

металла и добавок, номера выбранной ступени печного трансформатора.

Список источников

1. Гитгарц Д.А. Автоматизация плавильных электропечей с применением микро-ЭВМ. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 136 с., ил. – (Б-ка электротермиста; Вып. 73).
2. Разживин А.В., Сагайда И.М. Информационное обеспечение системы автоматического управления дуговой сталеплавильной печью по температуре металла// Вісник СУДУ.- 2000.- № 3(25). – С. 215-220
3. Разживин А.В., Сердюк А.А. Тепловая модель технологической системы// Надежность инструмента и оптимизация технологических систем. Тезисы докладов 8-й научно-технической конференции/ - Краматорск: ДГМА, 2001-44 с.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

Журавлев Ю. В.,

Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры

Современная технология производства строительных материалов, изделий и конструкций представляет собой сложный многомерный нестационарный процесс с неполным объемом информации. Некоторые параметры измеряются с большим запаздыванием и со значительной погрешностью, в частности: при расчете составов бетона и компонентов бетонной смеси; при корректировке составов с учетом активности цемента и качества компонентов; при назначении режимных параметров термообработки. Повышение качества управления свойствами бетона для обеспечения заданных прочностных характеристик в условиях жестких ресурсных ограничений и факторов неопределенности реального строительного производства возможно на пути применения новых информационных технологий, к которым относятся нечеткие системы, нейронные сети, генетические алгоритмы и ряд других [1].

Перечислим вопросы, которые должен решать оператор-технолог в процессе производства:

- идентификация значений тех характеристик материалов и сырья, используемых в процессе изготовления строительных изделий, которые не определены при поставке;
- выбор из имеющегося в наличии такого сырья, которое способно обеспечить требуемый в данном проекте уровень результирующих параметров;
- проектирование состава бетонной смеси для производства изделия;
- контроль за процессом приготовления бетонной смеси и корректировка рецептуры в случае неудовлетворительного результата;
- выбор режима тепловлажностной обработки изделия (в дальнейшем, программы) – определение температуры изотермической выдержки и времени, в течение которого будет подаваться теплоноситель (пар) до момента начала упрочения структуры цементного камня;
- контроль за часовым уровнем расхода пара и корректировка программы в случае его изменения;
- оценка уровня качества приготовленного изделия.

Как видим, практически в каждом пункте перечня работ технологу-оператору необходимо выполнять процедуру принятия решения в условиях многовариантного выбора.

Для облегчения работы оператора-технолога разработана система поддержки принятия решений, берущая на себя роль определения оптимальных (квазиоптимальных) управляющих воздействий в ходе процесса тепловой обработки.

Сложность выбора оптимального управления состоит в том, что не всегда возможно определить все условия и параметры процесса. Это происходит в силу следующих причин:

- при определении значений характеристик сырья возможно их отклонение от тех, которые определены изготовителем, так как нахождение сырья на открытом воздухе, в условиях пониженной или повышенной влажности воздействует на его свойства;

- при выборе сырья для проекта существует проблема отнесения данного материала к той или иной категории, определенной в таблицах для расчетов количеств ингредиентов. Например, при значении модуля крупности заполнителя 25 мм, трудно определить количество воды, так как по методике этот параметр определен для таких показателей модуля крупности, как 10 и 40 мм;
- этап корректировки состава смеси усложняется тем, что в условиях производства не применяют лабораторные приборы контроля удобоукладываемости смеси, отсутствующее формализованное решение по корректировке состава бетонной смеси заменяется визуальным контролем оператора бетоносмесительного узла;
- на этапе тепловой обработки бетонной смеси возможны ограничения в подаче теплоносителя, в результате чего необходимо оперативно корректировать режим ТВО. Формализация решения этого вопроса также отсутствует.

Таким образом, разрабатываемая автоматизированная система должна не только выполнять решение задачи нахождения оптимальных управляющих параметров, но и, в результате обратной связи с пользователем на доступном и понятном для него языке, получать информацию о результатах своей работы. На основе этих сведений в дальнейшем производится корректировка таблицы логических правил (базы знаний) с целью уменьшения вероятности возникновения систематических ошибок.

Моделирование ряда технологических объектов управления стройиндустрии затрудняется, с одной стороны, большим числом и сложностью причинно-следственных связей, с другой – достаточной степенью неопределенности последних, связанной, в том числе, и с невозможностью количественного измерения некоторых параметров состояния технологического процесса в реальном масштабе времени. На один из способов решения данной проблемы указал еще в 1965 году Л. А. Заде, предложив возможность использования для математического моделирования аппарат теории нечетких множеств, позволяющих формализовать качественную информацию – словесное (лингвистическое) описание параметров производства,

формулируемое опытными операторами-технологами, являющимися экспертами в своей предметной области. Согласно этой теории каждому термину словесного описания ставится в соответствие так называемое нечеткое множество X_i , $i = 1, 2, \dots, N$. Степень соответствия переменной x и нечеткого множества X_i оценивается функцией принадлежности $\mu_{X_i}(x) \in [0,1]$. Нечеткая модель представляет собой некоторое отображение, где каждому входному нечеткому множеству X ставится в соответствие выходное нечеткое множество Y .

