части (детали, узлы) оборудования и выполняется регулировка его механизмов. Цель такого ремонта — обеспечить работоспособность оборудования до очередного планового ремонта. Капитальный ремонт осуществляют для восстановления оборудования (время простоя в ремонте в цикл не включается) Определяется он расчетным способом, по эмпирическим зависимостям от ряда факторов.

За единицу ремонтной сложности механической части принята ремонтная сложность условного оборудования, трудоемкость капитального ремонта которого в условиях среднего ремонтно-механического цеха составляет 50 ч, а за единицу ремонтной сложности электрической части оборудования — соответственно 12,5 ч. Категория сложности ремонта оборудования определяется по числу единиц сложности ремонта, присвоенных данной группе оборудования.

Трудоемкость определяется отдельно по механической и электрической части оборудования. Аналогично определяют потребность в материалах на все виды ремонтов и техническое обслуживание, используя нормы расхода материалов, которые устанавливаются также на единицу ремонтной сложности.

На основе показанных выше расчетов разрабатывают годовые графики ППР, определяют трудоемкость предстоящих работ и устанавливают штат ремонтного персонала

Ремонт и техническое обслуживание технологического оборудования на машиностроительных предприятиях осуществляют ремонтно-механические цехи и ремонтные службы цехов. В зависимости от доли работ, выполняемых производственными, ремонтно-механическими цехами и цеховыми ремонтными службами, различают три формы организации ремонта: централизованную, децентрализованную и смешанную. При централизованной форме все виды ремонта, а иногда и техническое обслуживание производит ремонтно-механический цех предприятия (РМЦ). При децентрализованной они выполняются силами цеховых ремонтных баз (ЦРБ). На этих же базах изготавливают новые и восстанавливают изношенные детали. При смешанной форме наиболее трудоемкие работы (капитальный ремонт, модернизация оборудования, изготовление запасных частей и восстановление изношенных деталей) проводится в РМЦ, а техническое обслуживание и текущие ремонты — силами ЦРБ, комплексными бригадами слесарей, закрепляемых за отдельными участками. С увеличением доли сложного, прецизионного и автоматического оборудования, с повышением требований к качеству продукции наметилась тенденция перехода от децентрализованной формы к смешанной.

Пути сокращения простоя оборудования в ремонтах — важная организационно-экономическая задача. Ее решение приводит к уменьшению парка оборудования (или к увеличению выпуска продукции), повышению коэффициента его использования. Время простоя оборудования в ремонте сокращается при узловом последовательно-узловом методах ремонта. При узловом методе ремонта отдельные узлы заменяются запасными (оборотными), заранее отремонтированными или новыми. Применение такого метода экономически целесообразно для ремонта одномодельного оборудования. При последовательно-узловом методе требующие ремонта узлы ремонтируются не одновременно, а последовательно, во время перерывов в работе станка (например, в нерабочие смены). Этот метод применим для ремонта оборудования, имеющего конструктивно обособленные узлы, которые могут быть отремонтированы и испытаны раздельно (конвейерное оборудование литейных цехов, автоматы, агрегатные станки). Внедрение узлового и последовательно-узлового методов ремонта является важнейшим условием проведения трудоемких ремонтов в выходные и праздничные дни, а в условиях массового, особенно автоматизированного, производства это единственный путь выполнения капитального и других видов трудоемких ремонтов без остановки производства.

Прогрессивным направлением организации ремонтного хозяйства является создание ремонтных баз на предприятиях — изготовителях оборудования. При такой организации предприятия-изготовители становятся более заинтересованными в совершенствовании конструкций изделий, повышении их ремонтпригодности и равноизносостойкости отдельных их частей. Особо важное значение имеет развитие фирменного ремонта такого оборудования как станки с ЧПУ, автоматизированные и роботизированные комплексы.

Важнейшая задача — добиться, чтобы все предприятия, эксплуатирующие оборудование, а также специализированные ремонтные предприятия были обеспечены запасными деталями. Все виды ремонтов выполняются за счет ремонтного фонда в соответствии с Законом СССР о государственном предприятии (объединении).

Основными направлениями совершенствования ремонтного хозяйства являются: внедрение прогрессивных методов, технологических процессов и организационных форм выполнения работ, применение современных средств технической диагностики состояния оборудования, комплексная механизация работ, внедрение типовых технологических процессов, заводская аттестация работ, специализация бригад ремонтников по типам оборудования.

3.5.5. Организация транспортного хозяйства

Машиностроительное производство связано с перемещением больших объемов материалов, полуфабрикатов, оснастки, отходов производства и других грузов. Необходима координация транспортных процессов с технологическими, обеспечение перевозок по внутривозовскому, внешнему кооперированию, снабжение предприятий сырьем, материалами, сбыт готовой продукции.

Перемещение грузов связано с выполнением больших объемов погрузочно-разгрузочных работ, механизация и автоматизация которых является одной из важнейших социальных задач по ликвидации тяжелого, малопривлекательного физического труда. Актуальными народнохозяйственными задачами является координация работы промышленного транспорта с магистральным железнодорожным, водным, автомобильным транспортом, широкое развитие контейнерных и пакетных перевозок грузов.

Транспорт подразделяют на внешний, межцеховой и внутрицеховой. Последний в свою очередь подразделяется на общецеховой и межоперационный. По способу действия все транспортные средства подразделяются на средства прерывного (циклического) и непрерывного действия, по направлению перемещения грузов — на горизонтальный (транспортеры, роулеры), вертикальный (подъемники, лифты), горизонтально-вертикальный (автопогрузчики, краны-балки, мостовые краны), наклонный (канатные и монорельсовые дороги).

Структура транспортного хозяйства зависит от объема внутривозовских и внешних перевозок, уровня кооперирования с транспортными организациями, производственной структуры предприятия, типа производства, габаритов и массы продукции. Все средства безрельсового транспорта независимо от места их использования концентрируются в общезаводском транспортном хозяйстве, оборудованном специальными устройствами хранения техники, ее заправки (зарядки), технического обслуживания и ремонта. На предприятиях крупносерийного и массового производства в условиях стабильных грузопотоков широкое применение находят средства непрерывного транспорта для межцехового перемещения грузов и особенно в качестве общецехового и межоперационного транспорта. Широко применяются различного рода транспортеры, монорельсовые пути, специальные транспортные устройства, встроенные в поточные и автоматические линии. Средства непрерывного транспорта и стационарное подъемно-транспортное оборудование (краны всех типов, штабелеры, подъемники и другие средства), а также службы, организующие их эксплуатацию, образуют транспортное хозяйство цехов. На крупных предприятиях, где в составе общезаводского транспортного хозяйства есть несколько цехов, организуется транспортный отдел, подчиненный непосредственно заместителю директора по снабжению и сбыту или заместителю по транспорту.

Рациональная организация перевозок строится на основе изучения грузооборота и грузопотоков в масштабе предприятия и его отдельных цехов и складов. Под *грузооборотом* понимается общее количество грузов, перемещаемое в единицу времени, например в течение смены, суток, месяца, года. Грузовым потоком называется объем грузов, перемещаемых в единицу времени между двумя пунктами. Грузооборот — сумма отдельных грузопотоков. На основе данных о мощности грузопотоков в тоннах и расстояниях между корреспондирующими пунктами определяют объем транспортной работы в тонно-километрах.

По данным шахматных таблиц, планировок цехов и генеральным планам предприятий составляют схемы (диаграммы) грузопотоков (рис. 3.33), а по грузообороту и грузовым потокам устанавливают тип и структуру парка транспортных и подъемно-транспортных машин, количество погрузочно-разгрузочных постов, вид маршрутов средств прерывного (циклического) действия — маятниковый или кольцевой, обеспечивающий большую загрузку транспортных средств.

Из всего многообразия перевозок в цехах особое внимание уделяется межоперационному перемещению объектов производства, которое должно осуществляться в точном соответствии с последовательностью протекания и ритмом производственного

процесса. В массовом и серийном производстве при межоперационных перемещениях широкое распространение получили средства непрерывного транспорта, различного рода транспортеры. На предприятиях этого типа средства непрерывного транспорта внедряются и для связи цеховых складов с рабочими местами, между отдельными участками. При высокой стабильности производства создаются предпосылки для организации перевозок напольным колесным транспортом по постоянным маршрутам и стабильным расписаниям (доставка оснастки, заготовок, вывоз готовой продукции, отходов и т. п.). В цехах единичного и мелкосерийного производства преимущественно используются транспортные средства циклического действия.

В гибких автоматизированных производствах применяются автоматизированные и автоматические транспортно-накопительные системы (АТНС). АТНС могут быть разных уровней: межцеховыми, цеховыми и локальными, обслуживающими отдельные производственные модули. К основному оборудованию, используемому для комплектации этих систем, относятся автоматические стеллажи и мостовые краны — штабелеры, транспортные и перегрузочные роботы, конвейерные устройства, перегрузочные и ориентирующие устройства, питатели, накопители, автоматические склады, транспортно-складская тара.

При выборе вида транспортных средств и установлении их типажа учитываются основные параметры грузового потока, требования к организации перевозок, организации и технологии обслуживаемого производственного процесса, возможности обеспечить высокую производительность и благоприятные условия труда обслуживающих рабочих.

Параметры транспортных средств на смежных участках должны быть согласованы между собой с целью комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ при переходе грузов с одного транспортного устройства на другое (например, с подвесного толкающего транспортера на рабочий конвейер или с захвата электропогрузчика на рабочее место). Для этого на предприятиях разрабатывают единые транспортно-технологические схемы, обеспечивающие стыковку отдельных звеньев транспортной сети предприятия и технологического оборудования.

3.5.6. Организация складского хозяйства

Задачи складского хозяйства заключаются в приеме, хранении, Учете материалов и регулировании уровня их запаса, подготовке готовой продукции к отправке потребителю. Важную роль в организации работы складов играет подготовка материалов к выдаче в производство путем организации заготовительных отделений. На складах выполняется большой объем погрузочно-разгрузочных работ, работ по перемещению материалов. Поэтому основным направлением в развитии складского хозяйства является комплексная механизация и автоматизация работ, улучшение использования складских помещений, а также организация материально-технического снабжения на основе оптовой торговли, внедрение систем материально-технического снабжения типа «точно вовремя» («джит» — США, «канбан» — Япония), которые значительно сокращают объем складских запасов.

По функциональному назначению склады подразделяются на заводские и цеховые. Так, в составе складов машиностроительного завода могут быть центральный материальный склад (главный магазин), склад металлов (или склады по видам металлов), склад изделий смежных производств, склад запасных частей и оборудования, склад шихты и формовочных материалов.

Устройство и оснащение складов зависят от ряда факторов. Определяющие из них — грузооборот, длительность хранения, вид применяемой тары, объем и частота поставок и отправок, вид используемого подвижного состава. В зависимости от этих факторов материалы и готовые изделия могут храниться на специально оборудованных открытых площадках, под навесами, в отапливаемых и неотапливаемых помещениях. Например,

склады тарных и штучных грузов размещают, как правило, в закрытых специально оборудованных помещениях. Тарные и штучные грузы хранятся на стеллажах, в штабелях, в контейнерах, на поддонах с многоярусной установкой. Могут храниться материалы на аккумуляторных устройствах средств непрерывного транспорта.

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ и внутри складских операций применяют различные устройства и машины: краны-штабелеры, электропогрузчики, кран-балки и мостовые краны, электрокары и различного рода средства непрерывного транспорта. Для комплексности механизации используют быстродействующие автоматические стропы и захваты. В последние годы получили развитие автоматизированные склады тарно-штучных грузов, оборудованные системами машин, обеспечивающими транспортировку, установку и поиск материалов по специальным программам с использованием роботов. Автоматизированные склады являются неотъемлемой частью автоматизированно-транспортных систем ГАП. По конструкционным особенностям различают следующие типы автоматизированных складов: с клеточными стеллажами и автоматическим стеллажным краном-штабелером, автоматическим мостовым краном-штабелером, с гравитационными стеллажами и автоматическими стеллажными каретками-операторами, с автоматическими элеваторными стеллажами, автоматические подвесные склады.

