

УДК 681.51

**ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОДУЛИ**

Снеткова А.И., студент гр. МРб-151, 4 курс  
Кулак И.В., старший преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева,  
г. Кемерово

Увеличение производительности производственного процесса в машиностроении и повышение его эффективности возможны при существенном росте производительности технологического оборудования и широкой его автоматизации.

Современному машиностроению с серийным характером его производства, присущи постоянное усложнение конструкции, увеличение номенклатуры производства, частая смена объектов производства, сокращение сроков освоения новой продукции. Эффективным средством решения данных задач является широкое применение гибких производственных систем.

Основным элементом гибкой производственной системы является гибкий производственный модуль (ГПМ)

Гибкий производственный модуль представляет собой единицу технологического оборудования, обладающий необходимой оснасткой, имеющий высокую степень автономности, который осуществляет обработку деталей в автоматическом режиме и обладающий возможностью «встраивания» в гибкую производственную систему.

Основными функциями ГПМ, выполняемыми в автоматическом режиме, являются:

- «складирование» заготовок;
- загрузка заготовок и выгрузка готовых деталей;
- обработка деталей;
- контроль точности изготовления деталей.

Экономическая эффективность использования гибких производственных модулей достигается за счет увеличения производительности труда в 4-6 раз и более по сравнению с универсальным оборудованием, и увеличением машинного времени оборудования по сравнению с «автономными» станками с ЧПУ.

Основными источниками экономии от применения ГПМ являются:

- повышение машинного времени станка путем устранения потерь на переналадку, установку и снятие детали, замену изношенному инструменту и т.д.;

- повышение коэффициента сменности вследствие обслуживания оператором большего количества станков. Это позволяет выполнять подготовительные работы в одну смену и обеспечить загрузку оборудования в несколько смен с уменьшением количества обслуживающего персонала.
- уменьшение вложений в оборотные средства за счет сокращения производственного цикла. Это уменьшает количество «незавершенки» вследствие большей загрузки оборудования;
- уменьшение числа основных рабочих в производстве.

Для работы оборудования без участия человека необходимы:

- автоматические устройства загрузки заготовок и удаления деталей, замены оснастки и режущего инструмента;
- система контроля и диагностирования элементов ГПМ;
- система управления ГПМ, включающая ЭВМ и устройства программного управления функционирования всех частей и элементов системы .

Большое количество различных механизмов требует наличия систем числового программного управления, что увеличивает стоимость ГПМ по сравнению с обычным станком с ЧПУ. Обслуживание данного оборудования требует высокой квалификации рабочего. Наиболее эффективная схема использования подобного оборудования зависит от используемой номенклатуры обрабатываемых деталей, качественного технического обслуживания оборудования выполняемого точно в срок. Гибкие производственные модули используются для обработки типовых деталей с различными геометрическими параметрами. При этом применяются разный состав технологических операций, широкая гамма приспособлений, оснастки и мерительного инструмента .

Гибкая производственная система является более сложным объектом управления по сравнению со станком ЧПУ. Помимо самого станка ЧПУ в нее входят: робот – манипулятор, накопитель заготовок и деталей, магазин оснастки и инструментов, транспортная система, система автоматического контроля.

Весь состав компонентов гибкой производственной системы оснащен локальными системами управления. Объединение локальных систем управления в общую структуру обеспечивает основная система управления ГПМ. В ее функции входит диспетчеризация, которая позволяет обеспечить автоматизацию процесса обработки деталей.

Основными задачами систем управления ГПМ являются:

- идентифицировать технологический процесс обработки деталей и применяемый инструмент;
- контролировать ресурс используемого инструмента, определять размерные отклонения обрабатываемых поверхностей и производить их коррекцию, отрабатывать «нештатные» ситуации;

- воспринимать команды вышестоящего уровня, вести диалог с оператором, передавать информацию о ходе выполнения заданий и др.

Упрощенно структуру ГПМ можно представить в составе станка, робота и магазина для заготовок и деталей, где  $x_0$  - позиция заготовки в магазине до начала обработки/позиция готовой детали после обработки;  $x_1$  - позиция для обработки заготовки;  $x_2$  и  $x_3$  - промежуточные позиции, предназначенные для схвата промышленного робота (рис. 1).

