

## Содержание:

image not found or type unknown



## Введение

В нашей стране широкое распространение получили автоматические поточные линии, объединяющие комплексы автоматически работающих агрегатных станков и станков-автоматов.

Недостаток – узкая ориентация на изготовление определенного вида изделий. В связи с этим подобные средства можно использовать только там, где производство носит массовый, устойчивый характер.

В промышленно развитых странах крупносерийное и массовое производство составляет лишь 20%, а единичное, мелкосерийное и серийное производство – 80 %.

В целях разрешения противоречий, обусловленных, с одной стороны, мелкосерийностью объектов производства, а с другой, крупными масштабами самого производства, были разработаны методы групповой технологии.

Следующим шагом на пути автоматизации производства является разработка программируемых и за счет этого перенастраиваемых средств, то есть гибкого оборудования. К ним относятся станки с ЧПУ, в том числе обрабатывающие центры, промышленные роботы и другое оборудование. Еще большей гибкостью обладают системы, управляемые от ЭВМ. Подобные системы называют по-разному:

В Японии – гибкой автоматизацией, гибким производственным комплексом.

В США – гибкой производственной системой (FMS). (ГПС).

В нашей стране такого рода комплексы называют гибким автоматическим производством (ГАП).

ГАП функционирует на основе программного управления и групповой ориентации производства. На первом этапе ГАП может быть автоматизированным, то есть включать операции, выполняемые с участием человека.

ГАП включает исполнительную систему, состоящую из технологической, транспортной, складской систем и систему управления.

Анализ ГПС позволяет сделать некоторые выводы:

- управление транспортными системами и работой станков осуществляется одной или несколькими отдельными ЭВМ;
- число станков в ГПС колеблется от 2 до 50. Однако 80% ГПС составлено из 4-5 станков и 15% из 8 - 10;
- реже встречаются системы из 30-50 станков (2-3%);
- наибольший экономический эффект от использования ГПС достигается при обработке корпусных деталей, нежели от их использования при обработке других деталей, например деталей типа тел вращения. Например в Германии их 60%, в Японии - более 70, в США - около 90%;
- различна и степень гибкости ГПС. Например в США преобладают системы для обработки изделий в пределах 4-10 наименований, в Германии - от 50 до 200;
- нормативный срок окупаемости ГПС в различных странах 2 - 4,5 года.

## **Проблемы, возникшие при применении гибких систем**

- ГПС не достигла поставленных целей по рентабельности; она оказалась слишком дорогостоящей по сравнению с преимуществами, достигнутыми с ней. Обнаружено, что причиной высокой стоимости оборудования были несоразмерные расходы на приспособления и транспортную систему;
- разработка и введение в эксплуатацию комплексной ГПС оказалось трудным, а также дорогостоящим;
- из-за недостатка опыта было трудно выбирать подходящие типы систем и оборудование для нее;
- имеется мало поставщиков систем, которые могут поставлять сложные системы.

- в некоторых случаях эксплуатационники получили опыт о фактически слабой гибкости;
- конструктивные элементы ГАПС, например, станки, системы управления и периферийные устройства часто оказывались неподходящими к системе и вызывали лишние проблемы по стыковке.
- Эксплуатационники часто не имеют достаточной готовности к эксплуатации сложной системы;
- Длительный срок выполнения проекта от конструирования до запуска системы.

#### Перспективы применения гибких систем

- одновременное повышение эффективности и гибкости;
- повышение степени автоматизации не уменьшая гибкости;
- усовершенствование таких измерительно-контрольных методов, которые контролируют в процессе обработки состояние инструмента и обрабатываемых деталей, необходимое для соответствующей автоматической подналадки;
- уменьшение количества приспособлений и палет за счет автоматизации крепления деталей;
- введение в ГПС таких операций, как промывка, покрытие, термообработка, сборка и т.д.;
- развитие профилактического техобслуживания.

#### Значение ГПС

- более высокий коэффициент использования станков (в 2-4 раза больше по сравнению с применением отдельных станков);
- более короткое время прохода производства;
- уменьшается доля незаконченного производства, т.е. уменьшается количество запасов деталей на складах, которое означает уменьшение продукции, привязанного к производству;
- более ясный поток материала, меньше перетранспортировок и меньше точек управления производством;

- уменьшаются расходы на заработную плату;
- более ровное качество продукции;
- более удобная и благоприятная обстановка и условия работы для работающих.

## **1.1 Основные понятия и определения**

Производственным процессом в машиностроении называют совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий. В основу производственного процесса положен технологический процесс изготовления изделий, во время которого происходит изменение качественного состояния объекта производства. Для обеспечения бесперебойного выполнения технологического процесса изготовления изделия необходимы еще и вспомогательные процессы

Основные этапы производственного процесса:

- получение и складирование заготовок;
- доставка заготовок к рабочим позициям;
- различные виды механической обработки;
- перемещение полуфабрикатов между рабочими позициями;
- контроль качества;
- хранение на складах;
- сборка изделий;
- испытание, регулировка;
- окраска, отделка, упаковка и отправка.

Различные этапы производственного процесса на машиностроительном заводе могут выполняться в отделочных цехах или в одном цехе.

В соответствии с ГОСТ 26229 гибкая производственная система (ГПС) (гибкое автоматизированное производство - ГАП) - совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и

систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

Периоды развития ГАП:

1 период - 60-70 годы - разработка и проверка базисных принципов создания;

2 период - 80 годы - разработка и создание элементной техники и технологии;

3 период - 90 годы - разработка и создание системы комплексов ГП.

