

## **КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ И МЕТОДА ИХ АВТОМАТИЗАЦИИ**

В.А. Холопов, И.Н. Голубцов

*В статье проводится анализ автоматизированных производств, их классификация. Выявляются причинно-следственные связи типов и видов производств с методом и уровнем автоматизации.*

*Ключевые слова: автоматизированное производство, вид производства, вид продукции, метод автоматизации, уровень автоматизации*

Современное производство требует высокой степени автоматизации управления технологическим оборудованием, что должно обеспечивать высокую производительность производства, необходимую гибкость и надежность работы технологического оборудования, а также качество выпускаемой продукции. Но зачастую предприятия сталкиваются с рядом проблем, такими как частые поломки и сбои в работе технологического оборудования, неправильно выбранная при проектировании гибкость, не позволяющая сделать переналадку оборудования не только на выпуск другой номенклатуры продукции, но и просто изменить некоторые параметры текущей, уже выпускаемой продукции, несмотря на то, что технологическое оборудование имеет такую потенциальную возможность. При этом достаточно большое количество технологических операций не автоматизируют, считая их, либо операциями которые технически невозможно автоматизировать, либо операциями, автоматизация которых экономически не целесообразна. Все перечисленные проблемы, в той или иной степени, присутствуют на любом современном автоматизированном производстве, что снижает производительность, повышает себестоимость выпускаемой продукции, а так же останавливает руководство предприятия в принятии решения модернизировать производство, применяя глубокую автоматизацию, что является одним из факторов низкой конкурентоспособности производимой продукции.

Причиной описываемых проблем, среди прочих, является отсутствие в современной российской науке глубоко проработанной и удобной к применению методологии комплексного проектирования и создания систем управления технологическим оборудованием, что не позволяет определять оптимальный

тип и оптимальную конфигурацию систем управления, не позволяет избежать порой грубых ошибок в проектировании систем управления и в создании управляющих программ.

Для решения поставленной проблемы необходимо комплексно проработать вопросы, связанные с формализацией подходов к определению требований к системам управления, к определению конфигурации и методов проектирования систем управления и еще целый ряд подобных вопросов.

Первый из вопросов, которые необходимо рассмотреть, связан с отсутствием полного анализа типов производства и технологических процессов. Подобный анализ позволит создать классификацию типов производств, которая сможет помочь определить подходящие виды построения и конфигурации систем управления и предъявить к ним требования, реализация которых должна привести к наиболее оптимальному построению системы управления, адаптированной к конкретному производству и технологическому процессу.

Приступая к анализу производств и технологических процессов, определим обобщающие виды производимой продукции. По нашему мнению, продукцию можно разделить на две группы: неделимый продукт и дискретный продукт.

Неделимый продукт – это продукт, существование которого неотрывно связано с его производством. Это означает, что при прерывании технологического процесса исчезает либо сам продукт, либо возможность его потребления. К таким продуктам можно отнести электроэнергию, газ, нефть, подачу воды в многоквартирные высотные дома и другие подобные продукты. Одной из главных особенностей таких продуктов является необходимость их непрерывного производства, где

не допускается прерывание технологического процесса, так как это может привести к технологической аварии, к потере всего полуфабриката, выходу из строя технологического оборудования и, в лучшем случае, к невозможности потребления продукта. В связи с этим технологическим процесс, производящий непрерывный продукт, будем называть непрерывным технологическим процессом. Как правило, остановка технологического процесса также не допускается.

Дискретный продукт – это продукт, конечное существование которого отделено от его производства. Такой продукт, как правило, производится на основе дискретного технологического процесса, где допускается приостановка технологического процесса без ущерба как продукту, так и технологическому процессу (оборудованию). Технологические процессы, производящие дискретный продукт, будем называть прерывными.

При этом среди дискретных видов продукции можно выделить продукцию, которая по своему виду, конечной структуре является дискретной, но требует непрерывного технологического процесса, то есть при изготовлении прерывать технологический процесс нельзя, так как прерывание может приводить к браку продукции, потере полуфабрикатов, выходу из строя технологического оборудования и, в крайних случаях, к аварии. Но такие технологические процессы можно остановить, соблюдая соответствующую технологию остановки. Такие технологические процессы также будем считать непрерывными, а продукцию – дискретно-непрерывной (рисунок 1).

При непрерывном производстве продукт получают путем непрерывной переработки исходного материала в конечный продукт. При такой переработке не возможен ни останов технологического процесса, ни изменение технологического процесса (его маршрута).



Рисунок 1 – Виды технологических процессов

Непрерывные технологические процессы на современных предприятиях требуют практически полной автоматизации, при этом основные технологические операции должны функционировать в автоматическом режиме с автоматизированной системой контроля и диагностики.

