УДК 681.3 + 519.81 + 519.226

**РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ПОСРЕДСТВОМ ПАКЕТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

**Магергут В.З. докт. техн. наук, проф., Гаевой П.П. аспирант,**

**Тарасов В.Г. инженер**

*(Белгородский государственный технологический институт им. В.Г. Шухова,*

*г. Белгород, Россия)*

Пакет нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox – это пакет прикладных программ, входящих в систему Matlab, относящихся к теории размытых или нечетких (fuzzy) множеств и позволяющих конструировать так называемые нечеткие эксперименты и (или) управляющие сиcтемы [1].

Применение пакета осуществляется, в основном, для построения систем нечеткого вывода (экспертных систем, регуляторов, аппроксиматоров зависимостей). Суть такого применения заключается во введении в пакет нечетких функций принадлежности для входных и выходных величин исследуемого технологического объекта управления (ТОУ) и получения по ним (с использованием того или иного алгоритма обработки, заложенного в пакет, например, алгоритмов Мамдани, Сугэно, метода центра площади) нечеткого вывода с заданными свойствами, в том числе, оптимальными. Иначе, прямое назначение пакета – решение задачи дефазификации. Назовем это решение как решение прямой задачи. Нами же решалась посредством названного пакета обратная задача. Таких решений нам не приходилось встречать в практике применения пакета Fuzzy Logic Toolbox, что позволяет говорить о возможно первом применении пакета для этой цели.

В чем суть решения нашей обратной задачи? Для ТОУ, каковым является реактор с распределенными параметрами в производстве малеинового ангидрида [2], по результатам исследований были известны функции принадлежности его входных и выходных величин, а также некоторые функции принадлежности двух промежуточных величин между входными и выходными.

В то же время ставилась задача по управлению выходной величиной реактора (а это селективность окисления бензола в малеиновый ангидрид) по входным величинам на основании показаний промежуточных величин, поскольку о поведении выходной величины можно судить лишь по данным лабораторного анализа. В то же время промежуточные величины (а это значение и положение и «горячей точки», т.е. точки с максимальным значением температуры в температурном профиле потока малеино-воздушной смеси в реакторе) контролируются посредством измерительных приборов непосредственно, хотя и с некоторой неопределенностью, поскольку по высоте реактора имеется лишь десять точек контроля.

Задача решалась в два этапа. На первом – решалась прямая задача, т.е. находился оптимальный выход для селективности окисления бензола по записанным нечеткими правилами её выхода в зависимости от четырех входных величин реактора (расход бензоло-воздушной смеси (БВС), соотношение бензол-воздух в БВС, температура «бани», срок службы катализатора) [3].

Эти правила имели вид:

if A and B and if C and if D then G, где A, B, C, D – нечеткие условия, получаемые из функции принадлежности, для входных величин вида (A is A1), и т.д., а G – нечеткое условие для выходной величины объекта того же вида, т.е. G is G1.

При этом находился оптимальный выход G\* и те значения входных величин A\*, B\*, C\* и D\*, которые обеспечивают этот оптимальный выход.

Далее, зная G\*, требовалось определить те значения промежуточных величин E и F, которые давали бы тот же выход G\*, что и при оптимальных входах A\*, B\*, C\* и D\* (обратная задача).

При этом некоторые правила для выхода G в зависимости от E и F были определены по данным журналов регистрации и данным эксплуатации реактора, а ряд (причем большая часть) по результатам решения обратной задачи, т.е. как результат, получаемый из правил:

if E and if F then G\*.

При этом находились (путем подбора) функции принадлежности для E и F, обеспечивающих G\*.

В результате решения обратной задачи удалось найти E\* и F\*, которые обеспечивали оптимальный выход G\*. Найдя эти E\* и F\*, далее решалась задача по обеспечению оптимальных выходов A\*, B\*, C\* и D\* как функций от промежуточных величин E\* и F\* для получения оптимального выхода с реактора по селективности окисления бензола G\*.

Решение задачи обеспечивалось нечетким управляющим автоматом, выставляющего по нечетко заданным промежуточным величинам E\* и F\*, найденным из решения обратной задачи, оптимальные значения входных величин реактора A\*, B\*, C\* и D\* [4].

Таким образом, если традиционно пакет нечеткой логики применяют для нахождения нечеткого вывода из имеющихся нечетких правил вида «если..., то»,связывающих нечеткие входные величины ТОУ с выходными, то мы применили этот пакет для нахождения самих правил, зная нечеткий вывод.

Данный подход может быть применен для управления объектами строительной индустрии и в других областях.

Перечень источников

1. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. М.:Физматгиз,2001. – 224 с.
2. Молдавский Б.Л., Кернос Ю.Д. Малеиновый ангидрид и малеиновая кислота. Л.: Химия, 1976. – 88 с.
3. А.Халифа. Синтез и оптимсизация систем управления реактором с распределенными параметрами (на примере реактора в производстве малеинового ангидрида). Канд. дисс.М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2006. – 186 с.
4. Магергут В.З., Халифа Амер. К управлению реактором по «горячей точке». Сб. трудов ХХ Междун. научн. конф. «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ - 20).Т. 7. Ярославль: ЯГТУ, 2007. – С.301 – 303.