ЛЕКЦИЯ 2

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:

1. Гибкий производственный модуль (ГПМ)

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

1. 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.

1. Гибкая автоматизированная линия (ГАЛ)

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

1. Гибкий автоматизированный участок (ГАУ)

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

1. 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.

1. 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.

1. Роботизированный технологический комплекс (РТК)

Совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы.

Примечания:

1. РТК, предназначенные для работы в ГПС, должны иметь автоматизированную переналадку и возможность встраивания в систему.

2. В качестве технологического оборудования может быть использован промышленный робот.

3. Средствами оснащения РТК могут быть: устройства накопления, ориентации, поштучной выдачи объектов производства и другие средства, обеспечивающие функционирование РТК.

1. 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.

Примечание:

1. В общем случае в систему обеспечения функционирования ГПС входят:
2. автоматизированная транспортно-складская система (АТСС);
3. автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО);
4. система автоматизированного контроля (САК);
5. автоматизированная система удаления отходов (АСУО);
6. автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП);
7. автоматизированная система научных исследований (АСНИ);
8. система автоматизированного проектирования (САПР);
9. автоматизированная система технологической подготовки производства (АС ТПП);
10. автоматизированная система управления (АСУ) и т.д.
11. Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС).

Система взаимосвязанных автоматизированных транспортных и складских устройств для укладки, хранения, временного накопления, разгрузки и доставки предметов труда, технологической оснастки.

1. Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО).

Система взаимосвязанных элементов, включающая участки подготовки инструментов, их транспортирования, накопления, устройства смены и контроля качества инструмента, обеспечивающие подготовку, хранение, автоматическую установку и замену инструмента.

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 (ПР, 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:

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

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

 модифицирование обрабатываемых деталей без привлечения дополнительных значительных затрат;

 изменение состава технологической линии в зависимости от требований;

 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.

На техническом уровне (рис. 2.1) можно представить системы максимальной гибкости и низкой производительности (система, состоящая только из обрабатывающих центров), а если повышать производительность, жертвуя какой то частью гибкости, до тех пор, пока не будет достигнут противоположный край, где будем иметь традиционную систему с максимальной, производительностью и почти несуществующей гибкостью.



Рис. 1. ГПС среди разных методов производства.

1. Отделочные станки с ЧПУ с ручным оперированием.
2. Гибкий производственный модуль (ГПМ, FMM).
3. Гибкая производственная ячейка (ГПП, FMC).
4. ГПС серийного производства (FMS).
5. ГПС или гибкая трансфер-линия     крупносерийного производства (FMS или FTL)
6. Стационарные трансфер-линии или спецстанки крупносерийного производства.

Необходимо, используя технологию числового программного управления, технологию вычислительной техники и соответствующего математического обеспечения предварительно определить, а затем и получить необходимое соотношение между гибкостью и производительностью (объединяя таким образом технические требования производственного процесса с экономическими аспектами, связанными с себестоимостью готовой продукции).

Гибкие производственные системы, предназначенные для обработки деталей, располагаются на поле различных производственных систем в промежутке между обрабатывающими центрами (ОЦ), применяемыми в штучном и мелкосерийном производстве, и автоматическими трансферлиниями и специальными станками, применяемыми в крупносерийном производстве (рис.1).

Можно сказать, что в ГПС стремятся соединить преимущества мелкосерийного и крупносерийного производства. Традиционное мелкосерийное производство, основанное на отдельных металлообрабатывающих станках (например на ОЦ), очень гибкое, но степень автоматизации очень низкая. Из-за этого также общая рентабельность осталась слабой. Для крупносерийного производства уже давно было характерна высокая степень автоматизации и базирующая на ней эффективность, но у него, с другой стороны, не хватало гибкости и приспосабливаемости к изменениям. Это традиционное разногласие между производительностью (эффективностью) и гибкостью решается в ГПС применением тех достижений, которые готовы к эксплуатации в области металлорежущих станков, инструментальных систем, измерительной и датчиковой технологии, методов перемещения материала, и систем управления.

Большая часть уже имеющихся гибких систем располагается на третьем участке (рис. 2.1), т.е. ГПС серийного производства. В отношении свойств разных производственных систем и разных видов технологии, применяемых в них, разница небольшая между участками 3 и 2, а также между участками 3 и 4. На втором участке имеются гибкие производственные ячейки (FMC) и гибкие производственные модули (FMM). Эти производственные единицы меньше по своему размеру, чем основная ГПС третьего участка.

