**Этапы и средства автоматизации производства**

Предшественником автоматизации явилась комплексная механизация производства, в процессе которой физические функции человека в производственном процессе выполнялись с помощью механизмов с ручным управлением. Труд человека при этом облегчался физически, и его основной деятельностью становилось управление механизмами. Механизация направлена на облегчение условий человеческого труда и повышение его производительности.

По мере развития механизации возникает задача полной или частичной автоматизации управления механизмами. В результате решения этой задачи создаются технологические автоматы, способные в большей или меньшей степени выполнять производственные функции без участия человека. Возникновение и распространение технологических автоматов положило начало автоматизации производства.

В развитии автоматизации можно выделить ряд последовательных этапов, каждый из которых характеризуется появлением новых средств автоматизации и расширением состава объектов автоматизации производства. Укрупненно, применительно к промышленному производству, можно выделить следующие основные этапы автоматизации.

1. Автоматизация массового производства. При массовом производстве промышленной продукции задача повышения производительности труда стоит особенно остро. Здесь возможны значительные затраты на средства автоматизации, поскольку будучи отнесенными к единице продукции (при большом числе единиц продукции), они приводят к приемлемому росту ее цены.

В результате становится целесообразным создание и использование в производстве специализированных и специальных технологических автоматов. Каждый такой автомат рассчитан на единственную технологическую операцию или ограниченный набор технологических операций при производстве определенного изделия. Задача перестройки автомата на выпуск других изделий либо ставится в ограниченном объеме, либо не ставится вовсе.

Основной целью автоматизации является получение максимальной производительности. Технологический процесс изготовления изделия разбивается на простые операции малой длительности, которые можно выполнять параллельно на разных технологических автоматах.

Из технологических автоматов создаются поточные линии в соответствии с последовательностью технологических операций процесса изготовления изделия. Дальнейшее повышение уровня автоматизации достигается путем автоматизации межоперационного транспорта и промежуточного складирования (межоперационные накопители полуфабрикатов). Результатом такой комплексной автоматизации технологического процесса является создание автоматических линий.

Автоматическая линия реализует в автоматическом режиме технологический процесс изготовления определенного изделия. Автоматическая линия для достижения наивысшей производительности строится из специального и специализированного оборудования. Создание и внедрение автоматической линии требует больших временных и материальных затрат, следовательно, такие линии экономически эффективны только при массовом производстве изделий, когда одно и то же изделие в неизменном виде выпускается непрерывно в больших количествах в течение рядя лет. Автоматические линии имеют ограниченные возможности для переналадки на изготовление иной продукции или такие возможности вообще не предусматриваются.

Поскольку использование автоматических линий и цикловых технологических автоматов ограничено массовым и крупносерийным производством, то соответственно ограничены объемы автоматизированного производства на их основе. По разным оценкам объем массового и крупносерийного производства составляет от 15 до 20 % общего объема производства и эта доля имеет тенденцию к сокращению. Следовательно, уровень автоматизации производства с помощью автоматических линий и цикловых автоматов может составить не более 15–20 %. Реально этот уровень еще меньше.

Цикловые технологические автоматы и автоматические линии относятся к средствам "жесткой" автоматизации. С их помощью можно достичь весьма высокой производительности труда, однако область использования таких средств ограничена, и только на их основе полная автоматизация производства невозможна.

2. Автоматизация основных операций обработки многономенклатурного производства. Многономенклатурное производство предполагает изготовление разнообразных изделий партиями ограниченного объема в ограниченные сроки. Номенклатура изделий и объемы партий могут колебаться в широких пределах: от единичных изделий до партий среднесерийного производства.

При многономенклатурном производстве технологическое оборудование должно быть в значительной степени универсальным и обеспечивать переналадку и перестройку на изготовление разнообразных изделий (в пределах технологических возможностей оборудования). В случае автоматизированного производства такая переналадка и перестройка должны осуществляться в автоматизированном режиме с минимальным объемом ручных операций или с полным их исключением.

Выполнение перечисленных условий определяет "гибкую" автоматизацию. Основным принципом гибкой автоматизации является принцип программного управления технологическим оборудованием. Рабочий цикл технологического автомата при этом задается управляющей программой, содержащей кодированное описание последовательности элементов цикла с использованием определенной символики. Управляющая программа разрабатывается обособленно от управляемого оборудования и оформляется на некотором машинном носителе, что позволяет считывать ее автоматическому устройству управления технологического автомата.

