

тору потокосцепления ротора, то внешними управляющими воздействиями являются компоненты пространственного вектора напряжения на статоре. Недостатком данных систем становится низкое быстродействие.

Предъявляемые в настоящее время повышенные требования, относящиеся к погрешности и быстродействию, обуславливают необходимость применения замкнутых систем.

Одним из направлений интеллектуального управления выступают системы, принцип действия которых состоит в использовании аппаратных нечетких систем, в частности нечеткой логики. Использование данного аппарата приводит к построению разнообразных классов нечетких систем управления, позволяющих решать задачи управления при отсутствии достаточного знания об объекте управления или при использовании нетрадиционных методов решения задач управления асинхронными электроприводами переменного тока. При применении методов классической теории автоматического управления возможен на выходе приемлемый алгоритм управления. Однако при анализе классической модели, несмотря на то, что рассматриваемая система имеет математическое описание и может быть решена методами классической теории автоматического управления, необходимый для построения системы векторного управления результирующий вектор потокосцепления ротора не определяется с помощью прямого измерения, а выбранные параметры, необходимые для его расчета, всегда содержат накапливающуюся ошибку измерения, а также происходит изменение параметров двигателя в процессе работы. Возможность удачного использования методов, базирующихся на аппаратах нечеткой логики, во многом определяется гибким математическим аппаратом, который применяется для анализа данных, а также при их обработке, способной реально отобразить как не подлежащие строгой формализации зависимости и взаимосвязи, так и учесть неточные, субъективные оценки устройств, лежащие в их основе.

Подытожив вышесказанное, можно отметить следующее:

1. Замкнутые системы управления являются наиболее оптимальным вариантом при создании систем, к которым предъявляются требования высокой точности управления, они обладают большей гибкостью, быстротой реакции, компактностью.

2. Системы с прямым управлением моментом обеспечивают полное управление асинхронным двигателем как в динамике, так и в статике.

3. Применение нечеткой логики позволяет значительно сократить громоздкий объем вычислений, предусматриваемый при математическом описании классической векторной системы управления, а также избавляет от ошибки вычисления ненаблюдаемых параметров, накопление которой может привести к увеличению количества вычислительных операций из-за необходимости корректирующих мероприятий, дает возможность, по сравнению с использованием общепринятых аналитических моделей и алгоритмов управления, достичь наиболее адекватных результатов.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**А. А. Бычков**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Л. В. Веппер

Автоматизация производственных процессов может осуществляться на разных уровнях.

Автоматизация имеет так называемый нулевой уровень – когда в производстве участие человека исключается только при выполнении рабочих ходов (вращение

шпинделя, движение подачи инструментов и др.). Такую автоматизацию назвали механизацией. Можно сказать, что механизация – это автоматизация рабочих ходов. Отсюда следует, что автоматизация предусматривает механизацию.

Автоматизация первого уровня ограничивается созданием устройств, цель применения которых – исключить участие человека при выполнении холостых ходов на отдельно взятом оборудовании. Такая автоматизация называется автоматизацией рабочего цикла в серийном и поточном производстве.

Холостой ход в норме штучного времени, определяющего трудоемкость операции, учитывается в виде вспомогательного времени  $t_b$  и времени технического обслуживания  $t_{т.об}$ :

$$t = t_o + t_b + t_{т.об} + t_{орг} + t_{отд},$$

где  $t_o$  – основное время, которое учитывает время рабочих ходов,  $t_o = t_{р.х}$ ;  $t_b$  – вспомогательное время, включает отвод и подвод инструмента, загрузку оборудования и контроль;  $t_{т.об}$  – время технического обслуживания, затрачиваемое на смену инструмента, наладку оборудования, устранение отходов и управление;  $t_{орг}$  – время обслуживания оборудования;  $t_{отд}$  – время отдыха рабочего.

