

УДК 681.51

Гавариева К.Н., кандидат технических наук, ассистент, Набережночелнинский институт КФУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация: управление технологическим процессом прецизионной штамповки основано на применении нечеткой логики, т.к. параметры процесса принадлежат определенному интервалу. В данной работе нечеткая логика применяется для поддержания показателей процесса в требуемых диапазонах. Нечеткая логика выполнена в виде продукционных правил на основе предварительно составленной базы знаний с применением лингвистических переменных.

Ключевые слова: нечеткая логика, база знаний, функция принадлежности, система управления

С целью достижения высокого качества выполнения процесса прецизионной штамповки и энергосбережения вследствие отсутствия необходимости последующей механической обработки, необходимо подобрать оптимальные режимы технологического процесса. Для решения вопроса по подбору режимов технологического процесса прецизионной штамповки предлагается применить автоматизированные системы, которые содержат знания и результаты исследований специалистов в области горячей объемной штамповки [1]. Автоматизация процесса принятия решений является важной составляющей систем управления.

Разработка и использование систем управления процессом прецизионной штамповки с элементами искусственного интеллекта предполагает создание базы знаний с использованием нечетких продукционных правил. База знаний формируется на основе практического опыта, и формализуются в виде продукционных правил, с учетом правил логического вывода [4].

База знаний (БЗ) состоит из двух уровней [3,5]. Первый уровень (рисунок 1) представляет собой нечеткие правила БЗ, которые преобразуют задаваемые

параметры в управляющие. На этом же уровне определяются функции принадлежности.

На втором уровне расположены лингвистические переменные для фаззификации данных системы.



Рис. 1. Структура базы знаний

База правил формируется согласно следующей процедуре. Переменные экспериментальных данных имеют определенные максимальные и минимальные значения.

$$x \in [x_{\min}, x_{\max}] \quad (1)$$

Для прецизионной штамповки выбрана функция принадлежности треугольной формы. Параметры треугольной функции принадлежности: a, b, c — некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: $a \leq b \leq c$. Данная функция принадлежности порождает нормальное выпуклое унимодальное нечеткое множество с носителем — интервалом (a, c) , границами $(a, c) \setminus \{b\}$, ядром $\{b\}$ и модой b [2,6].

$$f_T(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad (2)$$

С помощью ключевых точек происходит аппроксимация дискретного представления функции принадлежности.

Для показателя «температура заготовки» соответствует лингвистическая переменная «температура заготовки», которая определяется тремя множествами: «низкая» (850°C -1000°C); «оптимальная» (1050°C -1100°C); «высокая» (1200°C - 1270°C).

В качестве примера рассмотрим функции принадлежности термов показателя «температура заготовки низкая»:

$$1 \text{ терм "низкая"} = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x \leq 850 \\ \frac{x - 850}{100}, & 850 \leq x \leq 950 \\ \frac{1000 - x}{50}, & 950 \leq 1000 \leq x \\ 0, & x \leq 1000 \end{array} \right\}$$

Фаззификация переменной «температура заготовки низкая» представлена на рисунке 2.

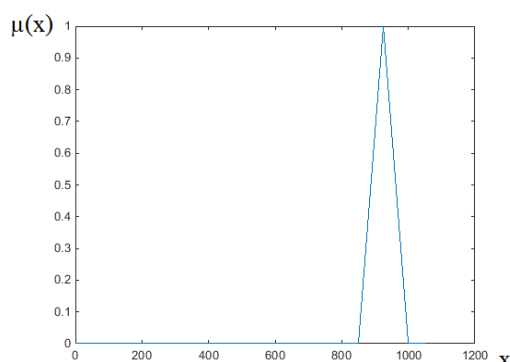


Рис. 2. Графическое представление функций принадлежности переменной «температура заготовки низкая»

При создании нечеткой продукционной модели системы могут быть использованы, как априорные данные о моделируемой системе, поступающие от экспертов, так и данные, полученные в результате измерений [7].

В первом случае, если отсутствует необходимость согласования мнений экспертов, предполагается, что задача обеспечения полноты и непротиворечивости базы нечетких правил решена заранее. В случае же, если известны только экспериментальные данные, данную задачу можно отнести к

задачам идентификации системы. На практике может иметь место также смешанный случай, когда начальная база нечетких правил строится, исходя из эвристических предположений, а ее уточнение проводится с использованием экспериментальных данных, в виде переменных [7].

Система с нечеткой логикой функционирует по алгоритму: фаззификация показаний приборов, согласно предварительно составленной базы знаний выполняется логическое заключение, дефаззификация, сигналы подаются на исполнительные механизмы.

Логическое заключение предполагает формирование выходной лингвистической переменной с помощью предварительно составленных продукционных правил базы знаний. База знаний составляется опытным экспертом из прикладной области на основании ассоциативных правил и заключений, которыми бы стал пользоваться оператор при управлении данным процессом [7]. Определены продукционные правила на примере «температура заготовки низкая», связывающая лингвистические переменные.

IF TZ<TZmin

THEN heatingT := true;

coolingT:= false; {Если текущее значение температуры заготовки < нижней границы диапазона то необходимо увеличить температуру нагрева тэна}

Таким образом, процесс прецизионной штамповки является слишком сложным для получения оптимального решения в реальном масштабе времени. Использование принципов нечеткой логики для управления технологическим процессом штамповки ЗКК позволит снизить количество брака. Правила, используемые в нечеткой логике, позволяют объединить полученный опыт и знания экспертов.

Список использованных источников

1. Семендий В.И., Акаро И.Л., Волосов Н.Н. Прогрессивные технология, оборудование и автоматизация кузнечно-штамповочного производства КамАЗа. М.: Машиностроение, 1989. 304 с

2. Макаров И.М., Лохин И.М., Манко С.В., Романов М.П. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления. – М.: Наука, 2006. – С. 214–217.

3. Применение многоагентной системы для управления параметрами процесса прецизионной штамповки зубчатых конических колес

4. Chernova M.A., Simonova L.A., Israfi lov D.I., Mathematical simulation of intelligent control system of metal vacuum sputtering process on the basis of application of multiagent system // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 23, № 7. – P. 930–934.

5. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. — СПб.: БХВ Петербург, 2005. — 736 с

6. Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. Машиностроение, Москва, 304с

7. Быченко, В.П. Исследование влияния отклонения температуры и объема заготовки на усилие в процессе закрытой штамповки: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. - М., 1974. - 16 с.

Gavarieva K.N., Candidate of Technical Sciences, assistant, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University.

SIMULATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF STAMPING BEVEL GEARS WITH ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract: the control of the technological process of precision stamping is based on the use of fuzzy logic, since the process parameters belong to a certain interval. In this paper, fuzzy logic is used to maintain the process indicators in the required ranges. Fuzzy logic is made in the form of production rules based on a pre-compiled knowledge base using linguistic variables.

Keywords: fuzzy logic, knowledge base, membership function, control system