Впервые этот принцип (который возник и усовершенствовался при управлении ЭВМ) был реализован для автоматизации металлорежущих станков. Появились и начали широко распространяться станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Первые модели станков с ЧПУ из-за недостаточного совершенства требовали при изменении рабочего цикла не только замены управляющей программы, но и некоторых ручных операций для переналадки. Такие станки оказывались эффективными при обработке партий однотипных деталей объемом не менее 50–100 шт. По мере совершенствования принципов ЧПУ и технических решений этот предел постоянно снижался, и в настоящее время станки с ЧПУ эффективны даже в индивидуальном производстве.

Вначале были созданы станки с ЧПУ для определенных видов механической обработки. В последующем получили распространение многооперационные станки с ЧПУ с автоматической сменой обрабатывающего инструмента (обрабатывающие центры).

Станки с ЧПУ позволяют автоматизировать процесс обработки деталей и обладают гибкостью, поскольку способны перестраиваться на обработку деталей иной формы путем замены управляющей программы. Это обстоятельство позволяет, например, автоматизировать процесс переналадки станка и, следовательно, повышает уровень автоматизации производства.

Принцип ЧПУ, ввиду эффективности, получил распространение и для другого технологического оборудования, что позволило обеспечить гибкую автоматизацию разнообразных технологических операций. Оборудование с ЧПУ в первую очередь получило распространение в машиностроении, приборостроении и металлообработке. Однако его использование не ограничено перечисленными отраслями.

Основным недостатком оборудования с ЧПУ является отсутствие автоматизации вспомогательных операций и необходимость в ручном обслуживании оборудования. Названное обстоятельство приводит к снижению коэффициента использования оборудования до уровня 40–60 %.

3. Промышленная робототехника. Автоматизация основных операций технологических процессов привела к росту противоречия между уровнем их автоматизации и уровнем автоматизации вспомогательных операций (в первую очередь операций загрузки-разгрузки автоматизированного оборудования). В качестве средства устранения этого противоречия была предложена концепция программно-управляемого перестраиваемого автомата для выполнения вспомогательных операций по обслуживанию автоматизированного оборудования.

Такие автоматы появились в шестидесятых годах прошлого столетия и получили название промышленных роботов (ПР). Первые разработки промышленных роботов были ориентированы на замену человека при выполнении операций загрузки заготовок в технологические автоматы и разгрузки обработанных изделий. На базе технологического автомата и обслуживающего его робота создаются роботизированные технологические комплексы (РТК), представляющие собой комплексно автоматизированные технологические ячейки.

С помощью РТК появляется возможность комплексной автоматизации отдельных технологических операций или ограниченного набора технологических операций в многономенклатурном производстве. Первые РТК с использованием простых ПР с цикловым управлением были эффективны в среднесерийном производстве. По мере совершенствования ПР (роботы с ЧПУ, адаптивные роботы, интеллектуальные роботы), повышается их гибкость и возможность эффективного применения в мелкосерийном и индивидуальном производстве.

Промышленные роботы постоянно совершенствуются. В процессе совершенствования улучшаются технические характеристики роботов, расширяются их функциональные возможности, расширяется сфера применения. В настоящее время основная масса выпускаемых ПР ориентирована на выполнение технологических операций: сварка, окраска, сборка и некоторые другие основные технологические операции. Наряду с такими роботами продолжают использоваться загрузочно-разгрузочные роботы, появились транспортные роботы и др.

4. Автоматизация управления. Управление в любом производстве требует решения большого объема задач по сбору и обработке информации, принятию решений и контролю их исполнения. Для решения задач управления привлекаются значительные людские ресурсы. Качество решения управленческих задач в существенной мере определяет результат производства.

Возможность автоматизации управления появилась с развитием и широким распространением ЭВМ, когда ЭВМ стали доступны для использования отдельными предприятиями. Появилась возможность автоматизации (с помощью ЭВМ и соответствующего программного обеспечения) процессов сбора и обработки информации, необходимой для принятия управленческих решений и контроля хода производства. С использованием ЭВМ стали решаться задачи планирования производства, задачи материального обеспечения, задачи учета труда и заработной платы, а также ряд других задач управления производством.

