Феодосийский политехнический институт

Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова

Реферат

по организации производства

на тему:

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Феодосия 2009

**Понятие методов организации производства. Факторы, влияющие на выбор метода организации производства**

Метод организации производства - это способ осуществления производственного процесса, совокупность и приемов его реализации характеризующихся рядом признаков главным из которых является взаимосвязь последовательности выполнения операций техпроцесса с порядком размещения оборудования и степени непрерывности производственного процесса. В зависимости от особенностей производственного процесса и типа производства на рабочих местах участка, цеха применяется определенный метод организации производства непоточный или поточный.

На выбор методов организации поточного или непоточного производства влияют различные факторы, к ним относятся:

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

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

- периодичность выпуска изделий, т.е. они могут выпускаться регулярно и нерегулярно; при регулярном (ритмичном) выпуске, например, по 20 изделий ежемесячно, целесообразно организовать поточное производство, а если регулярность неопределенная или через различные периоды времени и в различных количествах, то приходится использовать непоточные методы организации производства;

- точность и шероховатость поверхности деталей; при высокой точности и малой шероховатости следует применять непоточные методы.

 В рамках производственного цикла применяются три основных метода организации производственных процессов: поточный, партионный и единичный.

 Поточный метод предполагает расчленение производственного процесса на небольшие по объему и непродолжительные по времени относительно самостоятельные элементы - операции и закрепление последних за рабочими местами. Операции различаются по двум основным признакам: назначению и степени механизации.

Сами производственные операции в свою очередь можно расчленить на отдельные элементы - трудовые и технологические. К первым относятся: трудовое движение (однократное перемещение корпуса, головы, рук, ног, пальцев исполнителя в процессе осуществления операции); трудовое действие (совокупность движений, производимых без перерыва); трудовой прием (совокупность всех действий над данным объектом, в результате которого достигается поставленная цель); комплекс трудовых приемов.

Производственные операции, закрепленные за отдельными рабочими местами, располагаются в строгой технологической последовательности, образуя своего рода поток, соответствующий ходу производственного процесса. В его рамках происходит движение обрабатываемых изделий от одного рабочего места к другому. В то же время выполнение операций на самих рабочих местах может быть и параллельным.

Организационной формой поточного метода осуществления производства является поточная линия, представляющая собой совокупность специализированных рабочих мест. В ее рамках происходят непрерывный отбор, загрузка и движение предмета труда через последовательные этапы обработки. Часто поточная линия служит основой таких структур, как участок или цех.

Партионный метод организации производства отличается от поточного запуском сырья, материалов, полуфабрикатов в технологический процесс определенными частями - партиями через соответствующие промежутки времени, а не непрерывно. Величина партий не произвольна, а обусловливается задачей минимизации простоя оборудования под переналадкой.

Наконец, в случае изготовления уникальной или мелкосерийной продукции широкой номенклатуры с длительным производственным циклом, необходимостью частой смены оборудования, большой долей ручных работ, продолжительными межоперационными перерывами и нерегулярным выходом готовых изделий применяется единичный метод организации производства, максимально индивидуализированный по отношению к каждому конкретному экземпляру. Если продукция габаритна, тяжела или пространственно фиксирована, ее обработка осуществляется путем перемещения самих рабочих мест, например, при сооружении корабля на стапеле.

К организации всех элементов производственного процесса и методов их взаимодействия должен применяться комплексный подход, обеспечивающий их реальное единство. В этой комплексности состоит последний из основополагающих организационных принципов совместного производства.

**Организация непоточного производства. Формы специализации непоточного производства**

Непоточный метод организации производства характеризуется следующими признаками:

1. на рабочих местах обрабатываются разные по конструкции и технологии изготовления предметы труда, поскольку выпуск их небольшой;
2. рабочие места размещаются на однотипных группах оборудования без определенной связи с последовательностью выполнения операций, например, группы токарных, фрезерных, сверлильных операций и др.;
3. детали перемещаются в процессе изготовления сложными маршрутами, в связи с чем возникают большие перерывы в обработке. После каждой операции детали, как правило, поступают в цеховые промежуточные кладовые, пока освободится рабочее место для выполнения следующей операции.

Непоточный метод применяется преимущественно в единичном и серийном производстве. Иногда в рамках непоточного выделяют единичный и партионный методы организации производственного процесса.

При единичном методе детали и изделия изготавливаются единицами или небольшими партиями. Такой метод организации производственного процесса характерен для опытного производства и для предприятий единичного и мелкосерийного производства. С появлением уникальных агрегатов, сложных технических систем удельный вес такого производства повышается,

Партионный метод предполагает запуск в производство и изготовление деталей, узлов, изделий периодически повторяющимися партиями определенного размера. Этот метод характерен для предприятий серийного производства.

Количество оборудования в непоточном производстве рассчитывается по группам однотипных взаимозаменяемых станков:

где n – количество наименований деталей, обрабатываемых на данном оборудовании; Nj - количество деталей j-го наименования, обрабатываемых за расчетный период времени (обычно год); tj - норма времени на обработку j-й детали, мин; Фэф – эффективный фонд времени работы единицы оборудования за расчетный период; Квн – коэффициент выполнения норм времени.

Поскольку в непоточном производстве на одних и тех же рабочих местах обрабатывается большая номенклатура деталей, очень важно определить количество одинаковых деталей, обрабатываемых непрерывно на каждой операции, т.е. партию деталей. Это связано с тем, что величина партии деталей влияет на эффективность производства.

В непоточном производстве применяется , как правило, универсальное оборудование. Разработка технологических процессов для каждого изделия носит индивидуальный характер. Приспособления, оснастка, специальный инструмент обычно стоят дорого и списываются при снятии изделия с производства задолго до их физического износа. Все это удорожает себестоимость продукции и не способствует эффективности производства.

Непоточное производство в организационном отношении является довольно сложным и не соответствует в полной мере принципам рациональной организации производственного процесса.

Непоточное производство может быть специализировано в следующих формах: технологической, предметной и смешанной.

Технологическая форма специализации характеризуется созданием цехов и участков, на которых оборудование (рабочие места) специализированы по признаку их технологической однородности и размеров. Например, в механообрабатывающих цехах могут быть участки, созданные по видам металлорежущих станков, которые разделяются еще на группы крупных, средних и малых станков (токарных, фрезерных, сверлильных и др.).

На технологических участках (групповом расположении оборудования) партии деталей могут обрабатываться одновременно на нескольких единицах оборудования ( станках дублерах). В этом случае может быть организованно многостаночное обслуживание, при котором значительно сокращается продолжительность производственного цикла обработки партии деталей, снижается себестоимость их обработки.

При предметной форме специализации создаются производственные цехи и участки, специализированные по предметам. Они могут быть предметно-замкнутыми (ПЗУ) и предметно-групповыми (ПГУ).

На предметно-замкнутых участках (в технологическом отношении) должны выполняться, как правило, все (от первой до последней) операции, необходимые для обработки деталей или сборки сборочной единицы.

Поскольку полностью замкнуть процесс изготовления детали на одном участке (в цехе) в некоторых случаях по ряду причин не представляется возможным допускается некоторая кооперация с участками данного цеха или других цехов.

Номенклатура деталей, обрабатываемых на ПЗУ, значительно меньше, чем на любом технологическом участке. Вся номеклатура деталей, закрепляемая за цехом, при предметной форме специализации разбивается по нескольким участкам, на каждом из которых обрабатывается только эта часть (несколько или одна номенклатурная единица). В связи с этим в основе организации ПЗУ заложена классификация деталей и сборочных единиц по определенным признакам и за крепление каждой классификационной группы деталей за определенной группой рабочих мест.