Основные направления совершенствования работы транспортного и складского хозяйства — это улучшение структуры парка подъемно-транспортных и транспортных машин, внедрение транспортных и складских систем с автоматическим адресованием грузов, автоматизированных складов, автоматизированных контейнерных площадок, совершенствование организации перевозок и складских процессов.

К технико-экономическим показателям работы транспортного и складского хозяйств относятся: удельный вес транспортно-складских расходов в себестоимости продукции, себестоимость перевозки грузов; затраты на машино-час работы транспортного средства или подъемно-транспортной машины, себестоимость складского хранения 1 т груза и др.

В подсистеме АСУП техническое обслуживание производства и управление процессами обслуживания рассматривается как неотъемлемая часть управления всей системой производственных процессов предприятия. Подсистема состоит из ряда подсистем более низкого уровня: инструментального, ремонтного, энергетического, транспортного и складского обслуживания. В них решаются задачи планово-учетного характера, календарного планирования и регулирования хода производственных процессов, а также обеспечивается их координация с процессами основного производства. Так, в подсистеме «Инструмент» определяется потребность в оснастке, и формируются планы ее производства, ведется учет и анализ выполнения плана, осуществляется календарное планирование работы инструментального хозяйства, устанавливаются и регулируются уровни запасов.

4. НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ОПЛАТА ТРУДА

4.1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЦИАЛИСТИЧ. ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА

4.1.1. Разделение и кооперация труда

Содержание труда рабочего определяется его функциональным назначением, сложностью и разновидностью выполняемых процессов, техническим уровнем применяемых средств и орудий труда. Данные о характере и содержании труда необходимы для правильного его разделения и кооперации. Под разделением труда понимается обособление разных видов труда и закрепление их за участниками производственного процесса. Цель разделения труда — выпуск в установленные сроки высококачественной

продукции с наименьшими затратами труда и материальных ресурсов. Разделение труда сокращает производственный цикл за счет одновременного выполнения различных работ и повышает производительность труда в результате специализации и более быстрого приобретения работниками производственных навыков и знаний.

По содержанию труда и назначению выполняемых работ коллектив предприятия подразделяется на рабочих (основных вспомогательных), учеников, инженерно-технических работников, служащих, младший обслуживающий персонал и работников охраны.

Наиболее распространенными формами разделения труда в предприятиях (в объединениях) являются:

1) операционное разделение труда, обусловленное расчленением процесса производства на составные части с соблюдением определенных технических и экономических требований (высокая точность обработки, рациональное использование оборудования, оснастки и т. д.);

2) профессионально-квалификационное разделение труда, осуществляемое с учетом специальности работников и сложности выполняемой ими работы, чтобы отделить квалифицированный труд от менее квалифицированного;

3) постадийное разделение труда между работниками, занятыми на разных стадиях производства продукции, цель которого достичь одинаково высокой производительности при выполнении каждого вида работ — заготовительных, сборочных, сварочных и др.), а также оптимизировать численность работников по профессиям и специальностям в производственном процессе;

4) функциональное разделение труда — распределение всего комплекса работ между различными категориями работников в зависимости от характера участия их в производственном процессе и выполняемых функций (закрепление работ, технологических процессов, технической подготовки производства, технического обслуживания и управления за конкретными исполнителями).

Разделение и кооперация труда ИТР и служащих производится с учетом структуры управления предприятием (объединением) и входящими в него производственными подразделениями, а также типовых структур, нормативов численности и типовых штатов, утвержденных министерствами.

Различают функциональное разделение труда — распределение ИТР и служащих по структурным подразделениям; разделение труда по видам деятельности — группирование ИТР и служащих по характеру выполняемой работы или

по содержанию процесса труда (расчетчики, проектировщики, подготовители информации и т. д.), а также разделение труда по сложности и ответственности выполняемых работ — по должности в пределах каждой группы.

При профессионально-квалификационном разделении труда-ИТР и служащих необходимо отличать понятие «должность» от понятия «специальность» работника. Должность определяется компетентностью работника, его правами, обязанностями и ответственностью.

Специальность — это род трудовой деятельности, требующей определенных знаний и трудовых навыков. Разделение труда тесно связано с его кооперацией, т. е. объединением многих исполнителей для планомерного и совместного участия в одном или разных, но связанных между собой процессах труда. Кооперация труда позволяет достичь наибольшей согласованности между действиями отдельных работников или групп работников, выполняющих различные трудовые функции. Одной из важнейших форм кооперации труда является бригада — первичная производственная и социальная ячейка коллектива работников, совместно выполняющих плановое задание и несущих коллективную

и индивидуальную ответственность за результаты своего труда. Деятельность производственной бригады регламентируется Положением о производственной бригаде,

составленным на основе типового положения, утвержденного Госкомтрудом СССР и ВЦСПС.

В зависимости от характера выполняемых технологических процессов и профессионального состава рабочих производственные бригады подразделяются на специализированные и комплексные.

Специализированные бригады состоят обычно из рабочих одной профессии, выполняющих однородную технологическую операцию по одному наряду в одну смену (бригады разметчиков, резчиков, вальцовщиков, штамповщиков и др.). Создаются эти бригады в случаях, когда операционное, функциональное и квалификационное разделение труда, лежащее в основе организации бригад, обеспечивает достаточную загрузку исполнителей узкоспециализированной работой. В специализированных бригадах при стабильных производственных условиях сравнительно высокая производительность труда. В единичном и мелкосерийном производствах неравномерная загрузка рабочих бригад отрицательно сказывается на величине этого показателя. Специализированные бригады из операторов и наладчиков или только из наладчиков широко используются на эксплуатации автоматических линий.

Комплексные бригады комплектуются из рабочих различных профессий, выполняющих технологически разнородные работы, но взаимосвязанные между собой, например бригада, состоящая из газорезчиков, нагревальщиков, штамповщиков и укладчиков на участке горячей штамповки. Комплексные бригады создаются преимущественно на участках с предметной специализацией, где достижение наибольшей эффективности труда требует согласованности действий рабочих разных профессий. Комплексные бригады целесообразны также в цехах с комплексно-механизированным и автоматизированным производством, при организации предметно-замкнутых производств, охватывающих заготовительные, обрабатывающие, сборочные, сварочные и отделочно-покрасочные процессы.

В зависимости от периода работы исполнителей специализированные и комплексные бригады могут быть сменными и суточными (сквозными). В первом случае вся бригада работает в одной смене, во втором — в разных сменах по единому наряду. При поточно-механизированном и автоматизированном производствах целесообразно объединять всех работающих на поточной линии в единую комплексную бригаду. В условиях ГАП в составе комплексных бригад преобладают (до 90% и более) работники высокой квалификации, осуществляющие техническое обслуживание, наладку, перенастройку оборудования, транспортной системы, средств автоматического регулирования технологических режимов, контрольных аппаратов и приборов. Численность таких бригад определяется с учетом опытных и заводских данных по нормам обслуживания, совмещения профессии, периодичности выполнения работ, их сложности, трудоемкости, требований к точности и качеству исполнения. С учетом социально-психологических требований минимальная численность бригады рекомендуется в пределах 10—15 человек, а максимальная — примерно 25—40 человек. При выборе количественного состава кроме чисто производственных факторов учитываются:

возможность ослабления морального воздействия коллектива и общественного мнения на отстающих работников;

возникновение трудностей в организации воспитательной и идейно-политической работы;

ограничение непосредственных контактов бригадира с членами бригады по вопросам использования резервов роста индивидуальной производительности труда, качества выполняемой работы, овладения передовым опытом и т. д.

Все это может отрицательно сказаться на конечных результатах работы бригады.

Особый подход требуется к организации бригад, работающих на единый наряд. Они являются, как правило, комплексно-сквозными хозрасчетными бригадами и олицетворяют собой не только коллективную форму организации труда, но и главное звено

хозяйственного механизма. За ними закрепляются производственные площади, оборудование, оснастка, средства механизации и автоматизации с возложением полной ответственности за их состояние и использование.

Для управления бригадами и организации их работы создаются советы бригад, связанные непосредственно с советами бригадиров цехов и заводским советом бригадиров. Они имеют право утверждать коэффициенты трудового участия членам бригады для организации их заработной платы и материального стимулирования труда (см. гл. 4.4).

Основными преимуществами бригадной формы организации и стимулирования труда как качественно новой системы организации труда в рамках предприятия («Калужский вариант») являются:

рабочее самоуправление на всех участках: бригадном (общее собрание, совет бригады), цеховом (совет бригадиров цеха), заводском (совет бригадиров предприятия), — которое развивает творческую инициативу и обеспечивает постоянный поиск прогрессивных путей успешного выполнения плановых заданий; рациональное планирование и конкретная оценка работы коллективов (бригад) с использованием сквозной планово-учетной единицы — бригадокомплекта, — позволяющей оценивать конечные результаты всех бригад и формировать фонды их заработной платы в зависимости от достигнутых результатов;

материальное стимулирование рабочих в зависимости от трудового вклада в конечный результат первичного коллектива бригады) с использованием КТУ.

Хотя в целом «Калужский вариант» является важным элементом производственного механизма, но исключительно на уровне предотраслевой и народнохозяйственный хозяйственный механизм лежит за сферой влияния бригадной формы оплаты и стимулирования труда. Новой формой организации и стимулирования труда, возникшей на основе Новосибирского эксперимента, является коллективный подряд, который отличается от бригадной формы оплаты и стимулирования труда прежде всего тем, что для определения фонда оплаты труда коллектива устанавливается долгосрочный стабильный норматив оплаты на единицу продукции или работы. Эти нормативы являются элементом хозяйственного механизма на уровне отрасли, народного хозяйства.

Особенность коллективного подряда состоит и в расширении рабочего самоуправления. Так, управление комплексной бригадой, включающей несколько (пять и более) технологических бригад-звеньев, осуществляется советом бригады из пяти бригадиров и пяти рабочих (по одному от каждой бригады). Совет возглавляет обычно старший мастер,

имеющий совещательный голос. Совет решает все производственные, кадровые вопросы и вопросы дисциплины, внедрения новой техники, технологии и передового опыта, распределения социальных благ и материального стимулирования. Решение вопросов оперативно-производственного управления возложено на мастеров смен. Что касается внутризаводского планирования, то оно изменилось несущественно; сквозной планово-учетной единицей является бригадо-комплект (участкокомплект).

Существенное преимущество коллективного подряда состоит в привлечении ИТР к работе непосредственно в подрядных коллективах. Это позволяет решить вопрос инженерного обеспечения производственной деятельности подрядных коллективов.

Материальное стимулирование ИТР в этих коллективах поставлено в прямую зависимость от их личного трудового вклада в конечный результат. Таким образом, бригадная форма организации и стимулирования труда и коллективный подряд переросли в систему управления производством предприятий (объединений), стали их основными структурными подразделениями. Это привело к изменению схемы планирования производства, переходу от существовавшей ранее цепочки «завод — цех — участок — бригада» к новой — «завод — бригада — цех». Бригадам рассчитываются лимиты

их загрузки на год, квартал, месяц исходя из плановой их численности $R_p \cdot B_r$, планового полезного фонда рабочего времени на одного работника $F_u \cdot r$ и планового уровня

производительности труда (нормо-часы), т. е. из произведения этих величин (Рп.-бр.Го.р.фв)- изменения в деятельности предприятий (объединений) в связи с внедрением коллективного подряда должны исходить из постановления Госкомтруда СССР и Секретариата ВЦСПС о Новосибирском эксперименте от 25 ноября 1984 г.

К числу важных предпосылок совершенствования коллективного подряда могут быть отнесены:

строгое соблюдение установленных нормативов, недопущение случаев, когда они пересматриваются в административном порядке;

четкая и конкретная формулировка в договорах коллективного подряда прав и ответственности сторон;

наиболее полное отражение в договорах особенностей решения специфичных для данных условий производства вопросов (использование передовой техники, технологии, высвобождение или качественная переподготовка

работников и т. д.);

повышение роли КТУ в распределении заработной платы по конечному результату (устранить субъективный, волевой способ его установления);

он должен существенно различаться при плохой, удовлетворительной и отличной работе членов бригады, увеличиваться по мере возрастания значимости коллектива бригады в выпуске высококачественной продукции с наименьшими затратами трудовых и материальных ресурсов.

