

Технология и технологические машины

УДК 621.73.06—52: 621.865.8

Автоматизация технологического процесса ковки или горячей штамповки заготовок

Ф.Д. Байрамов, А.А. Фардеев

На многих машиностроительных предприятиях в технологическом процессе ковки или горячей штамповки подача заготовок в рабочую зону прессы до сих пор производится вручную или при помощи манипуляторов, управляемых оператором. Для повышения эффективности производства необходима автоматизация этого технологического процесса. Выбору различных параметров манипулятора и автоматизированной системы управления посвящена данная статья.

Ключевые слова: технологический процесс, ковка, горячая штамповка, манипулятор, автоматизация.

At many engineering plants the technological process of forging and hot stamping still implies the supply of blanks into the working area manually or by means of manipulators, run by an operator. To increase the effectiveness of the production it is necessary to automate the above-mentioned process. The article deals with the choice of different parameters of the manipulator and of the automated control system.

Keywords: technological process, forging, hot stamping, manipulator, automation.

Рассмотрим технологический процесс горячей штамповки заготовок на одном из машиностроительных предприятий. Схема перемещения заготовки показана на рис. 1.



БАЙРАМОВ

Фарит Давлетович

доктор технических наук,
профессор, зав. кафедрой
«Теоретическая механика
и сопротивление
материалов»



ФАРДЕЕВ

Артур Альбертович

аспирант
кафедры
«Прикладная информатика
и управление»
(Камская государственная
инженерно-экономическая
академия)

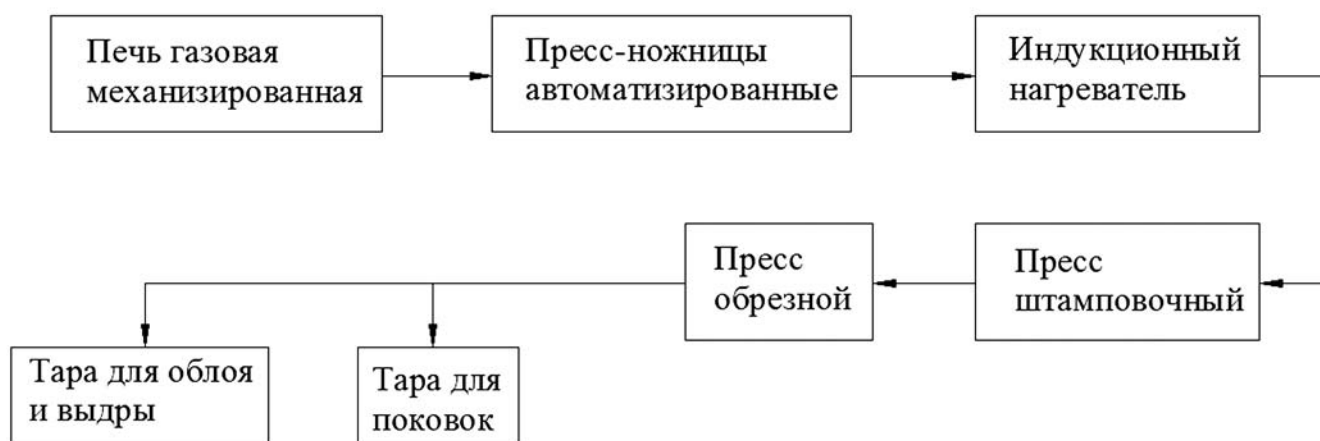


Рис. 1. Схема перемещения заготовки в технологическом процессе горячей штамповки

Перемещение заготовки от одной машины к другой происходит либо по транспортеру, либо в таре на погрузчике.

В рассмотренном технологическом процессе можно автоматизировать следующие этапы:

- 1) подачу заготовки из приемного лотка на осадочную площадку штампа штамповочного прессы;
- 2) переключивание заготовки в предварительный ручей;
- 3) переключивание заготовки в окончательный ручей;
- 4) удаление поковки на транспортер;
- 5) подачу заготовки из приемного лотка на штамп обрезного прессы;
- 6) удаление поковки, выдры и облоя в соответствующие тары.

Эти этапы можно автоматизировать при помощи двух манипуляторов, так как они связаны с двумя прессами. Оба манипулятора будут выполнять похожую работу, поэтому можно ограничиться разработкой одного манипулятора.

