

УДК: 681.5:661.51.091

А.В. Чупин, К.А. Гончаров, А.С. Антипов

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОЛОННОЙ СИНТЕЗА АММИАКА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Распределенная система управления одним из агрегатов по производству аммиака на Кемеровском ОАО «Азот» включает в себя два уровня. Нижний уровень решает локальные задачи управления и реализован на резервируемых контроллерах «SIMATIC S5-155H». Верхний уровень состоит из трех АРМ операторов и одного АРМ начальника смены. Качество управления процессом синтеза аммиака в колонне «Tonce S-200» во многом определяется оператором АРМ и зависит от его опыта, интуиции, собственных представлений о процессе. Как показывает анализ, алгоритм действий оператора и выбранная им величина управляющих воздействий не всегда являются наилучшими для вновь складывающихся ситуаций. Это особенно характерно для операторов, не имеющих достаточного опыта управления колонной. Исходя из этого, была предпринята попытка создания интеллектуальной системы управления данной колонной на базе нечеткой логики. Данная система, в которой будет аккумулироваться опыт и интуиция наиболее квалифицированных операторов и специалистов, после определенного периода ис-

пытаний и «обучения» должна существенно снизить нагрузку на оператора и повысить качество управления колонной синтеза аммиака.

Программно-технический комплекс «SIMATIC S5», на ба-

ропорах и ведущих специалистов производства аммиака и методами прямого опроса и попарного сравнения получен массив данных, позволивший определить параметры лингвистических переменных и базу

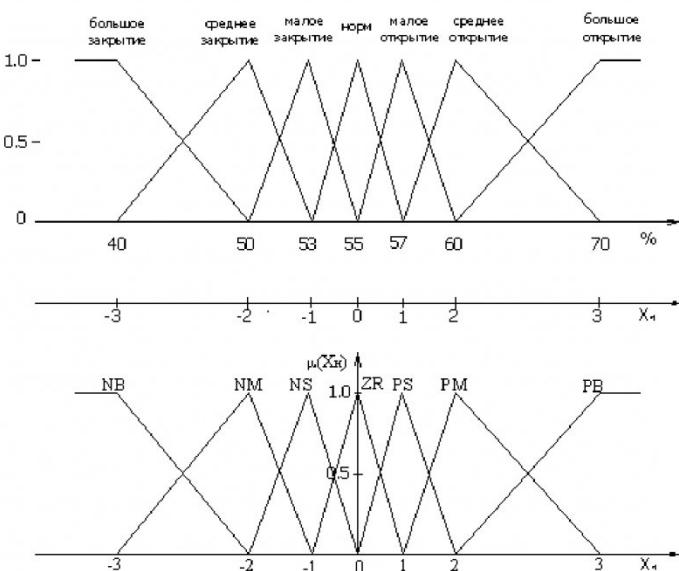


Рис. 2. Положение заслонки на основном ходе газа в колонну синтеза

зе которого построена АСУ агрегатом аммиака, включает в себя программу «SIFLOG S5» и набор Fuzzy-блоков, позволяющих создавать системы с нечеткой логикой. Исходя из особенностей данных блоков, были разработаны анкеты опроса

правил Fuzzy-системы.

В разработанной системе, для оценки состояния процесса синтеза аммиака в двухполочковой колонне, были использованы семь лингвистических переменных:

- 1) температура газа на входе в колонну ( $x_1$ ,  $^{\circ}\text{C}$ );
- 2) температура газа на выходе с первой полки колонны ( $x_2$ ,  $^{\circ}\text{C}$ );
- 3) скорость изменения температуры газа на выходе с первой полки колонны ( $x_3$ ,  $^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ );
- 4) содержание водорода в циркуляционном газе ( $x_4$ , %);
- 5) давление в системе синтеза аммиака ( $x_5$ ,  $\text{kgs}/\text{cm}^2$ );
- 6) расход циркуляционного газа в колонну ( $x_6$ ,  $\text{тыс.м}^3/\text{ч}$ );
- 7) температура питательной воды на выходе из подогревателя ( $x_7$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ).

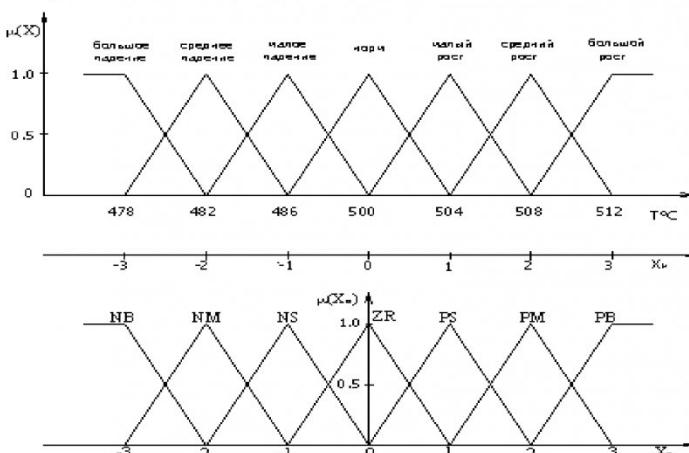


Рис. 1. Скорость изменения температуры газа на выходе с первой полки

В качестве управляющих воздействий взяты (%):

- 1) положение  $U_1$  заслонки на основном ходе газа в колонну;
- 2) положение  $U_2$  заслонки на горячих байпасах колонны;
- 3) положение  $U_3$  регулирующего клапана на трубопроводе подачи воды в подогреватель;
- 4) положение  $U_4$  регулирующего клапана на трубопроводе продувочных газов.