При предметно-групповой форме организации непоточного производства создаются предметные, групповые или подетально-групповые участки на основе использования групповой технологии обработки деталей. К достоинствами ПГУ можно отнести: 1) отсутствие времени на переналадку оборудования, что приводит к снижению себестоимости обработки деталей, повышению производительности и увеличению коэффициента использования оборудования; 2) упрощение внутрицехового оперативно-производственного планирования и управления за счет сокращения внешних связей каждого участка; 3) повышение степени саморегулирования участком вследствие увеличения внутренних связей на участке. Однако в некоторых случаях не удается производить детали на одном участке (ПЗУ или ПГУ) по ряду причин (слишком малая загрузка того или иного оборудования, необходимость вынесения отдельных операций по санитарно-гигиеническим или технологическим условиям в отдельные помещения и т. д.). В таком случае используется смешанная форма специализации производства, т.е. обработка деталей ведется на технологических и предметно- замкнутых участках (предметно-групповых) участках. Данная форма имеет те же преимущества и недостатки, что и две рассмотренные выше формы, но при этом появляются дополнительные трудности в организации производства:

1.Технологический маршрут разрывается на отдельные части, если выделяемые операции не начальные и не конечные.

2. Значительно удлиняется маршрут движения деталей в связи с заходами их в другие цехи (участки) и возрастает продолжительность производственного цикла за счет увеличения времени транспортировки.

3. Снижается ответственность единого лица за сроки изготовления деталей и их качество.

4. Появляются оборотные заделы между участками, что вызывает потребность складских помещений и обусловливает рост незавершенного производства.

**Особенности организации предметно-замкнутых участков (ПЗУ)**

Как отмечалось выше, на предметно-замкнутых участках производится полная обработка деталей (или почти полная, без отдельных операций), в результате которой получается законченная продукция.

На практике различают следующие разновидности предметно-замкнутых участков обработки деталей:

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

Для организации работы таких участков необходимо рассчитывать следующие календарно-плановые нормативы: размер партии деталей конкретного наименования; периодичность (ритмичность) чередования партии деталей этого наименования; число партий по каждому наименованию деталей; количество единиц оборудования по каждой операции производственного процесса и коэффициент его загрузки; продолжительность производственного цикла обработки партии деталей каждого наименования; нормативы заделов и незавершенного производства.

В основу расчета календарно-плановых нормативов закладываются: программа выпуска (запуска) деталей каждого наименования на плановый период; технологический процесс и нормы времени обработки деталей каждого наименования по конкретной операции; нормы подготовительно-заключительного времени на каждую операцию по каждому наименованию детали; допустимые потери рабочего времени на переналадку и плановые ремонты оборудования; число рабочих дней в плановом периоде, продолжительность рабочей смены и режим работы.

**Характеристика поточного производства и классификация поточных линий**

Поточное производство является высокоэффективным методом организации производственного процесса. В условиях потока производственный процесс осуществляется в максимальном соответствии с принципами его рациональной организации — прямоточностью, непрерывностью, пропорциональностью и др.

Для поточного производства характерны следующие основные признаки:

1. за группой рабочих мест закрепляется обработка или сборка предмета одного наименования или ограниченного количества наименований предметов, родственных в конструктивно-технологическом отношении;
2. рабочие места располагаются по ходу технологического процесса; технологический процесс изготовления изделия разбивается на операции и на каждом рабочем месте выполняется одна или несколько родственных операций;
3. предметы передаются с операции на операцию поштучно или небольшими передаточными (транспортными) партиями в соответствии с заданным ритмом работы поточной линии, благодаря чему достигается высокая степень параллельности и непрерывности;
4. основные и вспомогательные операции вследствие узкой специализации рабочих мест отличаются высоким уровнем механизации и автоматизации. Широко применяется специальный межоперационный транспорт, выполняющий не только функции перемещения обрабатываемых предметов, но и поддержания ритма производства.

Элементы поточной организации производства имели место уже в мануфактурный период капиталистической промышленности. Впервые поточное производство в его наиболее совершенной форме было организовано Г. Фордом в начале нашего века при изготовлении автомобилей. В промышленности дореволюционной России поточного производства не существовало. После Октябрьской революции вместе с развитием промышленности и технического прогресса поточные методы получают широкое развитие. В годы Великой Отечественной войны они сыграли огромную роль в бесперебойном снабжении фронта боеприпасами и военной техникой. В настоящее время поточные методы широко распространены во многих отраслях промышленности: в машиностроении, например, выпуск продукции поточными методами составляет более 40 %.

Основным звеном поточного производства является поточная линия, представляющая собой группу рабочих мест, за которыми закреплено изготовление одного или ограниченного количества наименований предметов труда и производственный процесс, на котором осуществляется в соответствии с признаками поточного производства.

В зависимости от конкретных производственных условий применяются различные виды поточных линий.

1. По номенклатуре изготовляемых, изделий поточные линии делятся на одно- и многопредметные.

Однопредметной называется поточная линия, на которой обрабатывается или собирается предмет одного типоразмера в течение длительного периода времени. Для перехода на изготовление предмета другого типоразмера требуется перестройка линии (перестановка, замена оборудования, изменение планировки и др.). Однопредметные поточные линии применяются при устойчивом выпуске изделий в больших количествах, т. е. в массовом производстве.

Многопредметной называется поточная линия, за которой закреплено изготовление нескольких типоразмеров предметов, сходных по конструкции и технологии обработки или сборки. Такие линии характерны для серийного производства, когда объем выпуска предметов одного типоразмера является недостаточным для эффективной загрузки рабочих мест линии.

Многопредметные поточные линии могут быть постоянно-поточными (групповыми) и переменно-поточными.

Постоянно-поточной (групповой) называется поточная линия, на которой обрабатывается или собирается группа родственных в технологическом отношении предметов без переналадки оборудования. Для этого каждое рабочее место должно быть оснащено групповыми приспособлениями, необходимыми для обработки изделий, закрепленных за линией.

На переменно-поточной линии различные предметы обрабатываются или собираются последовательно чередующимися партиями. После обработки или сборки партии одних предметов проводится переналадка оборудования и запускается в производство следующая партия.

2. По степени непрерывности процесса поточные линии делятся на непрерывные и прерывные, или прямоточные.

Непрерывной является поточная линия, на которой обрабатываемые или собираемые предметы перемещаются по всем операциям линии непрерывно, т. е. без межоперационного простоя. Такое движение предметов по операциям называют параллельным.

Непрерывное движение предметов по операциям эффективно только при непрерывности работы оборудования и рабочих. Условием непрерывности поточной линии является равная производительность па всех операциях линии. Для создания подобного условия необходимо, чтобы продолжительность каждой операции на линии была равна или кратна единому такту работы линии.

Непрерывные поточные линии являются наиболее совершенной формой поточного производства. Они обеспечивают строгую ритмичность в работе и самую короткую длительность производственного цикла.

Прерывной, или прямоточной, называется поточная линия, операции которой не синхронизированы и, следовательно, не могут быть выровнены по производительности. Между операциями образуются оборотные заделы (запасы) обрабатываемых предметов, вследствие чего непрерывность процесса нарушается. Прямоточные линии применяются при обработке трудоемких деталей на разнотипном оборудовании, когда перераспределение работ между операциями в целях синхронизации невозможно.

3. По способу поддержания ритма различают линии с регламентированным и свободным ритмом.