Рассмотрим некоторые аспекты представления качественной информации (знаний) с помощью теории нечетких множеств на примере моделирования процесса управления температурными режимами в кассетной технологии производства железобетонных изделий (ЖБИ). Условия тепловой обработки в кассетных установках (КУ) отличаются тем, что бетон прогревается через металлическую стенку теплового отсека, не имея непосредственного контакта с паром. Изделие одной поверхностью примыкает к теплому отсеку кассеты, другой – к разделительному листу. Открытая поверхность изделия составляет по площади не более 5%.

Основными режимными параметрами являются температура в паровой рубашке T^+ (наиболее прогреваемая зона изделия), температура на разделительном листе T^- (наименее прогреваемая зона изделия), давление пара, поступающего в тепловой отсек P и длительность изотермического прогрева τ . На выходе кассетной установки получается ЖБИ с заданным показателем качества – распалубочной прочностью (далее, прочностью) R_c . Указанные параметры модели будем рассматривать как лингвистические переменные.

Известно, что лингвистической называют переменную, если ее значениями являются слова, фразы, дефиниции естественного языка. Описывается такая переменная набором (X, T, U, G, M) , где X – название переменной; T – терм-множество переменной X , т.е. множество всех названий лингвистических значений переменной X , причем каждое из таких значений является нечеткой переменной X со значениями из универсального множества U с базовой переменной u ;

G – синтаксическое правило, порождающее название X значения переменной X ; M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной X смысл $M(X)$. Конкретное название X , порожденное синтаксическим правилом G , называется термом [1].

В свою очередь, нечеткое подмножество M определяется как некоторое множество X с функцией принадлежности $\mu_M(X)$, принимающей значения из интервала $[0, 1]$:

$$M = \int_{x \in X} \mu_M(x) / x, \quad (1)$$

где $\mu_M : X \rightarrow [0,1]$ - функция принадлежности.

На основе изучения технологического процесса установлено, что при условии стабилизации давления пара в тепловой отсек КУ, наиболее информативными для управления можно определить описанные выше параметры T^+ , T^- , τ . В соответствии с требованиями технологии, применяемыми длительное время на АО «Харьковский ДСК-1», область изменения указанных параметров следующая: $T^+ = [85...95]^\circ\text{C}$, $T^- = [72...82]^\circ\text{C}$, $\tau = 3,5...4,5$ ч.

На основе экспертного опроса операторов-технологов для рассматриваемых лингвистических переменных определены следующие терм-множества:

T1 (температура T^+) = низкая + нормальная + высокая;

T2 (температура T^-) = низкая + нормальная + высокая;

T3 (длительность τ) = ниже нормы + норма + выше нормы.

Терм-множество для лингвистической переменной прочность $R_p = [60...70]\%$ (от марочной):

T4 (прочность R_p) = малая + норма + высокая.

Для каждого из перечисленных выше терм-множеств необходимо построить соответствующее нечеткое множество M со своим носителем, под которым понимается такое множество X^1 , что:

$$X^1 = \{x / \mu_M(x) > 0, x \in X^1\} \quad (2)$$

Результаты данного шага моделирования сведены в таблице 1.

На следующем этапе строится набор правил, описывающих технологический процесс. Правила имеют вид

$$\text{ЕСЛИ } X_1 = T1 \text{ и } X_2 = T2 \text{ и } X_3 = T3 \text{ ТО } Y = T4, \quad (3)$$

где X_i, Y – лингвистические переменные; $T1...T4$ – термы соответствующих лингвистических переменных. Например, одно из правил имеет следующий вид:

ЕСЛИ температура паровой рубашки = \langle низкая \rangle И температура разделительного листа = \langle норма \rangle И длительность изотермы = \langle норма \rangle ТО прочность = \langle малая \rangle

Таблица 1

Наименование лингвистической переменной	Термы	Носитель нечеткого множества
Температура паровой рубашки T^+	Низкая	85...90
	Нормальная	88...93
	Высокая	92...95
Температура разделительного листа T^-	Низкая	72...77
	Нормальная	75...82
	Высокая	78...85
Длительность изотермы τ	Ниже нормы	3,5...3,75
	Норма	3,7...4,25
	Выше нормы	4,15...4,5
Прочность R_r	Малая	60...65
	Норма	64...68
	Высокая	65...70

Логические правила образуют матрицу нечетких бинарных отношений. Далее матрицы объединяются по правилу

$$\mu_R = \max(\mu_{R_1}, \dots, \mu_{R_n}) \quad (4)$$

В качестве правила логического вывода предлагается композиционное правило Л. Заде [1].