На первом уровне автоматизации рабочие машины еще не связаны между собой автоматической связью. Поэтому транспортировка и контроль объекта производства выполняются с участием человека. На этом уровне создаются и применяются станки-автоматы и полуавтоматы. На автоматах рабочий цикл выполняется и повторяется без участия человека. На полуавтоматах для выполнения и повторения рабочего цикла требуется участие человека.

Например, современный токарный многошпиндельный автомат выполняет обтачивание, сверление, зенкерование, развертывание и нарезание резьбы на заготовке из прутка. Такой автомат может заменить до 10 универсальных станков за счет автоматизации и совмещения холостых и рабочих ходов, высокой концентрации операций.

Автоматизация второго уровня – это автоматизация технологических процессов. На этом уровне решаются задачи автоматизации транспортировки, контроля объекта производства, удаления отходов и управления системами машин. В качестве технологического оборудования создаются и применяются автоматические линии, гибкие производственные системы (ГПС).

Автоматической линией называют автоматически действующую систему машин, установленных в технологической последовательности и объединенных средствами транспортировки, загрузки, контроля, управления и устранения отходов. Например, линия по обработке ведущей конической шестерни редуктора автомобиля высвобождает до 20 рабочих и окупается через три года при соответствующей программе выпуска.

Автоматическая линия состоит из технологического оборудования, которое комплектуется под определенный вид транспорта и связывается с ним устройствами загрузки (манипуляторами, лотками, подъемниками). Линия включает кроме рабочих позиций и холостые позиции, которые необходимы для осмотра и обслуживания линии.

Если линия включает позиции с участием человека, то она называется автоматизированной.

Третий уровень автоматизации – комплексная автоматизация, которая охватывает все этапы и звенья производственного процесса, начиная от заготовительных процессов и заканчивая испытаниями и отправкой готовых изделий.

Планировка автоматической линии для обработки корпусных деталей дана на рис. 1.

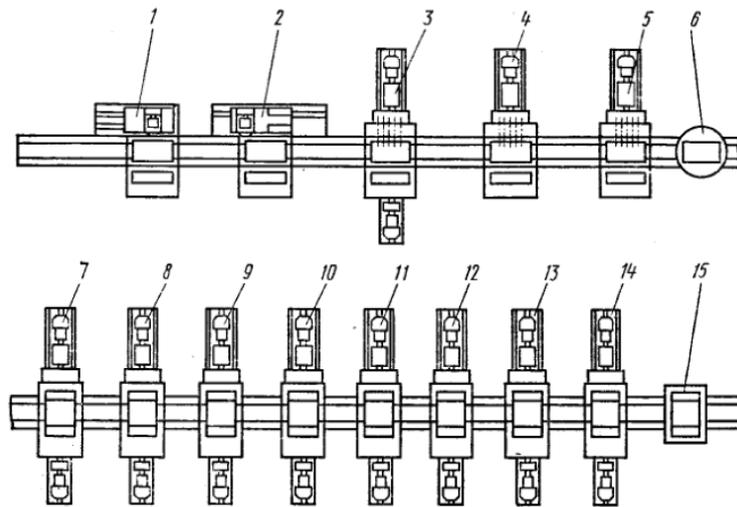


Рис. 1. Планировка автоматической линии для обработки корпусных деталей:

- 1, 2 – станки для чернового и чистового фрезирования плоскости;
- 3–5 – станки для обработки крепежного отверстия; 6 – поворотный стол;
- 7–14 двусторонние станки для обработки отверстий; 15 – контрольное устройство для контроля обработки детали

Комплексная автоматизация требует освоения всех предшествующих уровней автоматизации. Она связана с высокой технической оснащенностью производства и большими капитальными затратами. Такая автоматизация эффективна при достаточно больших программах выпуска изделий стабильной конструкции и узкой номенклатуры (производство подшипников, отдельных агрегатов машин, элементов электрооборудования и др.).