На линии с регламентированным ритмом обрабатываемые или собираемые предметы передаются с операции на операцию через точно фиксируемое время, т. е. с заданным ритмом, поддерживаемым с помощью специальных устройств. Как правило, регламентация ритма достигается определенной скоростью или периодичностью движения конвейера, а также путем звуковой и световой сигнализации, информирующей рабочих об окончании данной операции и необходимости передачи предмета на следующую. Линии с регламентированным ритмом характерны для непрерывно поточного производства.

 На линии со свободным ритмом соблюдение последнего возлагается на рабочих линии и мастера. Передача отдельных предметов может производиться с отклонениями от расчетного ритма работы, тогда на линии образуются межоперационные запасы обрабатываемых предметов. Линии со свободным ритмом применяются как в непрерывно-поточном, так и прямоточном производстве. Заданный ритм в условиях непрерывно-поточного производства обеспечивается обычно стабильной производительностью рабочего на первой операции. Может применяться также звуковая и световая сигнализация для ориентации рабочих (ритм становится полусвободным).

4. По способу транспортирования предметов между операциями различают конвейерные и неконвейерные поточные линии.

Для транспортирования, а также поддержания заданного ритма работы на поточных линиях широко применяются транспортные средства непрерывного действия с механическим приводом, называемые конвейерами. Конвейеры могут быть различных конструкций: ленточные, пластинчатые, тележечные, подвесные и др. Применяемый вид конвейера зависит от многих факторов, и в первую очередь от особенностей обрабатываемого или собираемого изделия: его габаритных размеров, массы и др.

На линиях неконвейерного типа (в основном прерывно-поточные линии) применяются разнообразные транспортные средства, которые подразделяют на бесприводные гравитационного действия — рольганги, скаты, желоба, склизы и т. д. и циклического действия — краны, электротележки, автопогрузчики и др.

Перемещать предметы по рабочим местам не всегда целесообразно. При сборке, например, крупных и тяжелых машин проще организовать гак называемую стационарную поточную линию, на которой собираемое изделие устанавливается неподвижно па сборочном стенде, а перемещаются специализированные бригады рабочих, за которыми закреплены отдельные операции. Число бригад равно или кратно числу сборочных мест на такой линии, Стационарные поточные линии организуются в самолетостроении, судостроении, при производстве тяжелых станков.

5. В зависимости от места выполнения операций различают поточные линии с рабочими конвейерами и конвейерами со снятием предметов для обработки.

Рабочий конвейер кроме транспортирования и поддержания ритма служит еще местом выполнения операций непосредственно на его несущей части. Типичным примером таких конвейеров являются сборочные конвейеры.

Конвейеры со снятием предметов характерны для обработки деталей на различном оборудовании,

6. В зависимости от характера перемещения различают конвейеры с непрерывным и пульсирующим движением.

На конвейере с непрерывным движением несущая его часть движется непрерывно с установленной скоростью.

На конвейере с пульсирующим движение во время обработки (сборки) предметов несущая часть конвейера находится в неподвижном состоянии и приводится в движение периодически через промежуток времени, равный такту линии. Конвейеры с пульсирующим движением применяются в тех случаях, когда по условиям технологического процесса обрабатываемый или собираемый предмет должен быть неподвижным, например, при сборке точных машин. Пульсирующее движение характерно как для рабочих конвейеров, так и для конвейеров со снятием предметов.

**Подготовка внедрения и расчет параметров поточных линий**

Внедрение поточного производства основывается на предварительном проведении большого круга технических и организационных мероприятий, обеспечивающих эффективную работу поточных линий. Весь комплекс мероприятий, проводимых в процессе проектирования потока, должен обеспечить создание следующих условий: 1) достаточный по объему и устойчивости выпуск продукции; 2) высокую степень технологичности и стабильности (отработанности) конструкции изделия; 3) применение прогрессивной технологии, основанной на широкой механизации и автоматизации процессов; 4) целесообразную планировку рабочих мест и четкую организацию труда на них.

На основе анализа объемов выпуска продукции, состояния технологического процесса и возможностей его совершенствования, массы и габаритных размеров изделия выбирается тот или иной вид поточной линии. Так, если объем выпуска изделий данного наименования достаточен для загрузки оборудования линии, то используют однопредметную поточную линию. Если такой возможности нет, то организуются многопредметные линии при наличии соответствующих условий (достаточный выпуск конструктивно и технологически подобных изделий, типизация технологических процессов и т. п.).

В зависимости от возможностей синхронизации операций технологического процесса проектируется непрерывно-поточная или прерывно-поточная линия и соответственно выбирается способ поддержания ритма.

Масса, габаритные размеры изделий и характер их обработки (сборки) влияют на выбор транспортных средств, организацию рабочего конвейера или конвейера со снятием изделия.

Поточное производство предъявляет к организации производственного процесса ряд требований, В области технологической дисциплины — четкое выполнение всех элементов операции, предусмотренных картой технологического процесса. Важнейшим условием нормальной работы поточной линии является бесперебойное обслуживание рабочих мест материалами или заготовками, наладкой и под наладкой оборудования, режущим инструментом и оснасткой. В области трудовой дисциплины поточное производство требует жесткого соблюдения трудового режима. Следует иметь высококвалифицированных резервных рабочих, которые могли бы заменить отсутствующих на любой операции. Все эти вопросы должны решаться в процессе подготовки поточного производства к внедрению, строго регламентироваться в технологической и организационной документации (картах технологического процесса, инструкциях, графиках смены инструмента, схемах маневрирования, замены рабочих, совмещения операций).

При проектировании поточной линии производится ряд расчетов показателей поточной линии (см сборник задач, с 14-18; 21-22).

Планировка поточных линий может быть различной в зависимости от числа рабочих мест, применяемых транспортных средств, площади участка. Наиболее простая планировка — это прямолинейное расположение рабочих мест по ходу технологического процесса. Однако это возможно, когда число рабочих мест на линии невелико. В других случаях используются двухрядное, зигзагообразное, кольцевое и другие виды расположения рабочих мест. Смежные поточные линии должны располагаться таким образом, чтобы облегчить транспортирование изделий между ними. При организации поточной обработки и сборки изделий линии, питающие сборочный конвейер, располагаются обычно перпендикулярно.

Переход на поток улучшает важнейшие показатели работы предприятия: повышаются производительность труда и качество продукции, улучшается использование оборудования, сокращается длительность производственного цикла и снижаются размеры незавершенного производства. В конечном счете, снижается себестоимость продукции и повышается рентабельность производства.

**Организация автоматического производства**

Процесс развития автоматизации на промышленных предприятиях прошел ряд этапов. На первом этапе проводилась автоматизация отдельных операций или их групп с полным или частичным освобождением рабочего от выполнения трудоемких, вредных, монотонных операций. В этих условиях создавались полуавтоматы и автоматы.

Полуавтомат — это такая машина, цикл работы которой в конце выполняемой операции автоматически прерывается и для его возобновления необходимо вмешательство рабочего. Автомат представляет собой саморегулирующую рабочую машину, которая осуществляет все элементы обработки, кроме контроля и наладки.

При применении автоматов и полуавтоматов для выполнения отдельных операций, т. е. при частичной автоматизации производственного процесса, как правило, применяются непоточные методы организации производства, организуется многостаночное обслуживание.

Второй этап развития автоматизации характеризуется появлением автоматической линии, т. е. автоматической системы машин, расположенных по ходу технологического процесса и осуществляющих без непосредственного участия человека в определенной последовательности и с заданным ритмом технологические операции по изготовлению продукции. Человеком выполняются функции наладки и управления.