Структурная схема нечеткого регулятора, в основу которого положена т.н. концептуальная схема обработки нечеткой информации приведена на рис.1. Цель управления в виде таблицы лингвистических правил (ТЛП) нечеткий регулятор получает от подсистемы поддержки и принятия решений “Стройпроизводство”, функционально состоящей из блока ввода данных, блока выдачи рекомендаций пользователю и блока обучения системы [2]. ТЛП цели и ТЛП объекта управления образуют алгоритм формирования ТЛП нечеткого регулятора, что делает возможным описание динамики системы управления набором лингвистических переменных. Входные воздействия U поступают на исполнительные механизмы КУ в результате дефазификации функции принадлежности $\mu(U)$ нечеткого множества, получающегося на основе максиминной композиции управляющего правила и выходных сигналов объекта X . Выбор оптимального правила из ТЛП регулятора осуществляется путем фазификации выходных сигналов X и сравнения посылки правил ТЛП с полученным нечетким множеством [3].

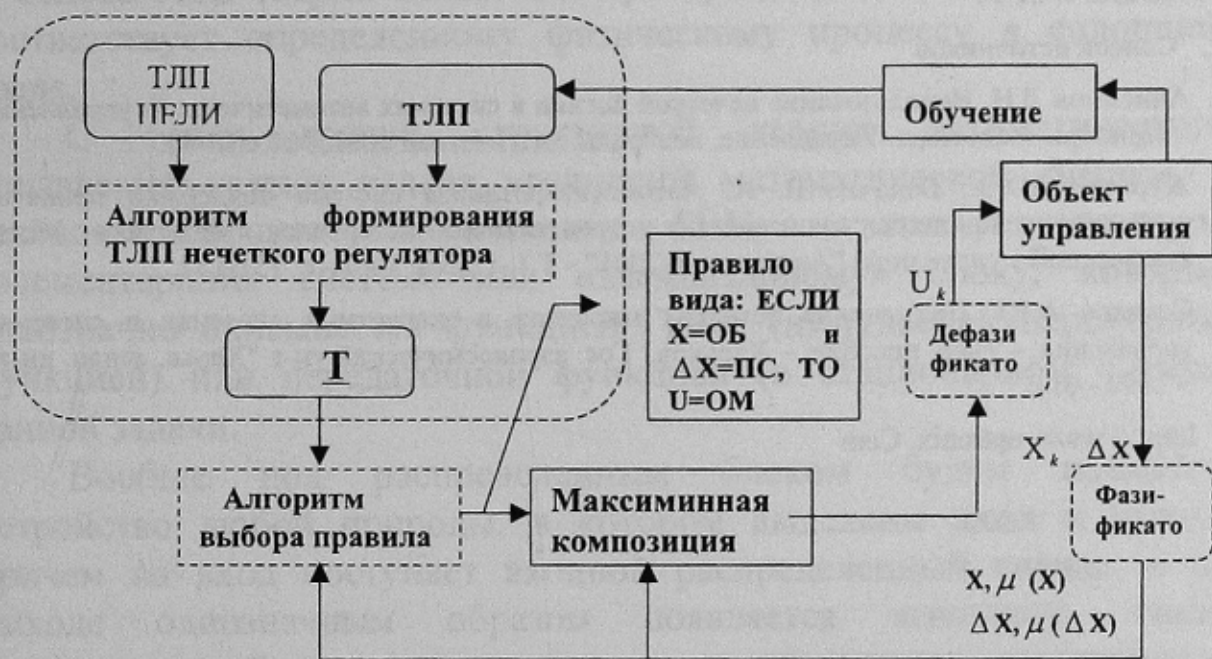


Рисунок 1 - Структурная схема нечеткого регулятора

Применение максимного базиса для механизма нечеткого логического вывода обусловлено простотой реализации. В качестве логической системы используется Z3-логика, которая при выполнении нечетких выводов из условных высказываний с несколькими лингвистическими переменными в посылках наиболее хорошо согласуется с системой предпочтений эксперта-технолога.

В качестве оболочки для создания нечеткой системы управления использован программный продукт FIDE (Оболочка разработки систем нечеткого логического вывода) фирмы Apronix [4], ориентированного на разработку контроллеров, использующих нечеткую логику. Функционирует на IBM PC/AT и совместимых ПЭВМ не ниже 80486DX2 в среде Windows 95/98/NT или OS/2 с объемом дискового пространства не более 4 МБ.

Предложенная концепция автоматизированной системы управления технологическим процессом производства железобетонных изделий базируется на использовании микропроцессорного контроллера MODICON TSX Micro-3722 фирмы Schneider и ПЭВМ, объединенных преобразователем интерфейсов RS232/RS485 с применением протокола передачи данных сети UNITELWAY.

Список источников

1. Анисимов Д.Н. Использование нечеткой логики в системах автоматического управления // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика 2001.-№8.с.39-42.
2. Журавлев Ю.В., Величко В. А. Автоматизированная система поддержки принятия решений в процессе производства строительных материалов Матеріали Міжн. конференції з управління "Автоматика-2001".- Т.1.-Одеса, 2001.- с. 151-152.
3. Соколов А.Ю. Применение нечетких множеств в экспертных системах и системах управления. - Учеб. пособие. – Харьков.: Гос. аэрокосмический ун-т "Харьк. авиац. ин-т" - 1999.- 61 с.
4. <http://www.aptronix.com>