Совмещение профессий — это выполнение одним работником разнотипных функций и работ при овладении им несколькими профессиями и специальностями. Оно характерно как для индивидуальной, так и для комплексной (бригадной) организации труда основных и вспомогательных рабочих, конструкторов, технологов. Оно позволяет рационально использовать рабочее время на основе уплотнения рабочего дня, выполнять работы с меньшим количеством исполнителей, ограничить число запасных рабочих на конвейерных линиях, сократить простои оборудования; повысить квалификацию, обеспечить взаимозаменяемость, расширить производственные возможности работников;

устранить однообразие и монотонность труда рабочих на поточных линиях.

4.1.2. Требования НОТ к техническим параметрам и эксплуатационным характеристикам оборудования и производственной среды

Основное технологическое оборудование, технологическая оснастка, транспортные средства и контрольно-измерительная аппаратура разрабатываются с учетом требований, предъявляемых НОТ к их техническим параметрам и эксплуатационным характеристикам. Наиболее существенные из них — достичь высокого уровня механизации и автоматизации технологических процессов, обеспечить высокую точность операций, облегчить труд рабочих-операторов, непосредственно участвующих в производственном процессе. При этом технологическое оборудование должно отличаться высокой надежностью и функционировать непрерывно и высокопроизводительно. Необходимо соблюдать и такие требования НОТ к оборудованию, как приспособленность его к типовым планировкам рабочих мест, к обслуживанию наиболее совершенными транспортными средствами и технологической оснасткой, к передовым методам технического обслуживания и ремонта; возможность механизации удаления отходов;

удобство размещения по высоте, фронту и глубине органов управления (рукоятки, кнопки, рычаги, педали и т. д.);

обеспечение удобной рабочей позы, простоты и доступности пользования контрольно-измерительными приборами, санитарно-гигиенические требования.

Применительно к вспомогательному оборудованию НОТ требует снизить затраты энергии и утомляемость рабочих;

обеспечить удобство оборудования в эксплуатации, соответствие его антропометрическим данным рабочего.

Транспортное оборудование должно быстро и своевременно перемещать обрабатываемые объекты к рабочей зоне, удалять из нее изготовленную продукцию и отходы. Для того чтобы конструкция транспортных средств обеспечивала удобство регулирования их по высоте, возможность поворота, устойчивость положения, устройства для установки, выравнивания, перемещения и снятия изготавливаемых объектов (манипуляторы, вращатели, кантователи) следует максимально автоматизировать.

Технологическая оснастка должна позволять правильно расположить, надежно и быстро закрепить изготавливаемые объекты, осуществлять их многоместную, многопозиционную и непрерывную обработку. Необходимо, чтобы конструкция режущего инструмента обеспечивала точную настройку, наладку, установку на размер вне станка, возможность компоновки в многолезвьевые блоки (комплекты), а конструкция рукояток рабочего инструмента — соприкосновение с ней большей частью поверхности ладони руки рабочего. Все требования НОТ должны обеспечить безопасную и привлекательную работу с систематическим ростом производительности труда, повышением качества продукции, снижением производственных затрат. Особо следует подчеркнуть важность соблюдения требований НОТ к техническим параметрам и эксплуатационным характеристикам современного оборудования, включая машины с ЧПУ, многофункциональные агрегаты, обрабатывающие центры, роботы. Эти требования предопределяются необходимостью:

- автоматизировать все стадии производства продукции, чтобы изменить содержание и характер труда различных категорий рабочих и повысить его производительность;

- создать предпосылки для широкого применения безлюдных технологий и производств (безлюдных цехов и заводов), которые дают значительную экономию трудовых ресурсов и позволяют успешно решать многие социальные проблемы; проводить постоянное диагностирование автоматически действующих систем машин, что позволит своевременно выявлять отклонения их от нормального рабочего состояния, существенно стабилизировать качество изготавливаемой продукции и сократить количество высококвалифицированных контролеров;

- повышать ремонтпригодность, надежность и конструктивную взаимозаменяемость элементов отдельных единиц оборудования и систем машин;

- механизировать и автоматизировать ремонтные работы, повысить их качество и сократить сроки выполнения.

Требования НОТ к техническим параметрам оборудования, используемого в комплексно-автоматизированном производстве, выражаются в сочетании высокой производительности каждой единицы его с принципами гибкости. Это дает возможность автоматически перенастраивать оборудование (по заданной программе), исключая напряженный и утомительный труд рабочих-наладчиков, а также обеспечит согласованное функционирование машин с ЧПУ, автоматических транспортных средств, ПР, координатно-измерительных машин.

Это исключает для рабочих необходимость выполнять сложные и точные операции подналадки систем машин, регулировать режимы, фиксировать, перемещать и контролировать качество объектов, обрабатываемых обычно высокими темпами, приводящими к утомляемости рабочих, неточностям и ошибкам в работе, и освобождает человека от непосредственного участия в производственном процессе.

Наиболее важными требованиями к конструкциям машин и оборудования являются требования эргономики, в которой рабочий (оператор) рассматривается как главное звено в системе «человек — машина».

В эргономике на основе данных антропологии, биомеханики и инженерной психологии разрабатываются рекомендации создателям и проектировщикам новой техники

по достижению максимального соответствия ее возможностям человека и прогрессивным методам организации трудовых провесов при использовании и обслуживании машин и оборудована.

Различают антропометрические, биомеханические и инженерно-психологические требования эргономики к конструкциям

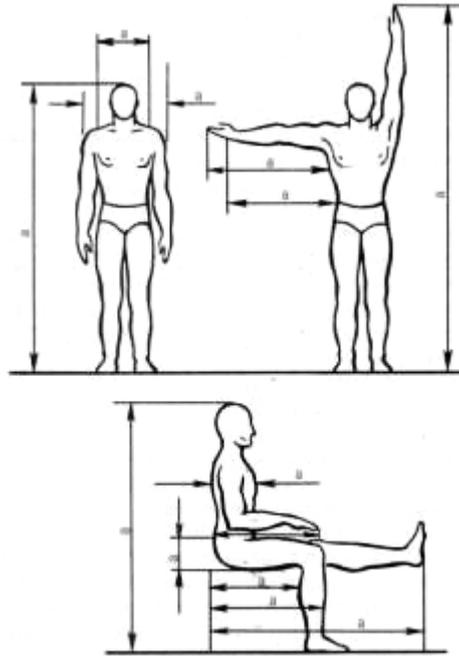


Рис. 4.2. Антропометрические характеристики человека:
а — размеры, учитываемые при конструировании машин и оборудовании

машин и оборудования. Антропометрические требования непосредственно связаны с особенностями человеческого тела, т. е. с его ростом, размерами органов, участвующих в выполнении трудового процесса, а также в принятии необходимых рабочих положений и поз. Отработка антропометрических требований к конструкциям машин и оборудования производится при испытаниях опытных образцов, макетировании и моделировании. Прежде всего решаются вопросы рационального размещения органов управления машиной (агрегатом) с учетом досягаемости их для рук, и определяются целесообразные рабочие позы оператора. При этом используются разработанные НИИТруда справочные материалы и нормативы.

Размеры досягаемости рук и возможное разнообразие рабочих поз характеристики, предопределяющие особенности рабочих зон. Позы работника определяются исходя из габаритов и массы изделия, схемы перемещений и предусмотренных по технологии положений работника при выполнении трудового процесса, возможности наблюдать за ходом технологического процесса, корректировать режимы и т. д.

Практикой установлено, что при изготовлении объектов до 5 кг удобнее работать сидя, при массе 5—10 кг возможна работа сидя и стоя, а свыше 10 кг — легче работать стоя. Для снижения утомляемости работника и более рациональной нагрузки его мышц рекомендуется применять комбинированную позу (работа выполняется и сидя, и стоя).

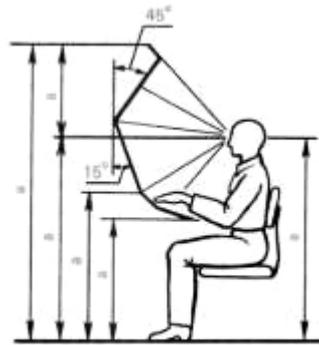


Рис. 4.3. Размеры, определяющие оптимальное положение оператора за пультом управления

На рис. 4.2. представлена антропометрическая характеристика человека с размерами a , учитываемыми при

конструировании машин и оборудования и при определении оптимального положения оператора за пультом управления. Рабочая зона должна быть оптимальной (рис. 4.3), т. е. определяться дугами, описываемыми при вращении каждой руки работника в локтевом суставе. Максимальная зона ограничивается дугами, описываемыми каждой вытянутой рукой работника при ее повороте в плечевом суставе. В той и другой зоне должны размещаться только основные и наиболее часто используемые и аварийные органы управления. Механика трудовых движений изучается биомеханикой. При этом трудовые движения подразделяются по возрастанию их сложности, напряженности и утомляемости работников на следующие характерные виды: движения пальцев; пальцев и запястья; пальцев, запястья, предплечья и плеча; пальцев, запястья, предплечья, плеча и корпуса.

При проектировании машин и оборудования часто предпочтение отдается первым трем видам движений. По данным биомеханики производится также оптимизация траектории направления и скорости выполнения трудовых движений. производственных систем. Важно создать так и для манипулирования органами управления.

В инженерной психологии анализируются функции человека в системах управления, возможности и способности его

принимать и перерабатывать информацию, определяется надежность человека при выполнении возложенных на него функций.

В результате добиваются, чтобы работник в системе «человек — машина» проявлял наиболее полно свои достоинства (сильные стороны), а машина компенсировала бы проявление его недостатков (слабых сторон).

В инженерной психологии определяются размещение, типы и конструкция органов управления и контроля.

Постановлением Совета Министров СССР и ВЦСПС «О мерах по дальнейшему развитию и повышению эффективности бригадной формы организации и стимулирования труда в промышленности» предусматривается возможность вводить ряд доплат в пределах установленного фонда заработной платы. Разновидностью коллективных систем оплаты труда является аккордная система, при которой расценки устанавливаются

не на отдельные операции, а на установленный комплекс работ с определением срока их выполнения. Естественно, ее применение оправданно, во-первых, в условиях, когда оплата труда производится по конечному результату, например при бригадном подряде, а во-вторых, только при наличии технически обоснованных норм, на основе которых определяется расценка на комплекс работ. Отсутствие этих условий, как правило, приводит к превышению роста заработной платы по сравнению с ростом производительности труда, существенному уменьшению стимулирующей роли заработной платы и к перерасходу ее

фонда. Типовое положение о коллективном подряде на производственных участках объединений, предприятий и организаций, утвержденное Госкомтруда СССР и ВЦСПС в 1987 г., предусматривает оплату по конечному результату, т. е. за полностью завершенный объем работ, изготовленную и принятую ОТК или заказчиком продукцию. Средства на оплату труда подрядного участка включают основную заработную плату, формируемую по нормативам на конечный результат работы, и премий из фондов заработной платы и материального поощрения. При этом премии, выплаченные отдельному работнику в пределах общей суммы премиальных средств, начисленных подрядному коллективу, максимальными размерами не ограничиваются.

Разумное сочетание моральных и материальных стимулов к труду, гласность стимулирования — важные факторы в улучшении показателей производства, его интенсификации.

5. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

5.1. СТРУКТУРА ПЕРСПЕКТИВНОГО И ГОДОВОГО ПЛАНОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

5.1.1. Система планов развития предприятия (объединения)

Государственные предприятия (объединения) как первичные звенья социалистической промышленности осуществляют свою производственно-хозяйственную деятельность в соответствии с государственными плановыми заданиями и заказами. Основой планов предприятия являются научно-технические, экономические и социальные прогнозы.