Автоматические линии являются дальнейшим развитием поточных. Они, так же как и поточные, могут быть одно- и многопредметными. Важной характеристикой автоматических станочных линий является способ кинематической связи оборудования, которая может быть жесткой и гибкой.

При жесткой кинематической связи все оборудование линии связано и жесткую систему единым транспортером, перемещающим обрабатываемые предметы с операции на операцию одновременно в соответствии с заданным ритмом. Основной недостаток линии с жесткой связью состоит в том, что остановка одного из станков требует остановки всей линии. Если в линию включается довольно большое количество станков с невысокой степенью надежности их работы, то такая линия может оказаться неэффективной.

На линиях с гибкой кинематической связью между каждой парой смежных станков (или их группой) имеется независимое транспортное устройство и накопитель деталей (бункер). В случае отказа одного из станков остальные работают за счет имеющегося задела и межоперационных накопителях. Линия меньше простаивает, однако она более сложна в конструктивном отношении, дороже и, кроме того, увеличивает незавершенное производство.

Третий этап автоматизации организация комплексно-автоматизированных участком, цехов и заводов в целом с использованием электронно-вычислительной техники.

Возможности автоматизации производственных процессов во многом зависят от типа производства. Наиболее просто поддается автоматизации массовое производство, характеризующееся узкой специализацией рабочих мест, четкой и устойчивой направленностью потоков заготовок, материалов, деталей от одного рабочего места к другому, я также между цехами. Массовое производство характеризуется выпуском изделий с хорошо отработанной, неизменной конструкцией (хотя возможен выпуск нескольких близких по конструкции модификаций основного изделия), высокой стабильностью технологических процессов на всех рабочих местах. Здесь развитие автоматизации идет по пути создания комплексных автоматических линий, переналаживаемых на различные размеры деталей

В серийном производстве автоматизация производственных процессов связана с большой обновляемостью производственной программы (например, в машиностроении в среднем по 20 % в год). При этом в процессе производства для улучшения технологических и эксплуатационных свойств продукции изменяют конструкцию изделий, одновременно в производстве может находиться несколько серий разных изделий. Это требует гибкого использования производственного оборудования, создания предметно-замкнутых участков и групповых поточных линий, компонующихся из быстро переналаживаемых одно- и многопозиционных станков.

Большие трудности встречаются при автоматизации мелкосерийного и единичного производства. Их преодолению способствовало создание систем числового программного управления (ЧПУ) рабочими циклами станков. В станках с ЧПУ программа работы станков задается цифрами, получаемыми непосредственно из чертежей обрабатываемых деталей.

В СССР серийное производство станков с ЧПУ началось в конце 70-х, к концу же 1985 г. число единиц оборудования с программным управлением в промышленности составило более 125 тыс. В настоящее время все наиболее распространенные виды станков (токарные, револьверные, фрезерные, сверлильные, расточные и т. д.) оснащены системами ЧПУ. Практика использования станков с ЧПУ на отечественных и зарубежных предприятиях выявила их огромные технологические, организационные и экономические преимущества: производительность таких станков в сравнении с обычными выше примерно в 3—5 раз; трудоемкость переналадки ниже на 60—70 %, так как переналадка станков заключается в замене программы, записанной на соответствующем носителе, а в ряде случаев — в замене инструмента; значительно сокращается потребность в производственных площадях; меньше требуется затрат на оснастку; экономится время на контроль, повышается качество продукции. Широкий диапазон работ, выполняемых этими станками, делает их незаменимыми в единичном и мелкосерийном производстве. Они также применяются в серийном и массовом производстве, есть опыт включения станков с ЧПУ в поточные линии.

Автоматизация вспомогательных операций, выполняемых в процессе обработки деталей на металлообрабатывающих станках, способствовала появлению многоинструментальных станком с ЧПУ, так называемых обрабатывающих центров. По производительности они эквивалентны 3 — 4 станкам с ЧПУ и 8-12 обычным станкам. Расширение области применения станков с ЧПУ, повышение из надежности и производительности осуществляются на основе объединения станков с ЧПУ и ЭВМ в единую комплексную систему Внедрение систем группового управления станками с ЧПУ, в свою очередь, приводит к изменениям к организации производства. Появляется необходимость взаимной увязки работы станков. Отсюда — задача одновременной автоматизации процессов производства и оперативного планирования и управления. В настоящее время у нас в стране и за рубежом ведутся разработки единых систем автоматизированного проектирования, изготовления деталей на станках с ЧПУ и календарного планирования их производства.

В решении задач комплексной автоматизации особое место принадлежит внедрению в производство автоматических манипуляторов с программным управлением промышленных роботов.

Промышленные роботы современных конструкций — это универсальные автоматизированные машины, запрограммированные на выполнение от нескольких десятков до нескольких сотен последовательных команд. Их универсальность, возможность быстрой переналадки при смене условий или объектов производства, высокая надежность, длительный срок службы позволяют осуществлять гибкую автоматизацию серийного и мелкосерийного производства, освобождают человека от выполнения монотонных, утомительных операций, а также процессов, протекающих во вредной среде.

Современный период развития промышленного производства характеризуется, как уже отмечалось, высокой степенью обновляемости объекта производства, который во всех без исключения случаях оказывается динамичнее условий производства. В связи с тем, что производственный аппарат промышленных предприятий обновляется медленнее, чем изделия, выпуск которых они призваны осуществлять, возникает одна из острейших проблем современного производства — проблема его адаптации к быстро меняющимся требованиям подлежащей выпуску продукции.

Производственная система, соответствующая требованиям современного этапа НТР, учитывающая современные тенденции и перспективы развитая промышленного производства, должна быть; высокоэффективной — отличаться высокой производительностью при минимальных издержках производства; высоко-адаптивной, что предполагает высокий уровень гибкости техники и технологии, обеспечивающий минимум потерь трудовых и материальных затрат при смене (обновлении) объектов производства; стабильной - характеризоваться постоянным составом и структурой технических средств, технологического процесса и организации производства в течение определенного периода времени.

Современная производственная система должна сочетать гибкость, низших (единичного, мелкосерийного) и высокую производительность, высших (крупносерийного, массового) типов производства. При этом под гибкостью производства понимается его способность без каких-либо существенных изменений техники, технологии и организации производства обеспечивать освоение новых изделий в кратчайшие сроки и с минимальными затратами трудовых и материальных ресурсов вне зависимости от изменения конструктивных и технологических характеристик изделий.

Гибкое автоматизированное производство представляет собой организационно-техническую производственную систему, функционирующую на основе комплексной автоматизации, обладающую способностью (в диапазоне технических возможностей) с минимальными затратами и в короткие сроки заменить выпускаемую продукцию па новую путем перестройки технологического процесса (в пределах наличного станочного парка и обслуживающего комплекса) за счет замены управляющих программ.

Основными уровнями развития ГАП являются гибкий производственный модуль, или ячейка (ГПМ) и гибкий производственный комплекс (ГПК).

ГПМ — это способная автоматически переналаживаться и автономно функционировать единица автоматического оборудования (с ЧПУ), оснащенная автоматизированными устройствами (роботами) загрузки заготовок, удаления обработанной детали (узла), отходов (например, стружки), подачи и замены инструмента, измерений и контроля в процессе обработки, а также устройствами диагностики неполадок и отказов в работе.