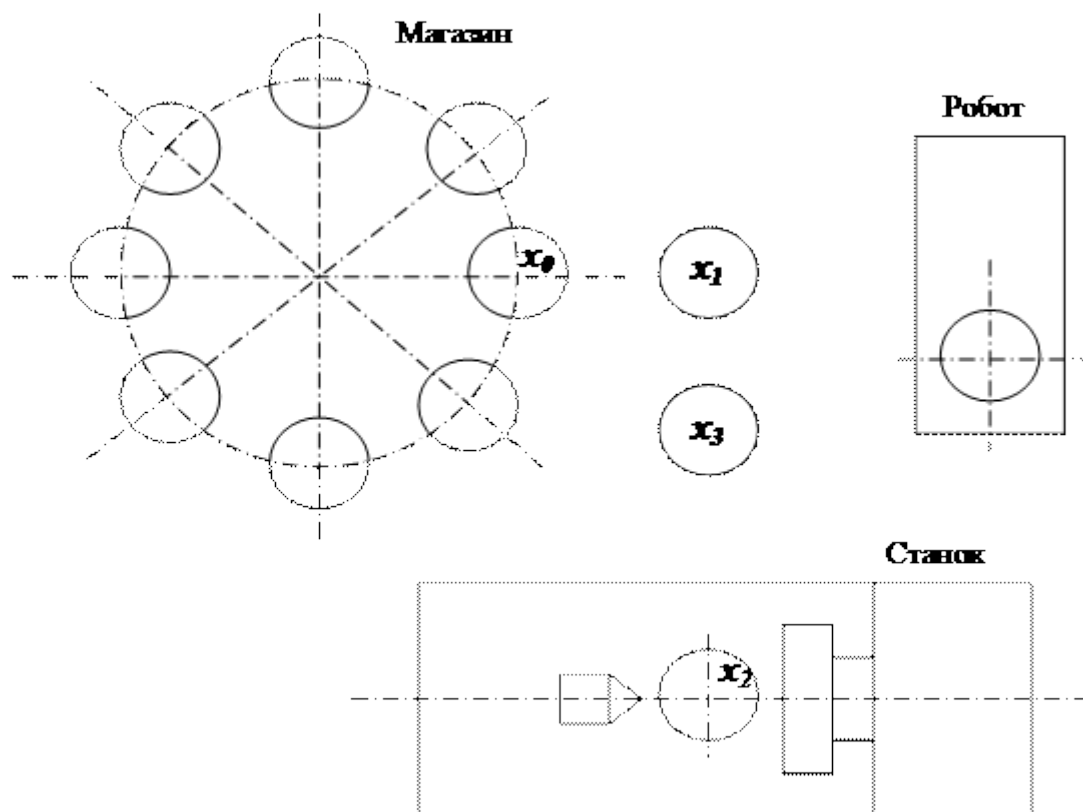


Рисунок 1 – Упрощенная структура ГПМ

Центральным элементом ГПМ является станок с ЧПУ, который должен изготавливать деталь с высокой точностью, скоростью и качеством.

Главной составляющей высокой производительности станка является скорость рабочих подач. Основным условием является сохранить высокую производительность не снижая точности изготовления. Общеизвестными лидерами, сумевшими решить данную задачу, являются японские и немецкие компании. Например, станки японской фирмы Kitamura обеспечивают рабочие подачи на скоростях до 50000 мм/мин, сохраняя точность позиционирования в пределах 0,001 мм.

Лидером мирового станкостроения, фирмой Nakamura-Tome, предлагаются станки с 15-ю управляемыми осями. Новейшая разработка фирмы – 5-координатный токарно-фрезерный центр Super NTMX, оснащенный 9-ю управляемыми осями, оснащенный двумя магазинами – одним для обработки в левом шпинделе, а другим для обработки в правом токарном шпинделе.

В настоящее время ведущими производителями оборудования предлагаются станки с системами охлаждения шарико-винтовых пар, шпинделя, системами термостабилизации СОЖ.

Отечественные изготовители также производят обрабатывающие центры и гибкие производственные модули. В число таких производителей входят «Стерлитамакский станкозавод – МТЕ», «Савеловский машзавод», «Красный пролетарий», «Саста», «РСЗ», МАО «Седин», «ИЗТС» и др.

Современное развитие технологий производства требует разработки и внедрения все наиболее прогрессивного многофункционального металлорежущего оборудования, внедрения в производство гибких производственных модулей, объединенных в системы, делающие возможным появления высокоэффективных «безлюдных» производств.

### **Список литературы:**

1. Выжигин, А.Ю. Гибкие производственные системы: учебное пособие / А.Ю. Выжигин. — М.: Машиностроение, 2009. — 288с.
2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для втузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; Под ред. Н.М. Капустина. — М.: Высш. шк., 2004.—415с.
3. Трухин В.В. Гибкие производственные системы. Учебное пособие Кемерово 2010.