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

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

Сравнительные данные по использованию ГАП в различных технологиях:

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

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

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

В сборочных ГАП центральным компонентом являются роботы с развитой сенсорикой и высоким уровнем машинного интеллекта, что влияет на увеличение уровня затрат при создании ГАП сборки. Поскольку роботы с интеллектуальными средствами управления еще не получили широкого распространения, то приходится резко повышать затраты на периферийное оборудование и оснастку, создавая условия для применения более простых роботов. При этом стоимость оснастки и периферии составляет до 70 % от общей стоимости сборочного модуля. Далее будут более подробно рассмотрены экономические и социальные аспекты использования роботов. Однако, ГАП не является эффективным для любых типов производств.

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

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

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

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

## **1.2 Классификация производственных систем**

Изучение современного производства, разработок и проектов показывает, что спектр решений гибких производственных систем простирается от производственных модулей на базе одного станка с ЧПУ до объединенных компьютером производственных участков и цехов.

Основными классификационными признаками ГАП являются:

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

По масштабности ГАП разделяется:

Гибкий производственный модуль (ГПМ)

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

Гибкая производственная система (ГПС)

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

Гибкая автоматизированная линия (ГАЛ)

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

Гибкий автоматизированный участок (ГАУ)

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

Гибкий автоматизированный цех (ГАЦ)

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

Гибкий автоматизированный завод (ГАЗ)

Гибкая производственная система, представляющая собой совокупность ГАЦ.

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

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

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

Роботизированный технологический комплекс (РТК)

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

Система обеспечения функционирования ГПС.



Совокупность в общем случае взаимосвязанных автоматизированных систем, обеспечивающих проектирование изделий, технологическую подготовку их производства, управление гибкой производственной системой при помощи ЭВМ и автоматическое перемещение предметов производства и технологической оснастки.

В общем случае в систему обеспечения функционирования ГПС входят:

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

По гибкости ГПС делятся на системы:

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

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

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

По степени автоматизации ГПС делятся на системы:

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

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

в) малой степени – коэффициент многостаночности не более 2.

## **2.1. Основные характеристики гибкого автоматизированного производства**

Важнейшие характеристики ГАП:

производительность;

гибкость;

эффективность;

Определяются, во-первых, характеристиками основного (станки) и вспомогательного (накопители, системы автоматизированного контроля и измерений и т.д.) оборудования и во-вторых, удачностью компоновки оборудования в ГПС.

### **2.1.1. Производительность ГПС**

Это важнейший показатель эффективности производственного процесса. Наиболее надежным и удобным количественным критерием производительности являлась производительность, измеряемая количеством изделий, произведенных в единицу времени (шт/ч), или ее обратная величина – трудоемкость изготовления конкретного изделия.

Привязка этих показателей к конкретному изделию делает их малоэффективными для оценки производительности процесса, с выхода которого снимаются разные изделия. ГПС производит не только разные детали, но и разное их число в единицу времени.

Производительность нельзя рассматривать без таких понятий как гибкость и мобильность.

## **2.1.2. Понятие о гибкости автоматизированного производства**

Гибкость:

о возможность обрабатывать на одной и той же технологической линии различные детали в различных сочетаниях;

о возможность изменения в любой момент стратегии производства в зависимости от необходимости;

о модифицирование обрабатываемых деталей без привлечения дополнительных значительных затрат;

о изменение состава технологической линии в зависимости от требований;

о повторное использование значительного процента существующих капиталовложений в том случае, если приходится полностью менять тип продукции.

Гибкость и производительность – это такие два фактора, которые очень трудно объединять, и поэтому только из анализа этих факторов можно определить их оптимальное соотношение для объединения, и этот анализ должен выполняться совместно конструктором и потребителем.

Этот анализ должен способствовать определению того, как и насколько гибкая система производства может влиять и сокращать себестоимость продукции, где под себестоимостью продукции понимается как прямая стоимость производства, так и все косвенные затраты производства, которые могут быть изменены благодаря применению этой новой современной системы производства.

Гибкие производственные системы обычно состоят из определенного количества станков, системы транспортировки и разгрузки деталей и системы управления, состоящей из одной или нескольких ЭВМ и соответствующего математического обеспечения.

Станки могут быть специализированные или универсальные, одинаковые или различные, более или менее гибкие, оснащенные или нет какой-либо особенной аппаратурой.

Система транспортировки может быть организована для транспортировки деталей, оснастки, палет (спутников) или же только для перевозки деталей; может быть более жесткой (например, линия на роликах с приводом), или же более гибкой (например, самоходные тележки на рельсах или с управлением по проводу; может выполнять только подачу отдельных деталей, а затем роботы будут забирать эти детали и закреплять или снимать их на оснастке станков.

Может, наконец, выполнять перевозку только деталей, либо также и перевозку инструментов.

Система управления может быть простейшей (управление только одним движением тележек или деталей) или может усложняться и быть системой, которая управляет программой обработки деталей, магазином с инструментами, качеством обработки, стратегией, - которые изменяются в зависимости от требований производства; наконец, может быть сложнейшей системой комплексного управления цехом со всеми его составными частями.

## **2.1.2.1. Характерные элементы гибкости**

а) на уровне модуля обработки (станка):

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

б) на уровне модуля перемещения:

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

в) на уровне модуля управления (центрального):

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

г) на уровне системы в целом:

- возможность увеличения производственной мощности и наращивания средств автоматизации в различные периоды, в зависимости от нужд предприятия и посредством только добавления модулей и не имея незагруженных модулей;
- допустимость неисправностей на большей части из всех модулей системы (резервирование);
- возможность подсоединения системы к системам центральных ЭВМ предприятия.
- В зависимости от количества выпускаемой продукции и от ее номенклатуры системы могут приобретать соответствующие характеристики.

## **Заключение**

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

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

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