ГПК — два и более взаимосвязанных гибких производственных модуля, объединенных автоматизированными системами управления, транспортно-складской системой и системой инструментального обеспечения, синхронизацию работы которых осуществляет (как и управление всем производственным циклом) единая ЭВМ или сеть ЭВМ, обеспечивающая быстрый переход на обработку любой другой детали (узла) В пределах технических возможностей оборудования.

Гибкое автоматизированное производство - два и более взаимосоединенных гибких производственных комплекса с автоматизированной инженерной и технической подготовкой производства, обеспечивающей быструю перестройку технологии производства и выпуск новых изделий,

ГАП состоит из трех основных компонентов: автоматизированной системы управления производством (АСУП), автоматизированных участков подготовки производства и гибких автоматизированных производственных комплексов. В ГАП интегрируется АСУП САПР конструирования и технологии, а также автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП). Такая структура ГАП является общей для всех видов производств (механообрабатывающих, литейных, сварочных) и единой как для основного, так и для вспомогательного производства.

В зависимости от структурного уровня производственной единицы ГАП может представлять собой участок, цех, завод. Поэтому под АСУП понимается автоматизированная система управления той производственной единицей, которая автоматизирована, при этом предусматривается наличие связей с АСУП более высокого иерархического уровня.

Гибкое автоматизированное производство предполагает автоматизацию практически всех технологических, вспомогательных, транспортных операций. Например, в ГАП механообработки могут быть автоматизированы: загрузка заготовок па станки и снятие с них деталей; обработка деталей по заданной программе; смена режущих инструментов; контроль деталей в процессе и после обработки; уборка стружки; транспортирование деталей от станка к станку в любой задаваемой последовательности; изменение программ обработки; управление работой всего комплекса оборудования, входящего в состав ГАП, по принципу гибко перестраиваемой технологии.

Гибкость автоматизированных производств, т. е. их способность к перестройке, обеспечивается:

* связью всех единиц автоматического технологического оборудования в единый производственный комплекс с помощью автоматизированных транспортно-складских систем и участков комплектования;
* широким использованием микропроцессоров; унифицированным модульным составом всех компонентов ГАП; принудительной синхронизацией работы всех производственных компонентов от ЭВМ:
* программируемостью технологии и управления и др.

Все созданные ГАП выполняют еще только часть перечисленных функций. В частности, они не имеют гибко перестраиваемых автоматизированных участков подготовки производства. Тем не менее, уже сегодня видно, что трудности, препятствующие созданию ГАП в полном объеме, преодолимы. Реализация ГАП, как показывает отечественный и зарубежный опыт, позволяет: обеспечить быструю перестройку производства на выпуск повой продукции и этим полнее удовлетворять запросы потребителей; повысить коэффициент сменности до 2,5—2,8, а коэффициент использования оборудования — до 0,85—0,9 и приблизить показатели мелко- и среднесерийного выпуска продукции к характеристикам массового производства; улучшить условия труда, сократить число занятых во вторую и третью смены, существенно уменьшить объем ручных работ; повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции.

Автоматизация коренным образом меняет характер организации производственного процесса и труда. Если в поточном производстве труд носит однообразный характер, так как рабочий продолжительное время выполняет небольшую по объему операцию дифференцированного технологического процесса, то в автоматизированном производстве высококвалифицированные наладчики и диспетчеры контролируют работу машин и регулируют их действия. Это требует от рабочих больших знаний и навыков, овладение ими способствует стиранию различий между физическим и умственным трудом.

## Основные задачи, стадии и этапы проектно-конструкторской подготовки

Основной задачей проектно-конструкторской подготовки производства является создание комплекта чертежной документации для изготовления и испытания макетов, опытных образцов (опытной партии), установочной серии и документации для установившегося серийного или массового производства новых изделий с использованием результатов прикладных НИР, ОКР и в соответствии с требованиями технического задания.

Содержание и порядок выполнения работ на этой стадии системы СОНТ регламентируются ГОСТами в единой системе конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ определяет следующие стадии конструкторской подготовки производства (КПП): техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект и рабочий проект.

Техническое задание является исходным документом, на основе которого осуществляется вся работа по проектированию нового изделия. Оно разрабатывается на проектирование нового изделия либо предприятием - изготовителем продукции и согласуется с заказчиком (основным потребителем), либо заказчиком. Утверждается ведущим министерством (к профилю которого относится разрабатываемое изделие)

В техническом задании определяется назначение будущего изделия, тщательно обосновываются его технические и эксплуатационные параметры и характеристики: производительность, габариты, скорость, надежность, долговечность и другие показатели, обусловленные характером работы будущего изделия. В нем также содержатся сведения о характере производства, условиях транспортировки, хранения и ремонта, рекомендации по выполнению необходимых стадий разработки конструкторской документации и его составу; технико-экономическое обоснование и другие требования.

Разработка технического задания базируется на основе выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, результатов изучения патентной информации маркетинговых исследований, анализа существующих аналогичных моделей и условий их эксплуатации.

Техническое предложение разрабатывается в том случае, если техническое задание разработчику нового изделия выдано заказчиком. Второе содержит тщательный анализ первого и технико-экономическое обоснование возможных технических решений при проектировании изделия, сравнительную оценку с учетом эксплуатационных особенностей проектируемого и существующего изделия подобного типа, а также анализ патентных материалов.

Порядок согласования и утверждения технического предложения такой же, как и технического задания. После согласования и утверждения техническое предложение является основанием для разработки эскизного проекта Последний разрабатывается в том случае, если это предусмотрено техническим заданием или техническим предложением, там же определяются объем и состав работ.

Эскизный проект состоит из графической части и пояснительной записки.

Первая часть содержит принципиальные конструктивные решения, дающие представление об изделии и принципе его работы, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры. Таким образом, она дает конструктивное оформление будущей конструкции изделия, включая чертежи общего вида, функциональные блоки, входные и выходные электрические данные всех узлов (блоков), составляющих общую блок-схему. На этой стадии разрабатывается документация для изготовления макетов, осуществляется их изготовление и испытания, после чего корректируется конструкторская документация.

Вторая часть эскизного проекта содержит расчет основных параметров конструкции, описание эксплуатационных особенностей и примерный график работ по технической подготовке производства.

В состав задач эскизного проекта входит и разработка различных руководящих указаний по обеспечению на последующих стадиях технологичности, надежности, стандартизации и унификации, а также составление ведомости спецификаций материалов и комплектующих изделий на опытные образцы для последующей передачи их в службу материально-технического обеспечения. Макет изделия позволяет добиться удачной компоновки отдельных частей, найти более правильные эстетические и эргономические решения и тем самым ускорить разработку конструкторской документации на последующих стадиях системы СОНТ.

Эскизный проект проходит те же стадии согласования и утверждения, что и техническое задание.

Технический проект разрабатывается на основе утвержденного эскизного проекта и предусматривает выполнение графической и расчетной частей, а также уточнения технико-экономических показателей создаваемого изделия. Он состоит из совокупности конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации.

В графической части технического проекта приводятся чертежи общего вида проектируемого изделия, узлов в сборке и основных деталей. Чертежи обязательно согласовываются с технологами.

В пояснительной записке содержатся описание и расчет параметров основных сборочных единиц и базовых деталей изделия, описание принципов его работы, обоснование выбора материалов и видов защитных покрытий, описание всех схем и окончательные технико-экономические расчеты. На этой стадии при разработке вариантов изделий изготавливается и испытывается опытный образец.

Технический проект проходит те же стадии согласования и утверждения, что и техническое задание.