По характеру задач и способам их решения внутрипроизводственное планирование подразделяется на технико-экономическое и оперативно-производственное. Техничко-экономическое планирование определяет, направляет и организует производственно-хозяйственную деятельность предприятия (объединения) и его подразделений на различные, относительно продолжительные, периоды времени. Задачи технико-экономического планирования состоят в том, чтобы определить основные направления развития предприятия и его подразделений, установить объемы производства и другие показатели работы предприятия и его подразделений, рассчитать потребность в трудовых, материальных и финансовых ресурсах, необходимых для выполнения планового задания, подвести итоги и определить результаты, производственно-хозяйственной деятельности предприятия и его подразделений.

Техничко-экономическое планирование составляет основу оперативно-производственно планирования. В зависимости от планового периода времени технико-экономическое планирование подразделяется на перспективное и текущее. Перспективное планирование включает разработку долгосрочных на 10—15 лет и пятилетних планов предприятия;

Текущее планирование заключается в разработке годовых планов производственно-хозяйственной деятельности предприятия (техпромфинпланов).

Долгосрочные планы разрабатываются в виде основных направлений экономического и социального развития предприятия (объединения), содержащих перспективную плановую программу повышения организационно-технического и экономического уровня производства, технического уровня выпускаемой продукции, развития капитального строительства, повышения эффективности производства и производительности труда, социального развития коллектива трудящихся.

Пятилетний план является основой системы планов предприятия, а пятилетний период — основным плановым периодом, определяющим производственно-хозяйственную

деятельность предприятия. Годовые планы уточняют и конкретизируют задание пятилетнего плана на соответствующий год пятилетки.

При разработке планов стремятся обеспечить взаимосвязь централизованного руководства с хозяйственной самостоятельностью предприятий при неуклонном совершенствовании централизованного начала и расширении самостоятельности предприятия.

Постановлением Верховного Совета СССР от 30 июня 1987 г. «О перестройке управления народным хозяйством на современном этапе экономического развития страны» намечена научно обоснованная программа совершенствования системы управления и планирования, предусматривающая широкую демократизацию управления народным хозяйством, расширение самостоятельности предприятий, перевод их на принципы полного хозрасчета, самофинансирования и самоуправления.

Качественно преобразуются планирование и система экономического стимулирования.

Хозяйственный расчет и самофинансирование, резко повышая ответственность коллективов за итоги своей работы, предполагают коренные изменения в характере планирования деятельности предприятий.

Закон о государственном предприятии (объединении) устанавливает, что планирование деятельности предприятия осуществляется в соответствии с принципом демократического централизма на научной основе, при широком участии трудового коллектива в разработке и обсуждении планов.

Принципиально новым становится то, что предприятия не только разрабатывают, но и сами утверждают пятилетние планы своего экономического и социального развития,

а на их базе — годовые планы. Государственное планирование в новых условиях хозяйствования направлено на выработку перспективной стратегии, определение основных приоритетов и целей развития экономики.

Государственное воздействие на процесс планирования предприятия обеспечивается экономическими методами — посредством использования таких инструментов планирования, как контрольные цифры, государственные заказы, долговременные стабильные экономические нормативы и лимиты, углубляющие хозяйственную самостоятельность и вместе с тем ориентирующие предприятия на достижение народнохозяйственных целей. Контрольные цифры отражают общественную потребность в продукции предприятий и минимальные требования к уровню эффективности производства. Состав контрольных цифр ограничен, они не носят директивного характера.

Государственные заказы выдаются на производство только важнейших видов продукции, обеспечивающих ускорение научно-технического прогресса, решение общегосударственных, социальных проблем, укрепление обороноспособности и экономической независимости страны, выполнение научно-технических программ.

Государственные заказы обязательны для включения в план, но в отличие от прежних заданий они не заполняют целиком производственную программу предприятий. Часть номенклатуры производственной программы формируется предприятием самостоятельно, на основе прямых хозяйственных связей с потребителями.

Экономические нормативы прямо связывают размеры дохода и фондов предприятия с результатами его деятельности, регулируют взаимоотношения с бюджетом. Нормативы должны быть активным стимулятором производства, объединяющим интересы предприятия с интересами общества.

Особенность планирования в новых условиях хозяйствования — наличие стройной системы долгосрочных, пятилетних и текущих планов, предусматривающей определенный порядок их разработки и состав исходных данных. Хозяйственно-политической платформой долгосрочного развития народного хозяйства становится концепция экономического и

социального развития страны на 15-летний период. При этом укрепляются научные основы выбора оптимального варианта, обеспечивается глубокая проработка перспектив развития народного хозяйства.

На базе концепции подготавливаются основные направления развития страны на 15-летнюю перспективу, призванные материализовать в конкретных цифрах и заданиях экономическую стратегию партии.

Основные направления разрабатываются по пятилетним периодам, определяя тем самым ступени экономического роста. Разработка пятилетнего плана начинается снизу, с предприятий, на основе общих исходных данных планирования — государственного заказа, контрольных цифр, нормативов и лимитов.

Годовые планы разрабатываются на основе пятилетних планов. Предприятия самостоятельно определяют свое развитие на каждый год пятилетки. В новых условиях хозяйствования начиная с тринадцатой пятилетки признано необходимым отказаться от утверждения годовых планов на уровне народного хозяйства. В процессе составления плана предприятие решает с соответствующими организациями вопросы

материально-технического обеспечения ресурсами и подрядными строительномонтажными

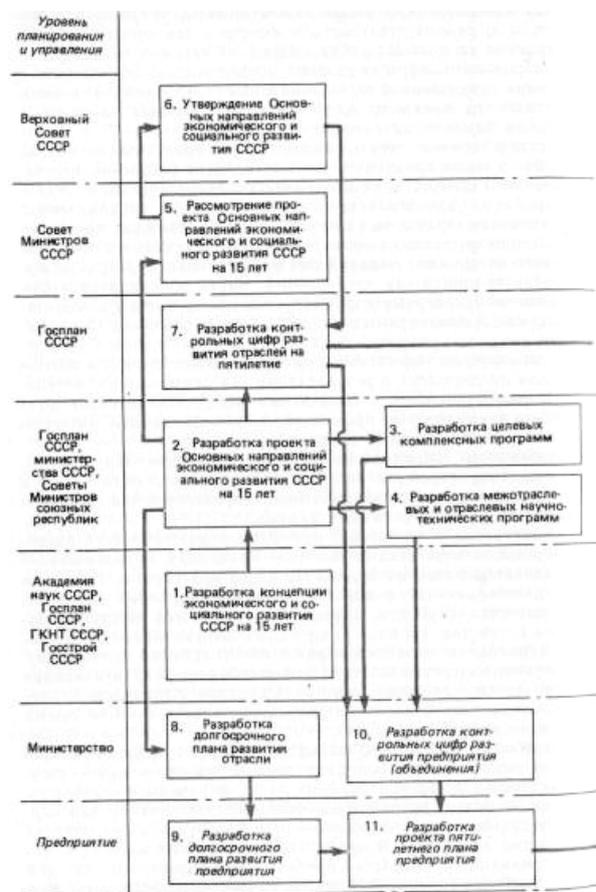


Рис. 5.1. Повидок составления пятилетних и годовых планов предприятия

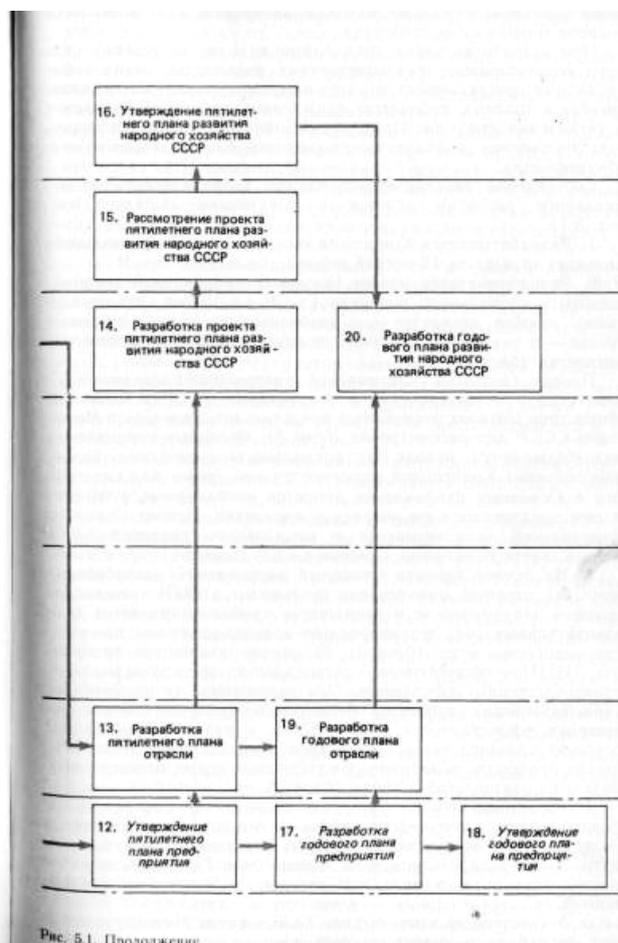


Рис. 5.1. Продолжение

работами, заключает договоры на производство и поставку товаров народного потребления.

При разработке плана предприятие исходит из условия полного использования производственных мощностей,

научно обоснованных прогрессивных нормативов затрат труда, материалов, энергии и топлива, добивается снижения

издержек производства и увеличения прибыли. Предприятие обязано соблюдать плановую дисциплину и полностью выполнять планы и договорные обязательства.

Составление перспективных планов экономического и социального развития ведется в следующем порядке (см. рис. 5.1).

1. Разрабатывается Концепция экономического и социального развития страны на 15-летний период (блок 1).

2. Разрабатывается проект Основных направлений экономического и социального развития СССР на 15 лет (по пятилетиям): первое пятилетие—с разбивкой по годам, второе и третье — с указанием основных показателей на последний год пятилетки (блок 2).

Проект Основных направлений составляет Госплан СССР совместно с министерствами и ведомствами СССР и Советами Министров союзных республик и представляет его в Совет Министров СССР для рассмотрения (блок 5).

Основные направления разрабатываются исходя из социально-экономических задач, определенных Концепцией развития страны. Через каждые пять лет в Основные направления вносятся необходимые уточнения и они продлеваются на

очередное пятилетие. Проект Основных направлений экономического и социального развития СССР утверждается Верховным Советом СССР (блок 6).

3. На основе проекта Основных направлений разрабатываются:

а) целевые комплексные программы (ЦКП), решающие крупные экономические и социальные проблемы: развитие производительных сил, территориально-производственных комплексов, энергетики и др. (блок 3);

б) научно-технические программы (НТП) — общесоюзные, региональные и территориально-производственных комплексов.

Они направлены на решение научно-технических проблем, обеспечивающих существенное повышение эффективности производства и качества продукции: освоение производства новой техники, прогрессивных технологических процессов,

экономичных материалов, новых методов организации производства и труда (блок 4).

4. На основе проекта Основных направлений Госплан СССР разрабатывает контрольные цифры по основным показателям и экономическим нормативам развития отраслей и республик на пятилетие с распределением по годам (блок 7) и доводит их до министерств и ведомств СССР и Советов Министров союзных республик.

5. Министерства и ведомства СССР, Советы Министров союзных республик разрабатывают и доводят контрольные цифры до объединений, предприятий и организаций в течение месяца после получения их от Госплана СССР (блок 10).

6. Пятилетние планы экономического и социального развития разрабатываются снизу, от предприятий.

Предприятия, руководствуясь государственными заказами, контрольными цифрами, нормативами, лимитами, разрабатывают проекты пятилетних планов экономического и социального развития с распределением заданий по годам (блок 11). При этом предприятия совместно со сбытовыми организациями проводят предварительную

работу с потребителями и поставщиками по определению номенклатуры (ассортимента) продукции для заключения хозяйственных договоров. Пятилетний план утверждается самим предприятием (блок 12).

