

*Ю.К. Букурако, Ю.В. Кулаков,
С.А. Чернокозинский, В.Н. Шамкин*

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

База знаний (БЗ) экспертной системы управления (ЭСУ) воздуходелительной установкой (ВРУ) низкого давления КА-32, производящей газообразные технический кислород и чистый азот, содержит, как это отмечалось в [1, 2], сведения о работе установки в виде правил «условие – действие», которые используются при помощи цепочки обратного логического вывода. По сути, эта цепочка предполагает выдвижение какой-либо гипотезы и поиск подтверждений выдвинутой гипотезы. Причем в роли гипотез и подтверждений выступают соответственно предположения об использовании тех или иных управляющих воздействий [3] и информация, характеризующая выполнение определенных правил. Если такое подтверждение находится, то гипотеза превращается в решение.

В экспертной системе при работе с правилами одним из главных является вопрос о способах представления гипотез и подтверждений, т.е. вопрос о целесообразном структурировании знаний. Предложено расположить знания о работе ВРУ в таблицах (действий, условий, определения переменных, описания переменных, значений грязной флегмы), взаимосвязанных между собой так, как это показано на рис. 1.

Такая структура БЗ является универсальной. При этом каждая из таблиц выполняет свою четко определенную функцию, благодаря чему можно легко корректировать и расширять содержимое БЗ. Так, например, если мы хотим добавить новое значение некоторой символьной переменной, используемой в правилах, то нам потребуется ввести изменения только в одну таблицу БЗ, а именно в таблицу определения переменных.

Вообще говоря, таблицы содержат различные поля, содержащие определенную информацию. Взаимосвязь полей и их заполнение весьма нетривиально и заслуживает отдельного детального рассмотрения. Мы приведем лишь краткую характеристику упомянутых таблиц БЗ.

Поскольку, при использовании обратной цепочки логического вывода вначале выдвигается гипотеза, то ключевой таблицей является таблица действий, в которой предусмотрен порядок их выдвижения.



Рис. 1 База знаний ЭСУ ВРУ КА-32

В качестве него, по итогам исследований, проведенных в [3], предложена следующая последовательность (по мере уменьшения их влияния на выходные переменные технологического процесса разделения воздуха): расход воздуха; расход грязной азотной флегмы; расход чистой азотной флегмы; производительность установки по азоту; производительность установки по кислороду. В этой таблице хранится в символьном виде информация о возможных значениях управляющих воздействий и способах их изменения.

Для того, чтобы выдвинутая гипотеза привела к некоторому решению, требуется найти соответствующие подтверждения, которые могут находиться в таблице условий. Таким образом, при

помощи таблицы производится выбор необходимого управляющего воздействия, соответствующего данному состоянию установки.

Поскольку информация о текущем состоянии ВРУ собирается и хранится в численном виде, а алгоритмы принятия решений в ЭСУ используют символьные переменные, то требуется ее соответствующее преобразование. В таблице определения переменных содержатся диапазоны изменения числовых и символьных переменных, с помощью которых и производятся нужные преобразования.

Так как конечному пользователю – оператору установки необходимо получать информацию в максимально приближенном к естественному языку виде, то с использованием таблицы описания переменных преобразуются символьные обозначения в общепринятую словесную форму.

Меня определенным образом перечисленные ранее управляющие воздействия, можно обеспечить перевод ВРУ с одного технологического режима, отвечающего некоторым производительностям по целевым продуктам, на другой технологический режим, характеризующий новую производительность установки по этим продуктам. При этом существует некоторое множество технологических режимов, обеспечивающих допустимые значения по количеству и качеству целевых продуктов, среди которых находятся оптимальные, в некотором смысле, режимы (например с точки зрения энергетических затрат на разделение воздуха, максимума извлечения продукта и т.д.) [3]. Поэтому в БЗ предусмотрена специальная таблица оптимизации, являющаяся квинтэссенцией многократного решения задач оптимизации технологических режимов установки при различных производительностях по целевым продуктам. Она содержит значения производительностей по кислороду и азоту и оптимальные значения расхода грязной азотной флегмы.

Отметим, что все вышесказанное относится только к статическим аспектам, связанным с реализацией новых технологических режимов, соответствующих новым производительностям установки по техническому кислороду или чистому азоту. Важнейшими в процессе перевода являются учет динамических свойств ВРУ, и соответственно, формирование динамической БЗ. Именно на решение этих важнейших вопросов и будут направлены дальнейшие усилия авторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Букурако Ю.К., Кулаков Ю.В., Мартемьянов Ю.Ф., Шамкин В.Н. Разработка экспертной системы управления воздухоразделительной установкой КА-32 // Труды ТГТУ. Тамбов, 2003. Вып. 13.
- 2 Букурако Ю.К., Кулаков Ю.В., Шамкин В.Н. Формирование базы знаний для экспертной системы управления воздухоразделительной установкой низкого давления: Мат-лы VIII Науч. конф. ТГТУ. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та.
- 3 Бодров В.И., Кулаков Ю.В., Шамкин В.Н. Оптимизация статических режимов воздухоразделительных установок низкого давления при переменном потреблении продуктов разделения // Химическая промышленность. 1993. № 1, 2. С. 66 – 71.

Кафедра «Информационные технологии в проектировании»