Рабочий проект является дальнейшим развитием и конкретизацией технического проекта. Эта стадия КПП разбивается на три уровня: а) разработка рабочей документации опытной партии (опытного образца); б) разработка рабочей документации установочной серии; в) разработка рабочей документации установившегося серийного или массового производства.

Первый уровень рабочего проектирования выполняется в три, а иногда и в пять этапов.

На первом этапе разрабатывают конструкторскую документацию для изготовления опытной партии. Одновременно определяют возможность получения от поставщиков некоторых деталей, узлов, блоков (комплектующих). Всю документацию передают в экспериментальный цех для изготовления по ней опытной партии (опытного образца).

На втором этапе осуществляют изготовление и заводские испытания опытной партии. Как правило, проводят заводские механические, электрические, климатические и другие испытания.

Третий этап заключается в корректировке технической документации по результатам заводских испытаний опытных образцов.

Если изделие проходит государственные испытания (четвертый этап), то в процессе этих испытаний уточняются параметры и показатели изделия в реальных условиях эксплуатации, выявляются все недостатки, которые впоследствии устраняются.

Пятый этап состоит в корректировке документации по результатам государственных испытаний и согласовании с технологами вопросов, касающихся классов шероховатости, точности, допусков и посадок.

Второй уровень рабочего проектирования выполняется в два этапа.

На первом этапе в основных цехах завода изготавливают установочную серию изделий, которая затем проходит длительные испытания в реальных условиях эксплуатации, где уточняют стойкость, долговечность отдельных деталей и узлов изделия, намечают пути их повышения. Запуску установочных серий предшествует, как правило, технологическая подготовка производства.

На втором этапе производят корректировку конструкторской документации по результатам изготовления, испытания и оснащения технологических процессов изготовления изделий специальной оснасткой. Одновременно с этим корректируют и технологическую документацию.

Третий уровень рабочего проектирования выполняется в два этапа.

На первом этапе осуществляют изготовление и испытание головной или контрольной серии изделий, на основе которого производят окончательную отработку и выверку технологических процессов и технологического оснащения, корректировки технологической документации, чертежей приспособлении штампов и т. д., а также нормативов расхода материалов и рабочего времени.

На втором этапе окончательно корректируют конструкторскую документацию.

Такой, на первый взгляд громоздкий, порядок осуществления конструкторской подготовки производства в массово'' или крупносерийном производстве дает большой экономический эффект. За счет тщательной отработки конструкции изделия и его отдельных частей обеспечиваются максимальная то технологичность в производстве, надежность и ремонтопригодность в эксплуатации.

Круг работ, выполняемых на стадиях, может отличаться от рассмотренного выше в зависимости от типа производства, сложности изделия, степени унификации, уровня кооперирования и ряда других факторов.

**Стандартизация и унификация в конструкторской подготовке производства**

Важнейшей особенностью современной организации конструкторской подготовки производства является широкое использование стандартизации, которая позволяет избежать необоснованного многообразия в качестве, типах и конструкциях изделий, в формах и размерах деталей и заготовок, в профилях и марках материалов, в технологических процессах и организационных методах. Стандартизация является одним из эффективных средств ускорения научно-технического прогресса, повышения эффективности производства и роста производительности труда конструкторов, сокращения цикла СОНТ.

Конструкторская унификация - это комплекс мероприятий, обеспечивающих устранение необоснованного многообразия изделий одного назначения и разнотипности их составных частей и деталей, приведение к возможному единообразию способов их изготовления, сборки и испытания. Унификация является базой агрегирования, т. е. создания изделий путем их компоновки из ограниченного числа унифицированных элементов, и конструкционной преемственности. Унификация дополняет стандартизацию, это своего рода конструкторская стандартизация.

Государственная система стандартизации, установив основные положения в этой области, предусматривает следующие категории стандартов: государственные стандарты (ГОСТ), отраслевые стандарты (ОСТ) и стандарты предприятий (СТП).

ГОСТ - одна из основных категорий стандартов, установленных государственной системой стандартизации.

ОСТы устанавливаются на продукцию, не относящуюся к объектам государственной стандартизации, например на технологическую оснастку, инструмент, специфические для данной отрасли технологические процессы, а также на нормы, правила, требования, термины и обозначения, регламентация которых необходима для обеспечения взаимосвязи в производственно-технической деятельности предприятий и организаций отрасли. ОСТы обязательны для всех предприятий и организаций данной отрасли.

Стандарты предприятий устанавливаются на продукцию одного или нескольких предприятий (заводов).

Основной задачей заводской стандартизации является создание максимального числа сходных, геометрически подобных либо аналогичных элементов в изделиях не только одного, но и различного назначения.

Заводская стандартизация значительно упрощает, удешевляет и ускоряет технологическую подготовку и является важной предпосылкой стандартизации технологической оснастки.

Стандарт - это устойчивый образец, он закрепляет достижения в области технического прогресса и новой техники, которые разработаны, проверены и могут быть применены в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве. Он является строго обязательным. При проектировании новых машин в первую очередь должны быть применены изделия и нормы из государственных стандартов.

Основными видами государственных стандартов в машиностроении являются:

* стандарты технических условий (определяют качество продукции, содержат потребительские характеристики, правила приемки, методы проверки качества, требования к маркировке, упаковке, транспортировке, хранению);
* стандарты параметров или размеров (содержат параметрические ряды конструкций, т. е. ряды основных показателей, построенные в определенной математической закономерности);
* стандарты типов и основных параметров (содержат не только параметрические ряды, но и дополнительные характеристики, например конструктивные схемы, компоновки и т. д.);
* стандарты конструкций и размеров (устанавливают конструктивные решения и основные размеры для унификации);
* стандарты марок (устанавливают номенклатуру и обозначение марок материалов, их химический состав, физико-механические свойства);
* стандарты сортамента (устанавливают размеры, геометрическую форму, требования к точности и т. д.);
* стандарты технических требований (охватывают эксплуатационные характеристики конструкции - требования безопасности, удобства эксплуатации, технической эстетики; нормы надежности, долговечности, устойчивости к внешним воздействиям);
* стандарты правил эксплуатации и ремонта;
* стандарты типовых технологических процессов;
* стандарты организационного типа (внедрение передовых примеров и методов выполнения работ).

В процессе проектирования конструктор обязан широко использовать все стандарты, относящиеся к проектируемому объекту. Особенно эффективно применение стандартных деталей, узлов и агрегатов, изготовляемых в централизованном порядке на специализированных заводах. К числу основных методов конструктивной стандартизации относятся: внедрение конструктивных стандартов (нормалей); создание параметрических рядов (гамм) машин; агрегатирование; обеспечение конструктивной преемственности.

Внедрение конструктивных стандартов на заводах проводится по двум направлениям: 1) разработка и внедрение стандартов; 2) нормализационный контроль (нормоконтроль чертежей и других конструкторских документов).

Разработка стандартов основывается на систематизации и обобщении передового конструкторского опыта, отраженного в государственных, отраслевых и заводских стандартах; в свободных таблицах применяемости отдельных марок металлов, подшипников, крепежных деталей, конструктивных элементов (модели зубчатых колес, допуски и посадки, резьбы и др.); в результатах лабораторных и эксплуатационных испытаний узлов, деталей; в данных нормализационного контроля.

Введение нормоконтроля имеет большое воспитательное и организующее значение. Нормоконтроль стимулирует у конструкторов уважение к стандартам и унификации. Еще одна задача нормоконтроля - проверка правильности выполнения конструкторских документов в соответствии с требованиями ЕСКД.