6. Министерства и ведомства СССР и Советы Министров союзных республик на основе контрольных цифр и пятилетних планов предприятий разрабатывают пятилетние планы по отраслям и республикам с распределением по годам (блок 13) и представляют их в Госплан СССР.

7. Госплан СССР с учетом пятилетних планов отраслей и союзных республик разрабатывает проект государственного

пятилетнего плана экономического и социального развития СССР с распределением по годам (блок 14) и представляет его в Совет Министров СССР (блок 15). Проект государственного пятилетнего плана экономического и социального развития СССР утверждается Верховным Советом СССР (блок 16).

Годовые планы экономического и социального развития также разрабатываются снизу — от предприятий. Вначале разрабатывается проект годового плана предприятия (блок 17), затем годовой план утверждается (блок 18). Проекты годовых планов отраслей и союзных республик разрабатываются на основе заданий пятилетних планов, установленных на очередной год, и годовых планов предприятий (блок 19).

Государственный план экономического и социального развития СССР на предстоящий год разрабатывается Госпланом СССР (блок 20) исходя из заданий пятилетнего плана на очередной год и годовых планов отраслей и союзных республик и представляется в Совет Министров СССР. Пятилетний план определяет экономическое и социальное развитие предприятия на пять лет с разбивкой по годам пятилетки. Задания по годам пятилетки устанавливаются нарастающим итогом с начала пятилетки в виде количественных и качественных показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятия,

в том числе по объему производства и Реализации продукции, номенклатуре выпускаемой продукции, повышению организационно-технического и экономического уровня производства и технического уровня выпускаемой продукции, объему капитальных вложений и капитальному строительству, материально-техническому обеспечению,

производительности труда, рентабельности продукции и производства, экономическому стимулированию и социальному развитию предприятия. Оценка выполнения пятилетнего плана также ведется нарастающим итогом с начала пятилетки. Пятилетний план составляется на основе научно обоснованных технико-экономических норм и нормативов по видам работ, сырья, материалов, топливно-энергетических ресурсов, по использованию производственных мощностей.

В течение пятилетки сохраняются стабильные технико-экономические нормативы.

В низовых звеньях предприятия также ведется работа по составлению проекта пятилетнего плана, включающая анализ результатов деятельности трудовых коллективов за текущий период, разработку планов повышения эффективности производства, выявление внутренних резервов по экономии материальных, трудовых и финансовых

ресурсов и эффективному использованию оборудования. Для разработки планов предприятия создается комиссия из представителей отделов, лабораторий, цехов, партийных, профсоюзных и комсомольских организаций предприятия. Председателем комиссии назначается главный экономист, а при отсутствии такой должности — начальник планово-экономического (ПЭО) либо планово-производственного (ППО)

отдела. В работе по составлению плана принимают участие все функциональные отделы и службы заводоуправления.

Они разрабатывают разделы плана в соответствии с функциональной специализацией.

Линейные структурные подразделения (основные, вспомогательные и обслуживающие цехи и хозяйства) на основе контрольных цифр планового органа предприятия (ПЭО или ППО) разрабатывают планы своей производственно-хозяйственной деятельности с учетом выявленных внутренних резервов.

Для разработки плана цеха создается внутрицеховая комиссия под председательством начальника цеха. Проекты планов обсуждаются на производственных совещаниях, партийных и общих собраниях трудового коллектива.

Годовые планы предприятия разрабатываются на основе заданий пятилетнего плана на соответствующий год пятилетки и отражают изменения, возникшие в ходе выполнения плана предыдущего года пятилетки, в том числе по объему выпуска, номенклатуре, потребности в ресурсах. Однако задание годового плана не должно быть ниже задания,

установленного в пятилетнем плане на этот год пятилетки. Годовые планы разрабатываются с распределением годового задания по кварталам и месяцам.

Пятилетний и годовые планы предприятия имеют одинаковую структуру и содержат основные показатели производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

При разработке пятилетних и годовых планов оценивается степень их напряженности путем сопоставления планового показателя с его нормативным значением.

Нормативный уровень (значение) показателей определяется на основе системы прогрессивных технико-экономических норм и нормативов. Степень напряженности плана определяется по одному-двум показателям, имеющим важное значение

для повышения эффективности производства и качества работы (например, использование производственной мощности, сменность работы оборудования, фондоотдача, производительность труда и др.). Цель определения напряженности планов (табл. 5.1) — повысить качество планирования за счет выявления внутренних резервов производства и принятия на их основе социалистических обязательств, повышение производительности труда, эффективности использования основных фондов и оборотных средств, улучшения качества выпускаемой продукции, что приведет к увеличению хозрасчетного дохода предприятия в условиях самофинансирования.

Таблица 5.1. Оценка степени напряженности плана по использованию производственной мощности предприятия

| Изделия | Нормативно-чистая продукция, руб/шт | Планируемый годовой выпуск продукции | | Среднегодовая производственная мощность | | Коэффициент напряженности по показателям | |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------|---|-----------|--|-------------|
| | | шт. | тыс. руб. | шт. | тыс. руб. | натуральным | стоимостным |
| А | 1500 | 810 | 1215 | 900 | 1350 | 0,91 | 0,91 |
| Б | 1800 | 930 | 1670 | 1100 | 1980 | 0,85 | 0,85 |
| В | 950 | 230 | 220 | 260 | 247 | 0,89 | 0,89 |
| Итого ... | | | 3109 | | 3577 | | 0,87 |

Совершенствование плановых показателей предусматривает их дифференциацию с учетом отраслевых особенностей, ограничение числа централизованно планируемых показателей, усиление роли показателей, характеризующих конечные результаты деятельности предприятий, эффективность и качество их работы. Усиление экономических рычагов и стимулов направлено на совершенствование системы экономических нормативов, должно обеспечить стабильность нормативов и повысить их роль в системе планирования, установить рациональные пропорции между конечными результатами работы и поступающими в распоряжение предприятия средствами,

способствовать совершенствованию системы создания и использования фондов экономического стимулирования.

Повышение роли трудовых коллективов призвано активизировать трудящихся в выявлении внутренних резервов, принятии социалистических обязательств, в разработке и утверждении планов предприятия. Расширяются права и повышается ответственность работников управления за качество плановой работы.

5.1.2. Информационная база разработки планов предприятия

Информационная база планирования — это совокупность систематизированных по определенным признакам данных, используемых для разработки планов на разных уровнях управления предприятием (объединением). К ним относятся показатели, лимиты и экономические нормативы, представленные в форме, пригодной для

передачи и обработки путем различных арифметических или логических операций. Такой формой является документ, а в условиях АСУП — и машинные носители информации.

Используемые в процессе планирования различные экономические, технические, социологические и другие данные составляют систему технико-экономической информации (см. гл. 2.6). Исходная, промежуточная и результативная информация должна быть своевременной, полной, достоверной, полезной и точной. При планировании используется значительный объем информации, что вызывает необходимость систематизировать ее и классифицировать. При разработке только одного раздела годового плана предприятия — «Производство продукции и услуг» количество используемых исходных, промежуточных и результатных показателей на машиностроительных предприятиях измеряется десятками и сотнями тысяч.

К исходной информации относятся контрольные цифры, лимиты, экономические нормы и нормативы, устанавливаемые на планируемый пятилетний период вышестоящей организацией, государственный заказ и отчетные данные о выполнении плана (годового и пятилетнего) за прошедший период. К промежуточной информации - показатели и технико-экономические нормативы проектов пятилетнего и годовых планов, а также расчетные показатели (объем валовой, нормативной чистой продукции и др.), предназначенные для обеспечения сбалансированности 326 планов и расчета потребности в ресурсах (технических, материальных, трудовых). К результативной информации относятся показатели и технико-экономические нормативы пятилетнего и годовых планов, утверждаемые вышестоящей организацией или объединением (предприятием).

Контрольные цифры включают показатели производства продукции (работ, услуг) в стоимостном выражении (расчетно) для заключения договоров, прибыль (доход), валютную выручку, наиболее важные общие показатели научно-технического прогресса, показатели развития социальной сферы. В период освоения нового хозяйственного механизма и завершения перехода на полный хозяйственный расчет, самокупаемость и самофинансирование в состав контрольных цифр могут включаться показатели производительности труда и материалоемкости продукции.

Лимиты устанавливают предельный размер государственных централизованных капитальных вложений для развития межотраслевых производств и нового строительства, объемов строительно-монтажных и подрядных работ, централизованно распределяемых материальных ресурсов для обеспечения производства и строительства.

Государственный заказ выдается предприятию на ввод в действие производственных мощностей и объектов социальной сферы за счет государственных централизованных капитальных вложений; на поставку некоторых видов продукции, необходимых для решения общегосударственных, социальных задач, выполнения научно-технических программ, укрепления обороноспособности и обеспечения экономической независимости страны.

Перечень устанавливаемых предприятию контрольных цифр, экономических нормативов и лимитов утверждается Советом Министров СССР и не может быть расширен министерством и ведомством. Состав государственного заказа утверждается Госпланом СССР и министерством (ведомством).

Состав исходных данных для планирования зависит от стадии планирования, вида разрабатываемого плана, уровня планирования и функционального назначения плановых задач. Информация разделяется по назначению (показатели, лимиты, экономические нормы и нормативы), по степени значимости (утверждаемая вышестоящей организацией, утверждаемая предприятием, расчетная), по уровню формирования (контрольные цифры и проектные данные), по стадиям планирования (плановая и отчетная). В составе информационной базы особое место занимает нормативно-справочная база (НСБ), представляющая собой совокупность данных нормативного и справочного характера, систематизированных по видам ресурсов и функциональным задачам. Техничко-экономические

нормы и нормативы, используемые для планирования, классифицируются по объекту нормирования на четыре группы: нормативы затрат живого труда, материальных затрат, использования средств труда, организации производства.

В условиях АСУП информационная база планирования формируется на основе устройств памяти большого объема с прямым доступом. В ее состав входят специализированные и базовые (или сложные) массивы. Специализированные массивы описывают объект по ограниченному числу параметров и предназначены для решения ограниченного числа функциональных задач планирования. Например, один массив содержит информацию для расчета расхода материалов на изделие, другой — для расчета трудоемкости изготовления изделия и т. д. Базовый массив характеризует объект с разных сторон и представляет собой комплекс взаимосвязанных специализированных массивов. Взаимосвязь технико-экономической информации разных массивов реализуют соединительные массивы с помощью адресных ссылок. Совокупность всех взаимосвязанных массивов образует базу данных.

Таким образом, в условиях АСУП информационная база планирования представляет собой базу данных, состоящую из базовых и соединительных массивов. Ее использование сокращает многократное дублирование реквизитов и записей по составу изделия, составу структурных звеньев предприятия, составу промышленно-производственного персонала. Создается один сложный массив, включающий все необходимые реквизиты по данному объекту. Функции ведения данных, их обновление и пополнение, выдача информации осуществляются централизованно. Каждый пользователь имеет доступ только к ограниченному количеству данных в соответствии с решаемыми задачами. Доступ к отдельным данным или массивам данных реализуется посредством идентификаторов, которые присваиваются при формировании базы данных.

5.1.3. Структура и содержание пятилетнего и годового планов предприятия

Пятилетний и годовые планы предприятия (объединения) разрабатываются по одинаковым типовым формам, что обеспечивает сводимость и сопоставимость показателей по разным плановым периодам и уровням управления.

План производства продукции и услуг является ведущим разделом плана, определяющим объем производства продукции, изделий новой техники, продукции высшей категории качества, объем валовой, товарной, реализуемой и нормативной чистой продукции¹.

План производства продукции и услуг разрабатывается в двух подразделах: 1) производство продукции в натуральном и стоимостном выражении; 2) баланс производственных мощностей.

В первом подразделе плана устанавливаются: объем продукции в натуральном и стоимостном выражении, объем платных услуг населению, объем производства товаров народного потребления, объем производства продукции высшей категории качества. Объем продукции в натуральном выражении в составе пятилетнего плана формируется по укрупненной номенклатуре (по важнейшим видам продукции, определенным государственным заказом, и по заказам, принятым в порядке прямых связей). В составе годового плана дается полный перечень наименований продукции с указанием количества, сроков выпуска готовой продукции и сроков ее поставок. Объем продукции в стоимостном выражении планируется по товарной, валовой и нормативной чистой продукции, а в годовых планах — и по объему реализуемой продукции.