Вместе с тем именно комплексная автоматизация позволяет обеспечить развитие производства в целом, так как имеет наибольшую эффективность капитальных затрат. Чтобы показать возможности такой автоматизации, рассмотрим в качестве примера завод по выпуску автомобильных рам в США. При выпуске до 10000 рам в сутки завод имеет штат в 160 чел., который в основном состоит из инженеров и наладчиков. При работе без применения комплексной автоматизации для выполнения той же производственной программы понадобилось бы не менее 12000 чел.

На третьем уровне автоматизации решаются задачи автоматизации складирования и межцеховой транспортировки изделий с автоматическим адресованием, переработки отходов и управления производством на базе широкого применения ЭВМ. На этом уровне участие человека сводится к обслуживанию оборудования и поддержанию его в рабочем состоянии.

Рассмотрим развитие автоматизации в направлении технологической гибкости и широкого применения ЭВМ.

Гибкие производственные системы представляют собой совокупность технологического оборудования и систем обеспечения его работы в автоматическом режиме при изготовлении изделий. Развитие ГПС происходит в направлении к безлюдной технологии, обеспечивающей работу оборудования в течение заданного времени без участия оператора.

Для каждого изделия при заданных требованиях к количеству и качеству продукции могут быть разработаны различные варианты ГПС, отличающиеся методами и маршрутами обработки, контроля и сборки, степенью дифференциации и концентрации операций технологического процесса, типами транспортно-загрузочных систем, числом обслуживающих транспортных средств (ОТС), характером межагрегатных и межучастковых связей, конструктивными решениями основных и вспомогательных механизмов и устройств, принципами построения системы управления.

Технический уровень и эффективность ГПС определяются такими показателями, как качество изделий, производительность ГПС и ее надежность, структура потоков компонентов, поступающих на ее вход. Именно с учетом этих критериев должны решаться следующие задачи: выбор типа и количества технологического оборудования, межоперационных накопителей, их вместимость и места их расположения, число обслуживающих операторов, структура и параметры транспортно-складской системы и т. п.

Гибкие производственные системы могут быть построены из взаимозаменяемых, взаимодополняющих ячеек или же смешанным образом. Гибкая система состоит из двух однотипных взаимозаменяемых обрабатывающих центров (ОЦ). Обрабатывающие центры обслуживаются двумя транспортными тележками (робокарами), поддерживающими движение материальных потоков (деталей, заготовок, инструментов). Обычным является управление в автоматизированном режиме. Если допускаются ручные операции, то оператору должна быть предоставлена определенная свобода действий. Управление совместной работой ОЦ и транспортной системой осуществляется от центральной ЭВМ.

В общем случае управление робокарами осуществляется от центральной ЭВМ через промежуточное устройство или же от локальной системы управления (ЛСУ). Передача команд на робокары может осуществляться только на остановках, которые делят трассы движения на зоны. ЭВМ разрешает пребывание в конкретной зоне только одного робокара. Максимальная скорость движения может достигать 1 м/с.

Верхняя часть робокара для выполнения операций перегрузки, разгрузки и загрузки может подниматься и опускаться с помощью гидропривода. При отказе или отключении управления от ЭВМ робокар может управляться ЛСУ.

Существуют различные варианты робокаров, используемых в качестве транспортных средств в ГПС. Наиболее распространен вариант, когда робокар перемещается вдоль трека (маршрута, трассы) или иной конструкции, уложенной в полу или на его поверхности. Один из вариантов трассирования заключается в том, что на поверхность пола наносят трек в виде полосы (флюоресцентной, светоотражающей, белой с черной окантовкой), а маршрутослежение осуществляется оптоэлектронными методами. Недостатком является необходимость следить за чистотой полосы. Поэтому более распространено трассирование робокаров индуктивным проводником, уложенным в канавке на небольшой глубине (около 20 мм). Известны и другие интересные решения с применением, например, телевизионного навигационного оборудования для свободного перемещения в пространстве под управлением ЭВМ.

Источник снабжения робокаров материальными потоками – это автоматизированный склад со штабелерами, осуществляющими адресуемый доступ к любой ячейке склада, а склад сам по себе является достаточно сложным объектом управления.