Создание параметрических рядов (гамм) – один из наиболее эффективных методов конструирования изделий. Под параметрическим рядом подразумевается совокупность изготовляемых на данном заводе или в данной отрасли машин, приборов или иного оборудования одного эксплуатационного назначения, аналогичных по кинематике или рабочему процессу, но различных по габаритам, мощностным или эксплуатационным параметрам.

Агрегатирование – это форма унификации, состоящая в том, что создаются ряды унифицированных узлов и агрегатов, используемые для создания разнообразных изделий. Агрегатирование позволяет создавать сборно-разборное оборудование, состоящее из взаимозаменяемых нормализованных элементов, при необходимости оно может быть разобрано, а входящие в него агрегаты использованы в новых сочетаниях для создания другого оборудования. При этом в десятки раз сокращается число типов и размеров основных элементов конструкции оборудования.

Обеспечение конструктивной преемственности – другой (после агрегатирования) метод конструктивной стандартизации и унификации, под которой подразумевается применение в конструкции нового изделия, узлов и деталей ранее освоенных изделий, которые хорошо зарекомендовали себя в работе и применение которых не отразится на качестве новых конструкций.

Научно-техническое и организационно-методическое руководство работами по стандартизации на предприятиях осуществляет конструкторско–технологическое бюро стандартизации. Основные его задачи следующие: а) организация разработки и внедрения стандартов и других документов по стандартизации на производимую продукцию; б)обеспечение соответствия показателей и норм, устанавливаемых в стандартах и других документах по стандартизации, требованиям научно-технического прогресса и действующего законодательства, в) осуществление нормоконтроля технической документации, разрабатываемой предприятием.

## Система автоматизированного проектирования в конструкторской подготовке производства

Системы автоматизированного проектирования (САПР) в настоящее время являются во многих случаях единственно возможными методами при конструировании новых видов изделий (например, интегральных микросхем).

Под автоматизацией проектирования понимается автоматизированный конструкторский синтез устройства с выпуском необходимой конструкторской документации (КД).

В отличие от проектирования вручную, результаты которого во многом определяются инженерной подготовкой конструкторов, их производственным опытом, профессиональной интуицией и т. д. автоматизированное проектирование позволяет исключить субъективизм при принятии решений, значительно повысить точность расчетов, выбрать варианты для реализации на основе строгого математического анализа, значительно повысить качество конструкторской документации, повысить производительность труда проектировщиков, снизить трудоемкость, существенно сократить сроки конструкторской и технологической подготовки производства в цикле СОНТ, эффективнее использовать технологическое оборудование с ЧПУ.

Важным результатом внедрения САПР являются и социологические факторы: повышение престижности и культуры труда при замене неавтоматизированных методов автоматизированными; повышение квалификации исполнителей; сокращение численности работников, занятых рутинными операциями.

Наибольшую эффективность от внедрения САПР можно получить при автоматизации всего процесса проектирования - от постановки задачи, выбора предпочтительных вариантов построения изделия до технологической подготовки его производства и выпуска.

До внедрения САПР на предприятии нужно прежде всего решить, применительно к каким задачам (или работам) проектирования наиболее эффективно ее применение, сформулировать требования к ней, определить в общем виде структуру, выделить этапы разработки системы и составить перечень необходимых для этого исследований, а также установить, в каком объеме и виде она будет выдавать техническую документацию проекта и соответствие ее действующим нормативно-техническим документам (ГОСТ, ОСТ, СТП, РТМ и т. д.). Кроме того, должны быть выполнены работы по формализации задач выбора и оптимизации проектных и конструкторских решений, формированию библиотек типовых технических и проектных решений, информационных баз, пакетов прикладных программ и технологии автоматизированного проектирования.

САПР представляет собой организационно-техническую систему, состоящую из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с проектировщиками и подразделениями проектной организации. Проектировщик (конструктор, технолог) входит в состав любой САПР и является ее пользователем, так как без человека автоматизированная система не может функционировать. Объектом автоматизации в САПР являются действия проектировщиков, разрабатывающих изделия или технологические процессы. САПР нельзя создать вне конкретного производства, на котором она будет использована.

Комплекс средств автоматизации включает математическое, лингвистическое, программное, информационное, методическое, организационное, аппаратное и техническое обеспечение.

Математическое обеспечение составляют математические методы, модели и алгоритмы, необходимые для осуществления автоматизированного проектирования.

Лингвистическое обеспечение - совокупность специальных языковых средств проектирования, предназначенных для общения человека с техническими и программными компонентами САПР. Практика использования ЭВМ в проектировании привела к созданию наряду с универсальными алгоритмическими языками программирования (АЛГОЛ, ФОРТРАН и др.) проблемно-ориентированных алгоритмических языков, специализированных для проектных задач. Например, для автоматизации вычерчивания изображений служат графические языки ГП-ЕС, ГРАФОР, РЕДГРАФ, ФАП-КФ и др.

Программное обеспечение является непосредственным производным компонентом от математического обеспечения и представляет собой комплекс всех программ и эксплуатационной документации к ним.

Информационное обеспечение - это информация о прототипах проектируемых изделий или процессов, комплектующих изделиях и материалах, об используемом режущем инструменте, о правилах и нормах проектирования, а также любая другая справочная информация, используемая проектировщиками для выработки проектных решений. Основная часть информационного обеспечения содержится в банках данных, состоящих из баз данных и систем управления базами данных.

Организационное обеспечение устанавливает взаимодействие проектирующих и обслуживающих подразделений, ответственность специалистов за определение вида работ, приоритеты пользования средствами САПР и другие регламенты организационного характера. Соответствующий комплект документов составляют необходимые инструкции, приказы и штатные расписания.

Техническое обеспечение - комплекс всех технических средств, используемых при автоматизированном проектировании и для поддержания средств автоматизации в работоспособном состоянии.

Некоторые виды обеспечений объединены в группы, соответствующие наиболее простому представлению состава САПР, которому часто следуют на практике, когда не все обеспечения САПР разрабатываются, например, программно-информационное обеспечение, которое воплощается в виде программ и сопровождающей документации. На этот вид обеспечения, как правило, приходится основная трудоемкость разработки. В общей трудоемкости разработки сложных САПР его доля достигает 75 % и более. Организационно-методическое обеспечение включает весь комплекс обеспечивающих мероприятий, а также регламентирующую и организующую процесс автоматизированного проектирования документацию применительно к условиям конкретной проектной организации.

Условиями возможности и целесообразности создания САПР являются: а) единство принципов построения объектов проектирования; б) высокий уровень типизации и стандартизации элементов, из которых компонуют объекты проектирования; в) высокий уровень унификации процессов проектирования; г) большой объем проектных работ при индивидуальных требованиях к объектам проектирования.

Эволюция средств и методов автоматизации проектирования тесно связана с развитием вычислительной техники и программного обеспечения. На ранних стадиях создания САПР ЭВМ решала лишь отдельные инженерные задачи высокой трудоемкости. Затем с ее помощью стали выполняться в пакетном режиме задачи технической подготовки производства, включающие: разработку плановых показателей; нормирование расхода ресурсов; составление графиков запуска новых изделий, карт применяемости деталей, сборочных единиц, технологических карт; расчет режимов обработки деталей.

Однако это не позволило существенно сократить сроки запуска новых изделий в производство, так как при этом не охватывались проектно-конструкторские работы, на которые затрачивалось значительное время в цикле технической подготовки производства.