Часть лингвистических переменных показана на рис. 1,2. База правил Fuzzy-системы включает в себя 48 логических правил (рис. 3).

Особенностью нечеткой системы, создаваемой программными средствами ПТК «SIMATIC – S5», является формирование блоков данных для функциональных блоков FUZ: FUZ (FB 113), FUZ: DFUZ (FB 116), FUZ: RULE. Блоки данных имеют определенную структуру, в которую включаются

```

ЕСЛИ [T-601.4=PS И dT-601.4=PS] ИЛИ [Q-604=PS ИР-601=PS] ИЛИ [T-601.4=NБ ИdT-601.4=PБ],
ТО HCV-606=NМ
ЕСЛИ [T-601.4=PБ ИdT-601.4=PБ] ИЛИ Q-604=PБ ИЛИ T-601=PБ, ТО HCV-606=NБ
ЕСЛИ T-601=PМ ИЛИ [T-601.4=PМ ИdT-601.4=PМ], ТО TCV-613=PМ
ЕСЛИ T-601=PВ ИЛИ [T-601.4=PВ ИdT-601.4=PВ], ТО TCV-613=PВ
ЕСЛИ [T-601.4=ZR И dT-601.4=ZR] ИЛИ [T-601.4=NS ИdT-601=PS] ИЛИ [T-601.4=NМ ИdT-601.4=PМ],
ТО TCV-601.2,3,4=ZR

```

Рис.3. Фрагмент базы правил

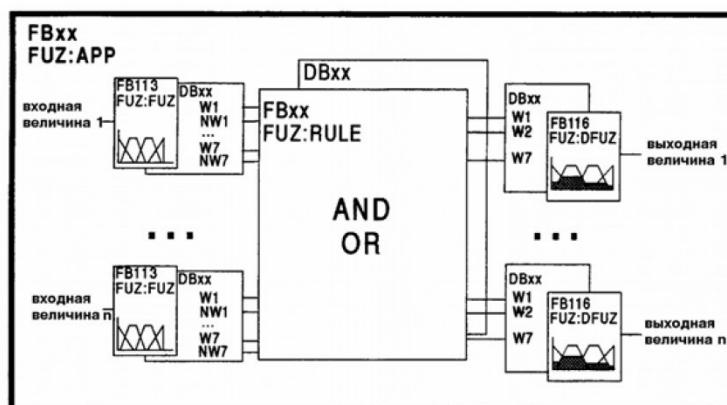


Рис. 4. Модульная концепция Fuzzy-системы

ван массив входных переменных, характеризующих наиболее часто встречающиеся производственные ситуации, с ко-

рекомендованными опытным оператором и вычисленными Fuzzy – системой, нет.

Программное обеспечение

#### Результаты анализа работоспособности Fuzzy – системы

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$U_1, \%$		$U_2, \%$		$U_3, \%$		$U_4, \%$	
							1	2	1	2	1	2	1	2
168	500	0	61	200	680	298	54	55,1	80	83	40	42,7	68	65,4
166	495	-3	60	200	680	298	56	55,9	75	75,6	40	40,6	68	65,3
162	480	-10	58	200	680	298	68	65,6	25	21	40	38,3	25	23,8
170	504	+4	61	210	690	300	50	52,6	80	85,0	44	43,2	65	70,1
174	512	+10	61	230	710	304	42	40,1	100	99,2	50	46,3	90	86,9
168	505	-10	61	180	670	298	58	57,8	15	12,1	45	42,4	65	65,3

идентификаторы всех данных, их формат, значения опорных точек, метод дефазификации и т. д. В разработанной системе все блоки данных входят в программу, написанную на языке STEP-5.

Модульная концепция Fuzzy – системы представляется в форме прикладного Fuzzy – блока FUZ: APP (рис. 4).

Для оценки работоспособности системы был сформиро-

торыми сталкивается оператор при управлении колонной синтеза аммиака. Для данных ситуаций были получены управляющие воздействия вычислительные Fuzzy – системой (2) и принятые старшим оператором (1), часть из них приведена в таблице.

Анализ полученных результатов показывает, что существенного расхождения между управляющими воздействиями,

разработанной подсистемы позволяет достаточно просто расширять и совершенствовать базу правил, изменять параметры лингвистических переменных. Поэтому в первый период ее эксплуатации она может работать в режиме "советчика оператора" и, пройдя определенный срок испытаний, постепенно введена и в режим непосредственного управления колонной.

#### □ Авторы статьи:

Чупин Александр Васильевич  
- канд.техн.наук, доц. каф. электропривода и автоматизации

Гончаров Константин Анатольевич  
- старший оператор АСУ ТП цеха  
«Аммиак-1» Кемеровского ОАО  
«Азот»

Антипов Александр Сергеевич  
- инженер-программист отдела АСУ ТП цеха «Аммиак-1» Кемеровского ОАО «Азот»