Так как непрерывное производство зачастую является опасным, особенно в энергетических отраслях промышленности, то к системам управления предъявляют особые требования по обеспечению надежности и безопасности производства, поэтому на предприятиях данных отраслей необходимо исключить человеческий фактор, что достигается максимальной автоматизацией производства не только на основных, но и на вспомогательных операциях. За человеком, как правило, остается только функция контроля. Такой подход дает максимальную производительность и соответственно конкурентоспособность предприятия. Кроме того, хотелось бы отметить, что номенклатура продукции на таких предприятиях не изменяется как по составу, так и по параметрам производства, в связи с чем предприятию не требуется обеспечение гибкости. Осуществление автоматизации на подобных предприятиях, как правило, обязательно, не зависимо от того, сколько это стоит. С другой стороны, простота большинства технологических процессов всегда позволяет автоматизировать подобное производство, так как она возможна и экономически, и технически. В дальнейшем мы не будем рассматривать автоматизацию в энергетических отраслях в силу указанных их особенностей.

При производстве дискретно-непрерывного продукта, как и при производстве непрерывного продукта, используется непрерывный технологический процесс. Тем не менее, есть различие: производство дискретно-непрерывного продукта, как правило, не является опасным и отличается значительной гибкостью в области изменения параметров выпускаемой продукции. Полная автоматизация подобного производства может быть продиктована лишь экономической целесообразностью – уменьшением себестоимости и повышением производительности. Соответственно не все технологические операции, как основные, так и вспомогательные, требуют автоматизации. С другой стороны, большая часть продукции таких предприятий выпускается в крупносерийном и массовом производствах, поэтому полная

автоматизация является целесообразной. Но технологический процесс может включать в себя достаточно сложные операции, которые автоматизировать либо слишком трудно технически, либо слишком дорого, и затраты на их автоматизацию не окупаются долгое время.

При производстве дискретного продукта определяющую роль играет массовость или серийность его выпуска. Если продукт выпускается в массовом режиме, то создается поточный технологический процесс, который по своему характеру не отличается от непрерывного техпроцесса, и принципы и методы его автоматизации аналогичны непрерывному. По мере уменьшения серийности выпуска продукции абсолютная величина выгоды от выпуска продукции уменьшается, поэтому предприятию необходимо увеличивать гибкость как по отношению к параметрам продукции, так и по отношению к номенклатуре, в связи с чем увеличивается сложность автоматизации основных и вспомогательных технологических операций. В таком случае автоматизация подобных операций может стать либо экономически не целесообразной, либо технически невозможной.

Автоматизация непрерывного производства для выпуска дискретно-непрерывного продукта строится на двух основных принципах, зависящих от возможной гибкости производства. Если продукт не требует никаких изменений в период времени его выпуска, то производство может быть автоматизировано на основе создания жестких автоматических линий (АЛ), где все основные и вспомогательные операции работают в автоматическом режиме. Человек осуществляет лишь контрольные функции. При этом в виду низкой потенциальной опасности производства некоторые вспомогательные операции можно и не автоматизировать в силу их технической сложности. С ростом необходимой гибкости к выпускаемой продукции требуется перенастройка технологического оборудования, в результате чего нужно применить гибкие автоматические линии (ГАЛ), допускающие некоторые изменения в параметрах и номенклатуре продукции. При этом надо учитывать, что сложность ГАЛ, по сравнению с АЛ, выше, к тому же ГАЛ дороже, поэтому степень автоматизации таких предприятий понижается.

Автоматизация дискретного продукта зависит от того, возможно ли его выпускать в поточном производстве. Автоматизация по-

точного производства проводится аналогично автоматизации непрерывного производства на основе жестких автоматических линий, либо на основе ГАЛ. При этом продукция выпускается в массовом или крупносерийном производстве. При серийном производстве технологическое оборудование, как правило, перенастраивается на выпуск другой продукции достаточно часто – несколько раз в течение года. Основой автоматизации здесь является гибкая производственная система (ГПС), но ее стоимость достаточно высока, в связи с чем далеко не все предприятия имеют возможность внедрить ее у себя. На таких предприятиях обычно применяют частичную автоматизацию на основе гибких автоматизированных участков (ГАУ), где автоматизированы только самые важные операции технологического процесса. Остальные же операции автоматизируются с помощью локальных средств, таких как станок с ЧПУ, РТК, ГПМ. В таких производствах большинство вспомогательных операций, как правило, вообще не автоматизируется.

Если предприятие функционирует в мелкосерийном многономенклатурном режиме, когда общая серийность выпускаемой продукции сопоставима с серийным производством, но при этом технологическая сложность производства выше, то такие предприятия стремятся к уровню автоматизации серийного производства, хотя цена подобной автоматизации значительно больше.

Если предприятие работает в режиме мелкосерийного, единичного или опытного производства, то необходимость глубокой автоматизации экономически не целесообразна. Автоматизируются наиболее сложные и ответственные технологические операции с помощью оборудования с программным управлением – станков с ЧПУ, контрольно-измерительных машин (КИМ) и т.п.

Современное развитие производства требует все более и более глубокой автоматизации, независимо от видов и типов производства, поэтому следует разработать методологию ее осуществления, которая позволит уменьшить себестоимость автоматизации.

**Холопов В.А.**, к.т.н., доцент,  
E-mail: [holopov@gmail.com](mailto:holopov@gmail.com), +79035210386.

**Голубцов И.Н.**, аспирант,  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет приборостроения и информатики», г. Москва