Под понятием ГПМ (гибкий производственный модуль) здесь разумеется станок с ЧПУ, который автоматизирован с помощью разных периферийных устройств. Таким является, например, ОЦ, снабженный накопителем палет, или модуль токарной обработки, состоящий из токарного станка и промышленного робота. Когда два станка привязываются между собой автоматической системой транспортировки и манипулирования деталей и образуют работоспособную единицу, и когда такая единица снабжается необходимыми контрольными устройствами, можем говорить о гибкой производственной ячейке (ГПЯ). Производственные единицы ГПМ и ГПЯ можно использовать как конструктивные единицы для более широкой системы ГПС. На рис.2.1 наглядно показываются ГПМ и ГПЯ.

Разница между ГПС среднесерийного производства (третий участок на рис.1) и ГПС для крупносерийного производства (гибкая трансферлиния, 4-й участок) в основном только в том, что в крупносерийном производстве допускается немного меньшей гибкости, но для компенсации этого, требуется более высокая производительность, так что время производственного процесса на каждую деталь является значительно короче. Это обычно вызывает больше манипуляционных операций в единице времени и более короткое машинное время, причем от станков и системы перемещения материала ГПС в крупносерийном производстве требуются соответствующие характеристики.

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.

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.

2.1.2.2. Виды гибкости

Машинная гибкость – легкость перестройки технологических элементов ГПС для производства заданного множества типов деталей.

Гибкость процесса – способность производить заданное множество типов деталей (возможно из различных материалов) разными способами.

Гибкость по продукту – способность быстрого и экономичного переключения на производство нового продукта.

Маршрутная гибкость – способность продолжать обработку заданного множества типов деталей при отказах отдельных технологических элементов ГАП.

Гибкость по объему – способность ГПС экономически выгодно работать при различных объемах производства.

Гибкость по расширению – возможность легкого расширения ГПС за счет введения новых технологических элементов.

Гибкость работы – возможность изменения порядка операций для каждого из типов деталей.

Гибкость по продукции – все разнообразие изделий, которое способна производить ГПС.

Все эти компоненты фактически не независимы; определяющими являются машинная и маршрутная гибкости.

Внешняя гибкость – число различных деталей, которые могут быть обработаны «экономично»

Внутренняя гибкость – способность ГПС экономично обрабатывать данный ассортимент деталей в быстроменяющейся последовательности их типов.

Структурная гибкость – определяется формой организации обработки.

Параметрическая гибкость – зависимость от технологических параметров оборудования.

2.1.3. Эффективность работы ГПС

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

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

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

Это результат следующих факторов:

 приобретения опыта эксплуатации ГПС;

 ранее внедренные ГПС позволят обновлять производство за счет совершенствования ЭВМ, программного обеспечения и отчасти станков (повышение скорости обработки данных, увеличение объема памяти ЭВМ, развитие микропроцессорной техники и т.д.);

 гибкость ГПС позволяет наращивать производственные мощности постепенно, поэтапно, обрабатывать одновременно несколько разных деталей;

 ГПС позволяет совершенствовать конструкцию изделия практически без дополнительных капиталовложений, связанных с изменением конструкций.

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

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

Уже имеются методики сравнения экономической эффективности вариантов новой техники.

2.1.4. Надежность функционирования ГПС

Надежность – это способность системы сохранять свою работоспособность в определенных условиях эксплуатации в течение заданного срока службы.

Под работоспособностью понимается такое состояние системы, при котором она в данный момент времени соответствует всем требованиям, установленным в отношении основных параметров, характеризующих нормальное выполнение заданных функций.

Надежность работы системы является комплексным показателем, которое обусловлено безотказностью, ремонтопригодностью и долговечностью системы.

Безотказностью называют свойство системы непрерывно сохранять свою работоспособность при определенных режимах и уровнях эксплуатации.

Показателем безотказности является вероятность безотказной работы Рс, которая определяется как произведение вероятностей безотказной работы ее отдельных станков (например, при последовательном расположении).



Вероятность безотказной работы отдельных станков или устройств определяется как произведение вероятностей безотказной работы отдельных элементов станков



Средняя наработка на отказ (То.ср.) – среднее значение продолжительности или объема работы объекта между отказами за условленный интервал времени.



где: - сумма интервалов времени безотказной работы

*п* – количество отказов за установленный период времени.

Коэффициент готовности (Кг) – отношение продолжительности безотказной работы *То* к сумме продолжительностей безотказной работы *То* и времени на ремонт *Тв*.



Ремонтопригодность – это приспособленность узлов и механизмов системы к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранению их последствий путем ремонтов и технологического обслуживания.

Долговечность – это свойство систем длительно (с перерывами на ремонт) сохранять свою работоспособность при определенных режимах работы и условиях эксплуатации.

Контрольные задания

Задание 2.1.

Назовите основные классификационные признаки ГАП?

Задание 2.2.

Что входит в понятие гибкости?

Задание 2.3.

Характерные элементы гибкости на уровне модуля обработки.