Использование манипуляторов для автоматизации указанных этапов обусловлено тем, что сделать это при помощи других средств (например, транспортера) невозможно, так как кроме горизонтального и вертикального перемещений заготовок и поковок необходимо поворачивать их относительно той или иной оси

координат, а также вынимать поковки из ручьев.

Быстродействие манипулятора превосходит скорость выполнения операций человеком. Поэтому кроме увеличения производительности труда при рассматриваемой замене человека манипулятором произойдет увеличение эффективности использования оборудования (прессов). Следовательно, применение манипуляторов вместо ручного труда в рассматриваемом технологическом процессе возможно и выгодно.

Для введения в технологический процессковки или горячей штамповки манипулятора необходимо:

- 1) выбрать манипулятор;
- 2) разработать систему управления его работой.

Процесс выбора манипулятора состоит из следующих этапов:

- 1) определить количество, вид и взаимное расположение переносных степеней подвижности манипулятора;
- 2) выбрать захватное устройство и рассчитать ориентирующие степени подвижности манипулятора;
- 3) определить размеры модулей подвижности манипулятора;
- 4) выбрать принцип управления манипулятором;

5) выбрать механизмы приводов манипулятора.

Поставленная задача выбора количества, вида и взаимного расположения переносных степеней подвижности манипулятора определяется его системой координат [1].

При перемещении заготовок и поковок захватное устройство совершает пространственное движение. При этом рабочая зона прессов имеет небольшую высоту и все точки позиционирования находятся на одной прямой. Поэтому самой подходящей для рассматриваемого манипулятора является прямоугольная объемная система координат. Компонентно-кинематическая схема манипулятора, работающего в указанной системе координат, показана на рис. 2.

В связи с несложной формой заготовок и поковок выберем наиболее простое схватывающее захватное устройство с тремя враща-

тельными и одним поступательным ориентирующими степенями подвижности.

Для выбора продольных размеров элементов модулей подвижности нужно выяснить величину необходимого хода по каждой степени свободы манипулятора. Для рассматриваемого манипулятора, используемого в технологическом процессе горячей штамповки поковки ведомой цилиндрической шестерни заднего моста автомобиля КамАЗ, необходимыми величинами ходов являются:

- 2 100 мм — в первом горизонтальном направлении вдоль штампов пресса;
- 350 мм — во втором горизонтальном направлении внутрь рабочей зоны;
- 160 мм — в вертикальном направлении;
- 100° — поворот схвата относительно второго горизонтального направления.

Для определения поперечных размеров элементов модулей подвижности необходимо определить внешние нагрузки и реакции связей для каждого модуля подвижности согласно принципу Даламбера [2]. Зная силы, приложенные к элементам модулей подвижности, можно произвести расчет на прочность и определить их поперечные размеры.

Поэтому, зная вес заготовки, величины ходов степеней подвижности и необходимое быстродействие по справочникам можно выбрать необходимый нам модуль стандартных модулей подвижности, выпускаемых промышленностью.

Поскольку тип приводов манипулятора зависит от выбранного принципа управления, вначале необходимо выбрать систему управления манипулятором. По степени сложности системы управления манипулятором можно расположить в следующем порядке: программные (цикловые, позиционные, контурные), адаптивные, интеллектуальные. Системы циклового и позиционного управления работают без обратной связи. Следовательно, любые небольшие сбои в технологическом процессе вызовут