Объем товарной продукции планируется в сопоставимых оптовых ценах и в действующих ценах. Показатель объема товарной продукции в сопоставимых ценах характеризует темпы, пропорции и структуру объема производства. Он используется для

расчета показателя снижения затрат на рубль товарной продукции (раздел VII), для планирования фонда заработной платы и производительности труда (раздел VI). Объем товарной продукции в действующих ценах применяется для планирования себестоимости продукции (раздел VII). Нормативная чистая продукция используется при установлении и обосновании планового задания по производительности труда. Объем реализуемой продукции в действующих ценах необходим для оценки выполнения годового плана поставок продукции по хозяйственным договорам и заказам.

В объем товарной продукции предприятия (объединения) включаются: продукция, изготовленная всеми производственными единицами и предназначенная для реализации на сторону; продукция, изготовленная самостоятельными предприятиями производственного объединения и предназначенная для реализации как за пределами, так и внутри производственного объединения (самостоятельными считаются предприятия, подчиненные производственному объединению, но пользующиеся правами юридического лица); услуги промышленного характера другим предприятиям и организациям (поставка энергии, горячей воды и т.п.). Объем производства товаров народного потребления планируется в натуральном выражении по ассортименту продукции и в стоимостном — по розничным ценам. При определении объема товарной продукции и производительности труда общий объем товаров народного потребления пересчитывается в сопоставимых оптовых ценах. Объем валовой продукции рассчитывается в действующих

оптовых ценах предприятия и в сопоставимых (неизменных) ценах на 1 января 1982 г. и характеризует общий объем производства в планируемом году. Показатель объема валовой продукции в действующих оптовых ценах используется для расчета загрузки оборудования, определения потребности в материальных и трудовых ресурсах, расчета потребности в технологической оснастке. Этот же показатель в сопоставимых ценах нужен для оценки и прогнозирования темпов объемов производства за прошедший и на перспективный период.

Объем производства продукции высшей категории качества планируется в стоимостном выражении и по удельному весу ее в общем объеме производства продукции.

Второй подраздел «Баланс производственных мощностей предприятия» — является важнейшей частью обоснования плана производства продукции и услуг. Производственная мощность на плановый период рассчитывается в натуральных и стоимостных (в сопоставимых ценах) измерителях. Планируемый выпуск продукции на каждый год определяется по среднегодовой

мощности с учетом планируемого на данный год коэффициента использования производственной мощности.



Рис. 5.2 Структура плана научно-технического развития, совершенствования производства и управления

План научно-технического развития, совершенствования производства и управления определяет развитие организационно-технической базы производства и технического уровня выпускаемой продукции. План (рис. 5.2) включает мероприятия по соответствующим направлениям научного, технического и организационного развития предприятия, содержит сводные технико-экономические результаты внедрения мероприятий. По каждому мероприятию проводятся расчеты экономических показателей и определяется их влияние на конечные результаты производственно-хозяйственной деятельности предприятия в плановом периоде. К числу конечных относятся следующие экономические результаты: выпуск дополнительной продукции или выполнение дополнительных услуг, экономия ресурсов — материальных, трудовых, финансовых, улучшение условий труда работающих, сокращение вредного воздействия на окружающую среду отходов производства и др.

Планирование повышения эффективности производства ведется по единой системе показателей, объединяемых в группу обобщающих показателей эффективности производства и в группы показателей, характеризующих эффективность использования трудовых и материальных ресурсов, основных производственных фондов и оборотных средств, эффективности новой техники и капитальных вложений.

К обобщающим показателям эффективности производства относятся: темпы роста производства продукции, в том числе на действующих производственных мощностях и за счет вновь созданных мощностей; производство продукции на 1 рубль затрат; относительная экономия основных производственных фондов, нормируемых оборотных средств, материальных затрат, фонда оплаты труда; рентабельность производства; снижение затрат на 1 рубль товарной продукции.

План капитального строительства определяет задания по наращиванию производственных мощностей и основных фондов, необходимых для обеспечения роста производства продукции, повышения ее качества, совершенствования технологии и организации производства. Основными показателями плана Капитального строительства являются: ввод в действие и прирост производственных мощностей за счет государственных централизованных капитальных вложений; ввод в действие основных

фондов производственного и непроизводственного назначения за счет государственных централизованных капитальных вложений; лимиты государственных централизованных капитальных вложений на строительство объектов производственного и непроизводственного назначения.

План материально-технического обеспечения разрабатывается для определения потребности в материальных ресурсах основного и вспомогательного производства, а также для ремонтно-эксплуатационных нужд, поддержания производственных запасов и капитального строительства, работ по новой технике. План материального обеспечения составляется в форме баланса, в левой части которого указывается потребность в материальных ресурсах, а в правой — источники покрытия потребности за счет централизованных фондов, мобилизации внутренних резервов и др. Вышестоящая организация устанавливает лимиты материально-технических ресурсов по укрупненной номенклатуре, а в переходный период — и задания по среднему снижению норм расхода важнейших видов материалов и топливно-энергетических ресурсов.

План по труду и кадрам устанавливает процент роста производительности труда и максимально возможное число работающих, высвобождаемых за счет внедрения новой техники, технологии, комплексной механизации и автоматизации производства. Показатели темпов роста производительности труда по годам пятилетия (исходя из заданного роста производительности труда на пятилетку) рассчитываются как результаты повышения технического уровня производства, совершенствования управления и организации производства, изменения объема и структуры продукции, ввода в действие новых объектов. Численность промышленно-производственного персонала, необходимого для выпуска планового объема продукции, определяется исходя из намечаемого повышения

производительности труда, в переходный период сопоставляется с установленной в контрольных цифрах производительностью труда и согласовывается с территориальными плановыми органами. Фонд заработной платы на плановый год определяется как сумма базового фонда заработной платы и фонда, исчисленного по нормативу, установленному за каждый процент (или рубль) прироста (снижения) объема товарной или нормативной чистой продукции. Нормативы устанавливаются исходя из соблюдения экономически обоснованного соотношения между ростом производительности труда и средней заработной платы и переутверждению не подлежат.

К основным показателям этого раздела плана относятся: рост производительности труда, норматив прироста фонда заработной платы промышленно-производственного персонала, фонд заработной платы непромышленного персонала и неписочного состава, абсолютное высвобождение численности рабочих и учеников, занятых ручным трудом.

Планирование себестоимости, прибыли и рентабельности производства включает расчеты снижения затрат на 1 рубль товарной продукции по основным технико-экономическим факторам, снижения материальных затрат на 1 рубль товарной продукции, прибыли от промышленной деятельности и рентабельности производства, себестоимости и рентабельности основных видов выпускаемой продукции. Исходными данными для разработки плана являются результаты комплексного технико-экономического анализа работы предприятия в отчетном периоде, прогрессивные нормы и нормативы, показатели других разделов плана, влияющих на себестоимость производимой продукции. Вышестоящая организация утверждает контрольные цифры по прибыли (доходу) предприятия от его производственно-хозяйственной деятельности и валютной выручке.

План по фондам экономического стимулирования разрабатывается, чтобы определить размеры фондов: материального поощрения; социального развития; развития производства, науки и техники. Эти фонды определяются исходя из установленных предприятию нормативов образования фондов экономического стимулирования и принятых на данном предприятии фондообразующих показателей. По этому разделу плана устанавливаются соответствующие нормативы.

План социального развития коллектива включает комплекс мероприятий, направленных на совершенствование социальной структуры коллектива, профессиональной и квалификационной структуры работающих, улучшение условий и охраны труда, укрепление здоровья работающих, сокращение текучести кадров, улучшение социально-производственной среды, улучшение жилищно-бытовых и социально-культурных условий работающих и членов их семей, совершенствование форм социалистического соревнования.

Планирование охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов включает определение форм, объемов и сроков проведения природоохранных мероприятий, устраняющих или снижающих негативные воздействия производства на атмосферу, водоемы, почву и другие объекты окружающей природной среды.

Финансовый план составляется в форме баланса и состоит из трех подразделов: I — доходы и поступления средств, II — расходы и отчисления средств, III — финансовый результат. Основные задачи финансового плана — обеспечить финансовыми ресурсами производственно-хозяйственную деятельность, мероприятия по техническому и социальному развитию, определить финансовые взаимоотношения с государственным бюджетом, Промстройбанком, Госбанком СССР и вышестоящими организациями, а также увязать показатели финансового плана с показателями других разделов плана, добиваясь полной сбалансированности материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Исходными данными для составления финансового плана являются плановые задания в виде контрольных цифр вышестоящих организаций по основным показателям и экономические нормативы, показатели других разделов плана, долгосрочные договоры на

поставку продукции, выполнение НИР, конструкторских и технологических работ, работ по освоению новой техники и прогрессивной технологии, результаты анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия в текущем (отчетном) периоде.

В условиях АСУП при решении задач подсистемы технико-экономического планирования необходимо обеспечить взаимосвязи этой подсистемы предприятия с соответствующей подсистемой в масштабе отрасли и с автоматизированной системой плановых расчетов (АСПР), функционирующей на уровне Госплана СССР. Процесс технико-экономического планирования в условиях АСУП включает: ввод информации от вышестоящего звена в виде заданных количественных и качественных показателей, нормативно-справочной и оперативной информации о материальных, технических и трудовых ресурсах; решение расчетных и оптимизационных задач; расчет технико-экономических показателей развития и производственно-хозяйственной деятельности предприятия. К расчетным задачам относятся: определение плановой трудоемкости изделий на годовую программу, расчет производственной мощности предприятия, фондов заработной платы, потребность в материальных и трудовых ресурсах и др. К оптимизационным задачам относятся: разработка оптимальной производственной программы предприятия, оптимального плана технического развития предприятия с определением очередности внедрения организационно-технических мероприятий, устанавливаемой на основе расчета ожидаемой удельной экономии от внедрения мероприятия по отношению к затратам на него.

5.2. ОПЕРАТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

5.2.1. Задачи и этапы оперативного планирования

Оперативное планирование производства (ОПП) является завершающим этапом внутрипроизводственного планирования. Оно призвано конкретизировать и довести государственные задания до цеха, участка, рабочего места, обеспечить равномерное и комплексное выполнение планов выпуска готовой продукции при рациональном использовании средств производства, 336 предметов труда и рабочей силы. Взаимное увязывание планов осуществляется с помощью межцехового планирования. Внутрицеховое планирование координирует работу участков, бригад, рабочих мест и вспомогательных служб цеха.

В зависимости от целенаправленности задач и методов их решения в оперативном планировании выделяются два взаимосвязанных этапа: календарное планирование и диспетчирование производства. Календарное планирование включает распределение программно заданного задания по производственным подразделениям и календарным отрезкам времени, а также строгое согласование элементов производственного процесса во времени. Диспетчирование имеет своей целью регулирование хода производства, оперативный контроль и учет выпуска продукции. Эти два вида плановой работы выполняются плановиками и диспетчерами производственно-диспетчерского отдела (ПДО) завода и производственно-диспетчерских бюро (ПДБ) цеха.

В силу чрезвычайного разнообразия процессов производства на машиностроительных предприятиях сложилось несколько систем оперативного планирования, определяемых в основном типом производства. Под системой оперативного планирования понимается методика и техника проведения плановой работы. Наиболее распространенными являются позаказная, комплектная, подетальная системы и ряд их разновидностей. Каждая система характеризуется составом календарно-плановых нормативов, принятой планово-учетной единицей, дифференциацией плановых периодов времени, методами расчета программно заданного задания, способом учета его выполнения. Системы оперативного планирования имеют унифицированные процедуры принятия

плановых решений, однако в зависимости от типа предприятия и производства эти процедуры имеют особенности.