С появлением средств машинной графики - графических дисплеев, графопостроителей, графических печатающих устройств (плоттеров), кодировщиков и других - стало возможным автоматизировать наиболее трудоемкие процессы проектирования изделий и технологий. В состав таких САПР обязательно входит развитое программное обеспечение, включая универсальные и специализированные пакеты прикладных программ, обеспечивающие, как правило, работу системы в интерактивном (диалоговом) режиме.

В общем случае процесс проектирования включает три этапа: составление эскизного, технического и рабочего проектов.

Затраты труда на разработку объекта распределяются по этапам приблизительно в таком соотношении: 10, 25 и 65 %.

Наиболее творческой является стадия эскизного проектирования, требующего применения интерактивных средств графики. С их помощью конструктор может строить трехмерное изображение детали и моделировать траекторию движения инструмента для ее обработки (без чертежей).

Техническое проектирование предусматривает исполнение конкретного замысла в заданном масштабе, а также осуществление необходимых расчетов. Здесь используется значительный объем информации о стандартных деталях, покупных изделиях и т. д.

На стадии рабочего проектирования создаются рабочие чертежи и техническая документация. Деталировка, определение и нанесение размеров, составление спецификаций полностью формализуются и могут выполняться на ЭВМ с использованием средств машинной графики.

## Технико-экономическое обоснование на стадии проектирования новой техники

Каждый вновь создаваемый вид техники или мероприятие по улучшению освоенной техники должен быть лучше ранее освоенных: он должен давать большую экономию живого и овеществленного труда, быть лучше по качеству и в большей мере удовлетворять потребности в новых или усовершенствованных видах продукции. Показатели качества вновь создаваемой техники должны быть на уровне высших мировых достижений в данной отрасли.

 Новая или усовершенствованная техника должна быть лучше и эффективнее той, взамен которой она создается и будет производиться, с производственной, эксплуатационной или обеих точек зрения.

В первом случае к новой (усовершенствованной) конструкции предъявляются требования как к объекту производства на заводе-изготовителе. Главным здесь является экономичность производства и минимальные сроки его подготовки и освоения. Экономичность изготовления каждой новой конструкции зависит от ее технологичности, оттого, насколько прогрессивными и производительными будут применяемые технологические процессы. Конструкция является технологичной, если она экономична для производства.

При наличии нескольких вариантов конструкции техники, полностью удовлетворяющих эксплуатационным требованиям, предпочтение отдается более технологичной.

Для выбора наилучшего варианта конструкции имеется ряд показателей технологичности:

* трудоемкость изготовления - абсолютная (на одно изделие) и относительная (на единицу установленной мощности, производительности, другого показателя);
* материалоемкость или масса конструкции - абсолютная или относительная;
* трудоемкость подготовки изделия к функционированию;
* степень конструктивной стандартизации и унификации;
* капиталовложения в производство новой продукции;
* себестоимость и отпускная цена новой продукции;
* прибыль и рентабельность производства.

Трудоемкость изготовления продукции определяется в процессе ее проектирования и является весьма важным показателем. Более технологичной считается та конструкция, которая при прочих равных условиях менее трудоемка. Снижение трудоемкости изделия на стадии его производства - одна из важнейших задач, которая ставится перед разработчиками. Большие возможности снижения трудоемкости заложены в правильном выборе современных прогрессивных методов получения заготовок, рациональном выборе квалитетов и классов шероховатости. На смену обработки деталей резанием (механообработки) постепенно приходят точные методы формообразования деталей - штамповки, прессования, литья под давлением и др.

Материалоемкость характеризует общий расход материала на изготовление данной конструкции изделия или удельную материалоемкость на эксплуатационный параметр. Во многих случаях у конструктора есть возможность при проектировании детали выбрать материал из двух или даже многих, обеспечивающих одинаковые эксплуатационные свойства детали, но различные по стоимости, трудоемкости обработки, а иногда способствующие снижению массы изделия.

Повышение определяющего эксплуатационного показателя изделия, как правило, дает снижение материалоемкости и трудоемкости в расчете на единицу основного параметра. При этом снижение удельной материалоемкости на единицу мощности или другого параметра происходит значительно быстрее, чем уменьшение общего расхода материала на единицу изделия.

Трудоемкость подготовки изделия к функционированию определяется в процессе проектирования и зависит от сложности регулировочно-настроечных процессов, проводимых с целью получения необходимых технико-экономических параметров. Возможности снижения трудоемкости здесь заложены в качестве используемой контрольно-измерительной аппаратуры и специальных стендов для испытаний.

Степень конструктивной стандартизации и унификации - это показатель, характеризующий конструкцию изделия сточки зрения реализации в ней стандартизированных и унифицированных деталей, что приводит к повышению объема выпуска однотипных деталей, сборочных единиц, изделий в целом, а также к применению более прогрессивной технологии, а это как следствие позволяет не только существенно снизить трудоемкость изготовления, но и несколько уменьшить материалоемкость.

Капиталовложения в производство новой конструкции характеризуют общие затраты на приобретение дополнительного и изготовление нестандартного оборудования и перепланировку в производственных цехах, создание производственных запасов. Чем меньше потребности предприятия в капиталовложениях, тем технологичнее новая конструкция изделия.

Себестоимость, прибыль и рентабельность новой конструкции изделия являются обобщающими показателями ее технологичности.

С производственной точки зрения новая конструкция будет считаться технологичной, а следовательно, и эффективной в том случае, если дополнительная прибыль (ΔП), полученная в результате освоения, выпуска и реализации новой продукции, обеспечит рентабельность не ниже средней сложившейся рентабельности на предприятии-изготовителе. Этому условию должно удовлетворять неравенство:

где ΔК - дополнительные капиталовложения, связанные с освоением новой конструкции изделия; П - суммарная годовая прибыль предприятия-изготовителя до выпуска новой конструкции изделия; Оф - стоимость производственных фондов предприятия-изготовителя.

Дополнительная прибыль (ДП) определяется по формуле

ΔП = [N2 (Ц2 - С2) -ЗТ] - [N1 (Ц1 - С1)],

где N1 и N2 - среднегодовой выпуск ранее освоенной и новой конструкции изделия; Ц1 и Ц2 - соответственно цены на ранее освоенную и новую конструкцию; С1 и С2 - соответственно себестоимость ранее освоенной и новой конструкции; Зт - среднегодовые затраты, связанные с технической подготовкой и освоением в производстве конструкции нового изделия.

С эксплуатационной точки зрения потребителя новая конструкция должна обладать следующими показателями: 1) более надежной (долговечной, безотказной, ремонтопригодной и сохраняемой) в эксплуатации; 2) удобной в обслуживании и ремонте эстетичной и безопасной в эксплуатации; 3) эргономичной (с точки зрения психологии, физиологии и гигиены труда работников обслуживания); 4) более производительной в единицу времени; 5) более экономичной в потреблении электроэнергии и капиталовложений эксплуатационников новой продукции; 6) обеспечивать минимальную себестоимость единицы работы, выполняемой изделием.

Если эксплуатационные свойства новой техники повышаются по сравнению с ранее освоенной (заменяемой), то экономическая эффективность ее определяется путем соизмерения капитальных вложений потребителя со снижением себестоимости работы, выполняемой новой техникой. Лучшим признается вариант с наименьшей суммой приведенных затрат:

Ui + EнКi → min,

где Ui - годовые эксплуатационные издержки предприятия-потребителя продукции по i-му варианту; Кi - капитальные вложения предприятия - потребителя продукции по i-му варианту; ЕН - нормативный коэффициент экономической эффективности.

После расчета суммы приведенных затрат по вариантам техники можно определить годовой экономический эффект использования новой или усовершенствованной техники.