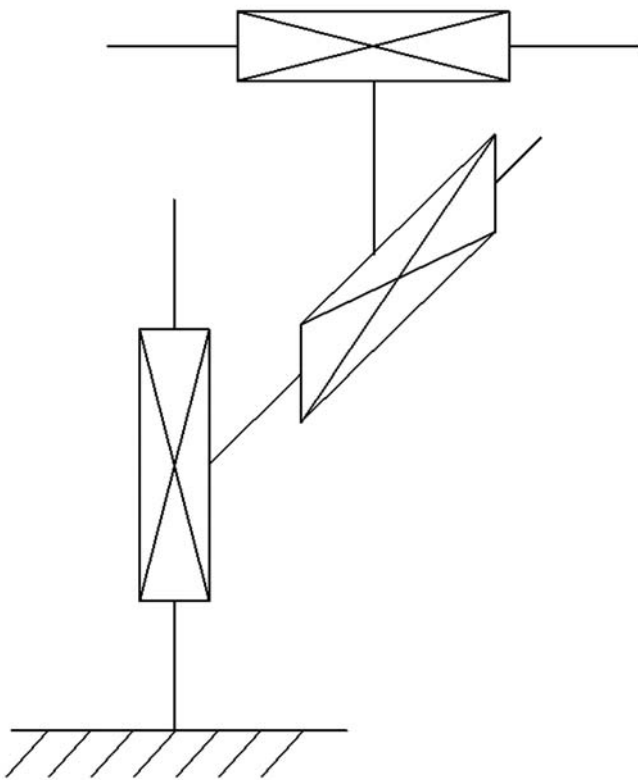


Рис. 2. Компонентно-кинематическая схема манипулятора, работающего в прямоугольной объемной системе координат

переход на ручное управление, увеличивая время выполнения той или иной операции.

Система контурного управления использует обратную связь, но лишь для обеспечения схвата возможности двигаться по любым заданным траекториям и останавливаться в любой заданной точке выбранной траектории. В отличие от систем циклового и позиционного управления система контурного управления может обеспечить движение звеньев манипулятора одновременно по нескольким степеням подвижности. Однако она не обеспечивает работу манипулятора при внешних возмущениях.

Для рассматриваемого манипулятора непредсказуемыми внешними возмущениями могут быть:

- отсутствие заготовки в данной точке рабочего пространства манипулятора по различным внешним причинам;
- изменение положения заготовки по сравнению с положением, обеспечивающим его захват схватом манипулятора;
- препятствие на траектории движения схвата;
- изменение положения точки позиционирования из-за вибраций, создаваемых прессом, или по какой-либо другой причине.

Ликвидировать влияние непредсказуемых внешних возмущений может система адаптивного управления, так как в ней используется обратная связь, направленная на компенсацию действия возмущений [3].

В качестве приводов манипуляторов используют электрические, пневматические и гидравлические двигатели. От электроприводов придется отказаться в связи с тем, что возможно межвитковое замыкание обмоток электродвигателя из-за высокой температуры окружающей среды (температура заготовки до 1 220 °С). Пневмоприводы применяют в основном при использовании цикловой и позиционной систем управления, иногда — контурной системы.

Поскольку мы выбрали адаптивную систему управления, то от пневмоприводов, несмотря на их простоту, также придется отказаться. Следовательно, необходимо выбрать гидравлические приводы. Иногда их называют электрогидравлическими, так как их гидронасосы приводятся в движение электромоторами. Для предохранения от высокой температуры следует разместить электромотор с гидронасосом отдельно от манипулятора на некотором расстоянии от пресса.

Можно использовать общий электрогидронасос для всех модулей подвижности или свой насос для каждого модуля. Схема гидропривода дроссельного управления с общим для всех степеней подвижности гидронасосом переменного рабочего объема представлена на рис. 3. На рисунке показаны гидродвигатели для одной вращательной и одной поступательной модулей подвижности. При большем числе степеней подвижности у манипулятора в схему добавляются дополнительные гидродвигатели, содержащие силовой гидроцилиндр или гидромотор.

В гидроприводе, схема которого изображена на рис. 3, используется гидронасос переменного рабочего объема в целях экономии энергии: подача насоса уменьшается при уменьшении скоростей движения подвижных частей манипулятора.

Существуют электрогидравлические приводы объемного управления, в которых каждый модуль подвижности обеспечивается отдельным электрогидронасосом переменного рабочего объема. Управление положением и скоростью перемещения подвижных элементов модулей подвижности производится в этом случае путем изменения рабочего объема соответствующего насоса. Однако использование подобных приводов повышает стоимость конструкции манипулятора. Поэтому в качестве приводов манипулятора выгоднее использовать электрогидравлический привод дроссельного