Определяющим элементом системы оперативного планирования является планово-учетная единица. Под *планово-учетной единицей* понимается первичный объект планирования и учета: деталь, сборочная единица, группа деталей, комплект деталей, изделие в целом или комплекс определенных работ. Выбор планово-учетных единиц, детализация расчетов, степень централизации их выполнения зависят от производственных условий. При устойчиво повторяющемся производстве плановые расчеты ведутся централизованно на уровне завода. В других же случаях большинство расчетов переносится в цех.

Задачи, решаемые в подсистеме АСУП «Оперативное планирование», можно подразделить на функциональные и обеспечивающие. Функциональные задачи календарного планирования, оперативного учета и контроля производства решаются на основе применения математических методов и моделей, отражающих специфику конкретного производства. Обеспечивающие задачи предназначаются для организации массивов исходных нормативных данных, позволяющих рационально или даже оптимально решить функциональные задачи.

5.2.2. Особенности календарного планирования в различных типах производства

Основной задачей оперативного планирования в условиях *опытного производства* является обеспечение качественного выполнения запланированного комплекса работ в установленные или сокращенные сроки при возможно меньших затратах средств на разработку. Следует заметить, что выполнение плановых работ в условиях опытного производства вызывает определенные трудности из-за вероятностного характера ряда результатов, отсутствия или неустойчивости нормативов и т. д.

В практике планирования опытного производства чаще всего встречаются два метода: с помощью линейных и сетевых графиков. Первый метод используется при несложных разработках с небольшим количеством подразделений-исполнителей. Вторым методом позволяет организовать четкую и согласованную работу большого количества подразделений-исполнителей. Подробно эти методы рассмотрены в гл. 2.7.

В связи с унификацией процедур для календарного планирования используются типовые сетевые графики, которые строятся на основе типового перечня стадий и этапов работ с учетом структурной схемы изделия. Каждая работа и событие сетевого графика в своем шифре несут нужную для планирования информацию, причем планово-учетной единицей в календарных планах является работа. Блок-схема оперативного управления опытным производством в условиях АСУП показана на рис. 5.3.

Рациональность составленного плана работ определяется степенью использования производственной мощности подразделений опытного производства:

$$k_{vlg} = Q_{vlg}/M_{vlg},$$

где k_{vlg} — коэффициент использования производственной мощности по и-му виду работ на l -м уровне управления при выполнении работ по g -й группе изделия; Q_{vlg} — объем и-го вида работ (нормо-ч, чел-ч) на l -м уровне управления (отдел, цех, участок) по g -й группе изделия; M_{vlg} — мощность в трудовом выражении (чел-ч) или пропускная способность соответствующего подразделения.

Если $k_{vlg} > 1$, то возникает опасность невыполнения плана по данному виду работ. При $k_{vlg} < 1$ имеет место некоторый резерв мощности.

Оперативный контроль хода производства и учет выполненных работ осуществляется путем слежения за ходом работ по сетевому графику и сопоставления фактически выполненного объема работ с запланированным.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой выпускаемых изделий. Выпуск этих изделий может повторяться через неравные отрезки календарного времени или вообще не повторяться. В силу такой специфики

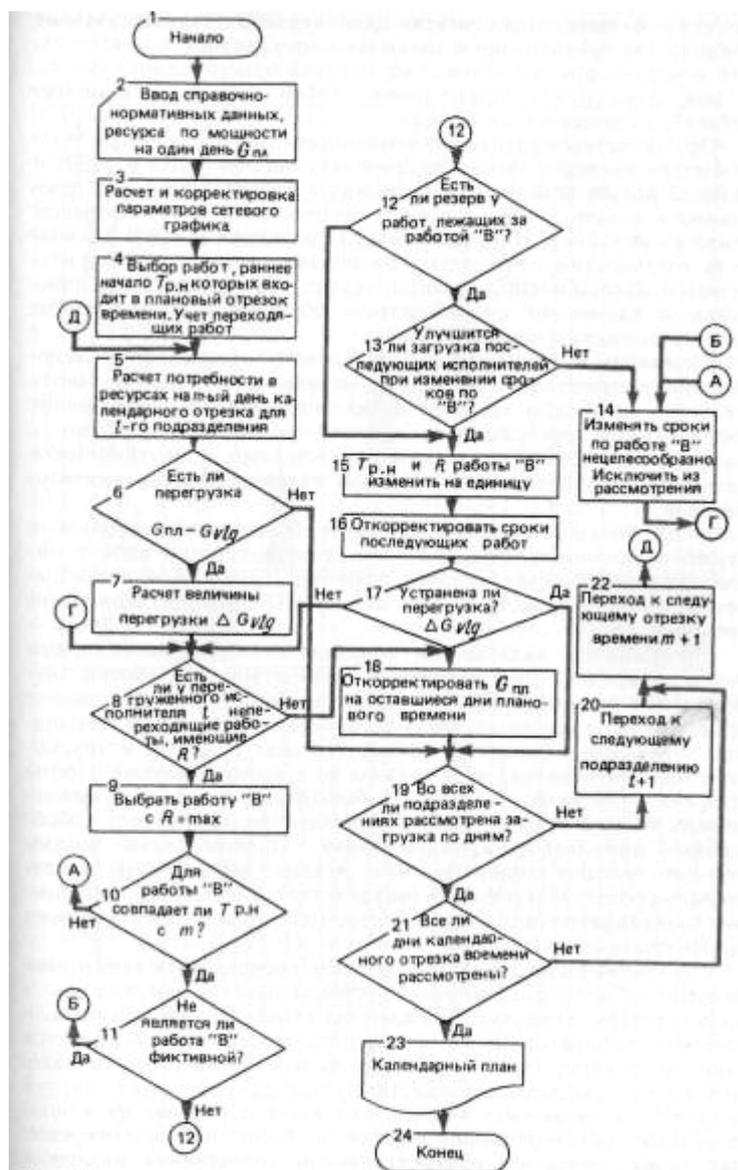


Рис. 5.3. Блок-схема распределения программного задания по подразделениям в календарном отрезке времени

применяется позаказная система планирования. Планово-учетная единица для предприятия в целом состоит из одного или нескольких конструктивно-законченных изделий одного наименования, а для цеха заказ представляет собой товарный комплект деталей, входящих в этот заказ.

Особенностью календарного планирования в единичном производстве является тесная взаимосвязь работы ПДО и ПДБ с работой служб технической подготовки производства: отделами главного конструктора, главного технолога, а также отделом главного механика. Плановые сроки выполнения заказов должны быть согласованы с очередностью подачи технической документации в цехи. Отсюда главная задача оперативного планирования в единичном производстве — обеспечить установленные сроки выполнения заказов.

Календарное планирование единичного производства включает документальную проработку заказа, формирование оптимального «портфеля заказов» на календарный отрезок времени, распределение программного задания по цехам, участкам и календарным

отрезкам времени (межцеховое и внутрицеховое планирование), а также определение календарно-плановых нормативов.

В оформлении заказов участвует большинство отделов и служб предприятия (рис. 5.4), но непосредственно работу выполняет бюро заказов, которое является структурным подразделением планово-экономического отдела (ПЭО) или отдела сбыта предприятия.

Программное задание по подразделениям и календарным отрезкам времени распределяется посредством разработки цикловых или сетевых графиков, отображающих сложный процесс производства изделия (заказа) во времени (см. § 3.2.3). Излишняя детализация заказа в графиках может привести к трудностям при согласовании всех заказов во времени. Поэтому работы графика укрупняют по методу «обобщенных операций», выполняемых на группе однотипного оборудования, или методу «обобщенных технологических маршрутов». В этом случае дугами сетевого графика служат работы (этапы), выполняемые в различных производственных подразделениях.

За единицу укрупнения принимается цехо-этап, и строится модель многосетевого планирования.

По критическому пути (см. § 2.7.3) определяется время опережения, с помощью которого устанавливается очередность и дата запуска (выпуска) каждой планово-учетной единицы в I производственных подразделениях. Под *опережением* понимается отрезок времени, определяемый от даты выпуска готового изделия в целом до даты запуска (выпуска) данной детали, партии деталей или сборочных единиц, входящих в изделие на какой-либо фазе производственного процесса. Расчет времени опережения основывается на предварительном определении циклов и длительности межцеховых резервных пролеживаний предметов труда. Полученное время показывает, что если известна дата выполнения заказа в целом (или дата выпуска готового изделия), то запуск деталей в механическую обработку должен осуществляться за 16 дней до этой даты, а выпуск деталей из заготовительного цеха — за 17 дней.

График-расписание прохождения заказов по подразделениям и отдельным группам оборудования составляется на основании рассчитанных опережений запуска и выпуска и объемных расчетов загрузки и пропускной способности рабочих мест с учетом имеющихся производственных ресурсов.

Основанием для распределения программного задания по участкам и рабочим местам служит сменно-суточное задание. В это задание включаются только те работы, которые полностью обеспечены всем необходимым: технической документацией, оснасткой, материалами, комплектующими изделиями. Для распределения работы по рабочим местам на каждого рабочего выписывается рабочий наряд или выдается макетированная перфокарта. По ним же ведется первичный учет выполнения программного задания в цехах. Оперативный учет по предприятию в целом осуществляется путем ежедневной подачи основными цехами в ПДО завода рапортов о ходе выполнения программного задания.

Серийное производство характеризуется выпуском более или менее ограниченной номенклатуры изделий и достаточно стабильным процессом производства. Выпуск изделий регулярно повторяется. В связи с этим основной задачей календарного планирования серийного производства является обеспечение ритмичного хода производства и равномерного выпуска продукции за счет своевременного запуска и выпуска партии деталей. Для решения этой задачи важное значение имеют календарно-плановые нормативы, основными из которых являются: величина партии предметов труда, периодичность повторения запуска этой партии, производственный цикл изготовления партии деталей или сборочных единиц, время опережений, нормативный уровень незавершенного производства и нормативные графики движения предметов труда в производстве.

В серийном производстве используется комплектная система планирования, при которой в качестве плано-учетной единицы принимается комплект деталей, входящих в одно или несколько

изделий, объединенных общностью технологических процессов и заданными сроками их изготовления.

В зависимости от степени серийности используются различные комплектные системы. Так, для крупносерийного производства применяется обычно $s \min$ комплектно-узловая система планирования, при которой в комплект входят детали, относящиеся к одной сборочной единице или к одному изделию в целом, а для мелко- или среднесерийного производства — комплектно-групповая, при которой в группу объединяются детали, относящиеся к разным изделиям, но имеющие приблизительно равные циклы обработки.

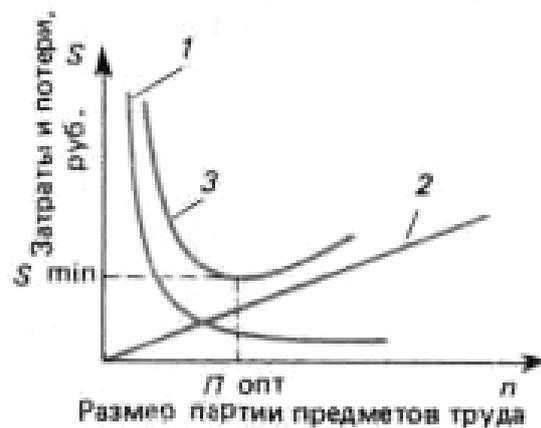


Рис. 5.5. Графическое определение оптимальной величины партии предметов труда: 1 — затраты на наладку оборудования; 2 — затраты по незавершенному производству; 3 — суммарные затраты

Наиболее ответственным календарно-плановым нормативом является величина партии предметов труда. Методы ее определения можно подразделить на две группы.

К первой группе относятся методы установления величины партии исходя только из временных параметров.