Решение таких задач не было жестко привязано во времени к производственным процессам и могло осуществляться в "машинном" времени ЭВМ, т.е. в течение такого временного периода, который требуется для выполнения соответствующей программы ЭВМ. Характерным для этого этапа автоматизации явилось создание на производстве централизованных вычислительных центров для решения задач управления. Связь между ЭВМ и производством, в основном, осуществлялась с использованием оперативного персонала.

Подобные централизованные системы получили название автоматизированных систем управления производством (АСУП). АСУП обеспечивает решение задач организационного и диспетчерского управления производством. Основной эффект от внедрения АСУП заключается в сокращении времени, необходимого для принятия управленческих решений, повышении оперативности управления и его качества, а также в сокращении управленческого персонала, занятого рутинной обработкой информации.

Значительный объем управления в производстве приходится на задачи оперативно-технического управления производственным оборудованием и технологическими процессами. Для автоматизации решения этих задач необходимо обеспечить непосредственную связь между управляющей ЭВМ и объектами управления. Кроме того, задачи оперативно-технического управления должны решаться в реальном времени управляемого процесса.

Поэтому наряду с АСУП появились системы автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП), которые обеспечивают в автоматизированном режиме решение задач оперативно-технического, диспетчерского и организационного управления отдельными технологическими процессами производства. Интеграция АСУ ТП с автоматизированным технологическим комплексом обеспечивает реализацию концепции безлюдной технологии в производстве.

5. Автоматизация инженерного труда. Производство требует затрат высококвалифицированного труда специалистов – инженеров. Инженеры разрабатывают новую продукцию, проводят научные исследования и испытания, разрабатывают новые технологические процессы и модернизируют старые. Без инженерного труда невозможен прогресс производства. Затраты на оплату инженерного труда в производственных расходах составляют значительную долю (по стандартам промышленно развитых стран).

Стремление повысить эффективность инженерного труда, сократить материальные и временные затраты на проектирование новой или модернизированной продукции, на проведение исследований, на подготовку производства привело к появлению соответствующих автоматизированных систем. Основой таких систем явилось использование ЭВМ, поскольку инженерный труд – интеллектуальный труд. Типичные инженерные задачи являются эвристическими задачами, опирающимися на значительный объем рутинных работ.

Рутинные работы (получение справочной информации, оформление результатов, оформление чертежей и текстовых документов и др.) в большинстве случаев поддаются алгоритмизации (описанию в виде детерминированной последовательности простых операций) и, следовательно, их можно автоматизировать, используя ЭВМ. В принципе, автоматизировать можно любые процессы, поддающиеся алгоритмизации.

Средством автоматизации инженерного труда являются програм-мно-технические комплексы на базе ЭВМ: системы автоматизации проектирования (САПР), автоматизированные системы научных исследований (АСНИ), автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП). Первые две системы используются конструкторами и исследователями для разработки новой или модернизации существующей продукции. Результатом их работы являются технические и рабочие проекты новой продукции.

Для реализации этих проектов необходимо выполнить подготовку производства спроектированной продукции. Эта задача возлагается на специалистов-технологов, осуществляющих проектирование новых технологических процессов или модернизацию существующих. Для автоматизации труда технологов (тех работ, которые поддаются алгоритмизации) предназначены АСТПП. Использование АСТПП позволяет повысить эффективность подготовки производства, сократить материальные и временные затраты на этот процесс, повысить качество результатов и сократить затраты человеческого труда.

6. Интеграция автоматизированных производственных систем в единое гибкое автоматизированное производство (ГАП). Интеграция заключается в совместном использовании и взаимодействии перечисленных выше систем автоматизации для достижения конечной цели производства. При этом системы автоматизации интеллектуальных функций человека (проектирование, управление, исследования, разработка технологий) используют общие базы данных, что обеспечивает прямой обмен информацией между ними.

В ГАП основным принципом управления оборудованием и процессами является программное управление от ЭВМ, что обеспечивает перестройку производства на выпуск новой или модернизированной продукции программным путем (заменой управляющих программ) в автоматизированном режиме. В результате производство приобретает свойство гибкости и реализует концепцию гибкой технологии. Комплексная автоматизация человеческого труда позволяет сократить долю человеческого труда в ГАП в 20 раз по сравнению с традиционным производством. Такое производство реализует концепцию безлюдной технологии.

В условиях ГАП автоматизированы как физические, так и интеллектуальные функции человека. Для автоматизации интеллектуальных функций основным средством являются ЭВМ. Поэтому ГАП часто называют интегрированным и компьютеризированным производством.