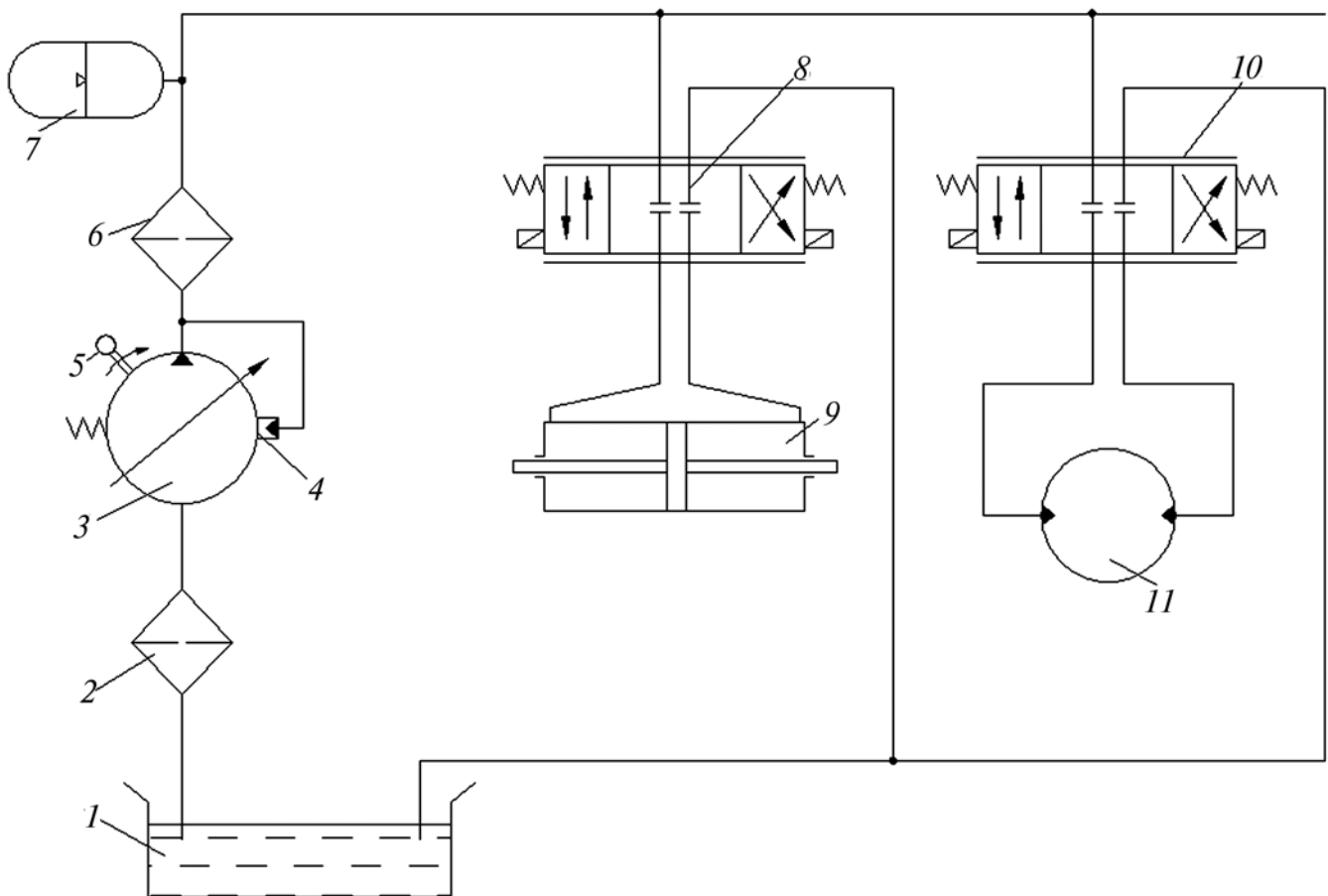


Рис. 3. Схема гидропривода дроссельного управления:

1 — бак; 2 — заборный фильтр; 3 — гидронасос переменного рабочего объема; 4 — регулятор рабочего объема насоса; 5 — электродвигатель; 6 — фильтр тонкой очистки; 7 — пневмогидравлический аккумулятор; 8, 10 — гидрораспределители; 9 — силовой гидроцилиндр; 11 — гидромотор

управления с общим насосом переменного рабочего объема.

Предложенный способ автоматизации технологического процессаковки или горячей штамповки заготовок позволит повысить эффективность указанного процесса и машиностроительного предприятия в целом.

Литература

1. Промышленные роботы: Конструирование, управление, эксплуатация / В.И. Костюк, А.П. Гавриш, Л.С. Ямпольский, А.Г. Карлов. К.: Вища. шк. Головное изд-во, 1985. 359 с.
2. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов. М.: Высш. шк., 1986. 264 с.
3. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: введение в специальность. М.: Высш. шк., 1990. 224 с.

Статья поступила в редакцию 02.03.2012