Вторая группа методов основывается (с различными уточняющими коэффициентами) на определении суммарных минимальных затрат, связанных с переналадками (кривая 1 на рис. 5.5) и хранением заделов (прямая 2), зависящих от размера партии. Взяв первую производную по сумме затрат S , получают величину оптимального размера партии

Для межцехового планирования используются планы-графики, устанавливающие календарные сроки запуска по цехам предметов труда различных наименований. Внутри цеха используются нормативные графики, называемые стандарт-планами, которые предназначаются для установления стандартных сроков запуска партий по рабочим местам. Для разработки оптимальных графиков используются математические методы. Критериями оптимизации в этом случае могут быть: минимум незавершенного производства, максимум загрузки оборудования и др. На рис. 5.6 приведен график, оптимизированный по критерию — «максимум загрузки оборудования». На графике показано формирование полной загрузки всех видов оборудования с учетом времени переналадок при переходе от обработки партии деталей одного наименования к другому.

Распределение программного задания по календарным отрезкам времени и подразделениям зависит от принятой системы оперативного планирования. При

Таблица 5.3. Виды заделов в массовом производстве

| Место образования | Характер задела | Назначение |
|-------------------|-----------------|--|
| Внутрилинейный | Цикловой | Технологический Транспортный Оборотный |
| | Страховой | Постоянный запас |
| Межлинейный | Текущий | Транспортный Оборотный |
| | Страховой | Постоянный запас |

Под *технологическим заделом* понимаются предметы труда, находящиеся на рабочих местах в процессе обработки.

Под *внутрилинейным транспортным заделом* понимается количество предметов труда, находящееся в процессе транспортировки. Величина этого задела определяется характером транспортировки.

Страховой задел представляет собой запас деталей, предназначенный для гарантирования процесса производства от срывов. Величина его зависит от устойчивости производственных процессов. Внутрилинейный страховой задел может создаваться на каждом рабочем месте и исчисляться всего несколькими штуками, в то время как межлинейный может обеспечивать потребность в предметах труда на несколько смен.

Календарное планирование массового производства осуществляется на основе системы «по ритму выпуска». Эта система основывается на выравнивании производительности всех производственных звеньев по расчетному такту выпуска готовых изделий. В этом случае распределение программного задания по производственным подразделениям и календарным отрезкам времени ведется в порядке, обратном ходу технологического процесса. За один и тот же отрезок времени (такт, час, смену и т. д.) на различных стадиях производственного процесса должно быть изготовлено столько комплектов заготовок, деталей, сборочных единиц, сколько за тот же отрезок времени должно быть выпущено готовых изделий.

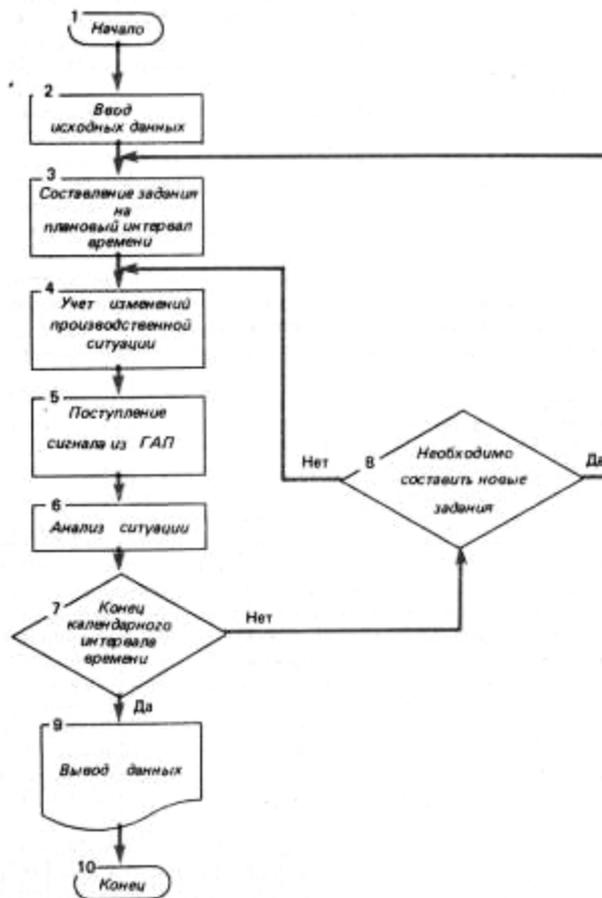


Рис. 5.7. Блок-схема задачи календарного планирования ГАП

Режим ритмичной работы всех производственных подразделений обеспечивается построением нормативных планов-графиков для межцехового календарного планирования, в которых устанавливаются сроки движения предметов труда по стадиям технологического процесса для обеспечения своевременного поступления готовых предметов труда на сборку (см. § 3.3.3). Условия *гибкого автоматизированного производства* предъявляют особые требования к оперативному планированию. Комплексное планирование основного, вспомогательного и обслуживающего производства, высокая оперативность принятия управленческих решений делают необходимым обязательное использование ЭВМ в системе оперативного планирования ГАП.

При составлении календарных планов работы ГАЛ, ГАУ, ГАЦ процесс производства чаще всего рассматривается как детерминированный. В то же время возможные сбои в работе оборудования, инструмента, систем управления делают ГПС вероятностной системой, что необходимо учитывать при составлении календарных планов. Поэтому, как правило, для ГПС не составляются жесткие задания на день, смену или другой достаточно длительный интервал времени. Величина этого интервала определяется надежностью всех элементов, входящих в систему, надежностью самих производственных процессов.

Система управления, постоянно получая информацию о состоянии производственных процессов, при необходимости корректирует или разрабатывает в автоматическом режиме оперативные плановые задания. Блок-схема задачи календарного планирования ГАП показана на рис. 5.7.

5.2.3. Диспетчирование производства

Диспетчирование предназначается для централизованного контроля за ходом основного производства и его регулирования; оно призвано обеспечить выполнение плана при равномерной, ритмичной работе всех производственных звеньев.

Особенности организации диспетчерской службы во многом определяются производственной структурой предприятия и типом производства. Так, в условиях опытного производства оперативный контроль выполнения работ осуществляется по ленточным или сетевым графикам. В последнем случае устанавливается степень отставания или опережения фактических сроков выполнения работ от ранних сроков их начала. В единичном и мелкосерийном производствах необходим строжайший контроль за сроками выполнения заказов, своевременным их комплектованием необходимыми деталями, согласованием процесса производства с технической подготовкой заказа. В серийном и массовом производствах повышается уровень централизации диспетчерской работы, создается более разветвленная структура диспетчерской службы. В серийном производстве контролируется запланированный ритмичный выпуск изделий по графику, запуск и выпуск комплектов деталей соответственно комплектовочным номерам машин, нормативный уровень заделов. В массовом производстве диспетчерская служба обеспечивает заданный ритм производства, контролирует ритмичный выпуск изделий, регулирует уровень заделов.

Диспетчерская работа на предприятии возглавляется главным диспетчером, который имеет в своем подчинении группы сменных и ведущих диспетчеров. Ведущие диспетчеры контролируют

ход производства закрепленных за ними конкретных заказов или изделий. Сменные диспетчеры осуществляют текущее регулирование производства, анализируют причины отставания, разрабатывают мероприятия по ликвидации этих отставаний, обеспечивают производство необходимым материалом, заготовками и инструментом.

В состав ПДБ цеха входят сменные и старшие диспетчеры. Согласно сменно-суточному заданию они подготавливают все необходимое для осуществления производственного процесса на закрепленных за ними участках. Сменные диспетчеры ведут текущее регулирование производства: контролируют прохождение деталей, лимитирующих выполнение плана на текущие сутки, наблюдают за «узкими» местами производства и т. п.

Контроль исполнения решений по межцеховым и внутрицеховым претензиям, приказов руководства, решений диспетчерских совещаний, срок выполнения которых более двух суток с момента поступления на диспетчерский пункт, должен осуществляться с помощью картотек контроля. При сроке исполнения менее двух суток — с помощью диспетчерских журналов. Помимо этого в • любом журнале (заводском или цеховом) оформляется сдача-приемка смен сменными диспетчерами. Диспетчерский журнал оформляется в виде общей тетради с пронумерованными страницами. В нем указываются дата, смена, содержание претензий, кем дано распоряжение (принято решение), кому дано распоряжение (исполнитель), содержание распоряжения, срок исполнения, делается отметка о выполнении.

Структурная схема, организации диспетчирования на предприятиях массового производства представлена на рис. 5.8. Местные посты управления (МПУ) предназначаются для управления отдельными механизмами и технологическими агрегатами. Щиты МПУ оборудуются средствами автоматического контроля, регулирования, управления и сигнализации. Обслуживаются МПУ мастерами, бригадирами или аппаратчиками, которые сигнализируют о неисправностях механизма и отклонениях в выпуске продукции. Операторские пункты (ОП) представляют собой нижнюю ступень системы сбора, передачи производственно-технологической информации и управления объектом. Операторские пункты обычно создаются на участках, станочных линиях и призваны обеспечить поддержание стабильного технологического процесса и ритмичную работу оборудования. Они оснащаются средствами контроля и автоматического регулирования, аппаратурой дистанционного управления, сигнализацией и средствами связи. Операторы, занятые на ОП, входят в штат участников и административно подчинены диспетчеру цеха. В функции

оператора входит подготовка по документированным данным машинных носителей, установление через абонентский пункт связи с ЭВМ и передача информации.

Сменные операторы поддерживают связь с диспетчером 350 цеха, информируя его обо всех нарушениях и изменениях в

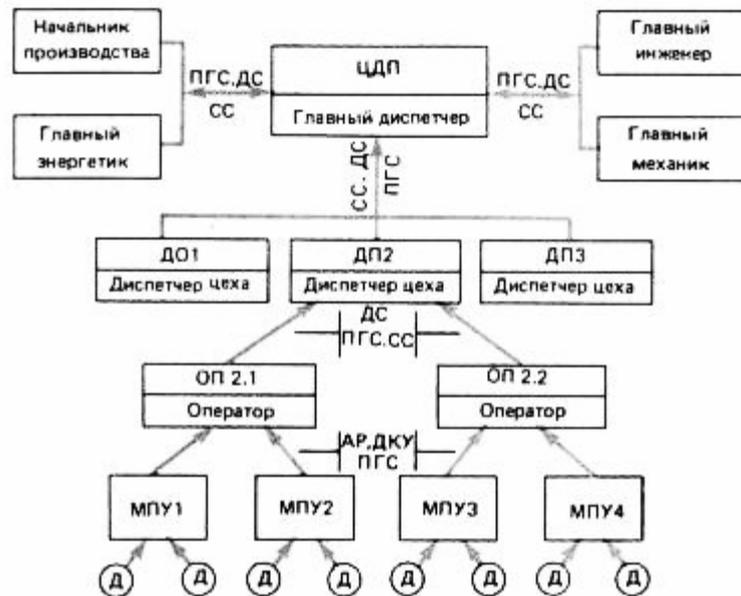


Рис. 5.8. Схема организации диспетчеризованной

ПГС — производственная громкоговоричная связь, ДС — диспетчерская связь, СС — селекторная связь, АР — автоматическое регулирование, ДКУ — дистанционный контроль и управление; Д — датчик.

технологическом процессе и принятых мерах по их устранению. В некоторых случаях функции оператора выполняются сменными мастерами или бригадирами. Диспетчерские пункты (ДП) представляют собой основное место сбора производственно-статистической информации, необходимой для определения технико-экономических показателей процесса. Основной задачей управления на этом уровне является распределение и координация информационных потоков цеха. В ДП устанавливаются щиты с мнемосхемами объектов производства, приборные щиты, средства передачи информации и связи. Основанием для контроля за ходом производства служат нормативные графики работы. Работа в ДП выполняется диспетчером цеха, который административно подчинен начальнику цеха, а методологически — диспетчеру завода. Сменные диспетчеры следят за выполнением сменных заданий, осуществляют координацию работ участков цеха. Центральный диспетчерский пункт (ЦДП) осуществляет непрерывный контроль за ходом выполнения сменных и суточных плановых заданий цехами и предприятием в целом, выявляет отклонения от запланированного хода производства, систематизирует отчетную информацию о выполнении плановых заданий и состоянии оборудования, организует межцеховые грузопотоки, запасы сырья и материалов. Руководство ЦДП осуществляется главным диспетчером завода и штатом сменных диспетчеров.