

УДК 658.012.011.56:658.512

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Билюков Р. А., Астапович Ю. М.

Саратовский государственный технический университет
Тел.: (845) 279-77-01. E-mail: yugol@sstu.ru

Аннотация. Рассмотрена программа, моделирующая работу реальной системы очистки газа. Предложен нейросетевой подход к созданию АСУТП НТС природного газа и конденсата, который позволяет значительно сократить длительность цикла выработки и реализации управляющих воздействий в условиях неполноты информации о параметрах объекта управления.

Ключевые слова: моделирование, автоматизированная система, управление, газоконденсатное месторождение, нейронные сети.

На газоконденсатных месторождениях для подготовки природного газа к магистральному транспорту применяется метод низкотемпературной сепарации (НТС), который состоит в охлаждении потока пластового флюида за счет дросселирования избыточного давления и механического разделения образовавшихся жидкой и газовой фаз.

Основными параметрами, влияющими на эффективность процесса НТС, являются: давление, температура, состав исходной смеси, степень изменения технологических параметров системы при сепарации.

На рис. 1 представлена принципиальная схема установки НТС природного газа.

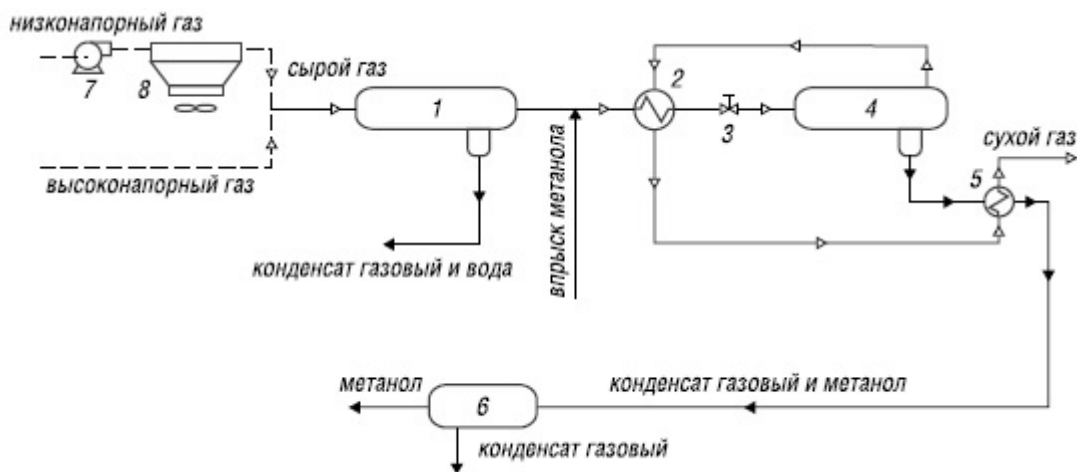


Рис. 1. Принципиальная схема установки НТС природного газа.

1, 4 – сепараторы; 2, 5 – теплообменники; 3 – штуцер (дроссель); 6 – разделитель; 7 – газовый компрессор; 8 – аппарат воздушного охлаждения

НТС является динамическим процессом. Исполнительными механизмами этого процесса являются пневматические клапаны, управляемые ПИД-регуляторами в зависимости от уровня жидкой фазы или давления в сепараторе. Для расчёта субоптимальных настроек ПИД-регуляторов используется экспертный критерий субоптимальности. В зависимости от текущих условий эксплуатации и режимов работы предшествующих и последующих звеньев очистки оптимальные значения коэффициентов регуляторов меняются. В существующих

системах эти факты не учитываются, что является существенным недостатком. Это приводит к необходимости подстройки коэффициентов регулирования вручную, что является довольно сложным и долговременным процессом при первоначальном вводе объекта в эксплуатацию. Ввод в эксплуатацию и настройка систем управления сложными технологическими процессами занимают относительно много времени и требуют высокой квалификации персонала. Несмотря на это, во многих случаях принятые в эксплуатацию системы управления оказываются настроенными далеко не оптимально, что влечет за собой соответствующие экономические потери. Автоматизация процесса настройки позволяет существенно уменьшить эти потери, а также сократить сроки ввода систем управления в действие. Поэтому является актуальным вопрос адаптации. Под адаптацией системы автоматизированного управления будем понимать выполняемый непосредственно на действующем объекте процесс её приспособления к свойствам объекта и среды функционирования так, чтобы достигались заранее сформулированные требования к качеству управления.

Для автоматического расчёта параметров ПИД-регуляторов с учётом работы всех контуров регулирования используется нейронная сеть (НС), что позволяет учитывать значения технологических параметров в прошлом и прогнозировать их в будущем, а также приводит к стабильной работе аппаратов и технологического процесса в целом.

Используемая НС обучается по шаблону:

$$y = f(x), \quad (1)$$

где x - входной сигнал (соответствующий p); y - выходной сигнал; $f(x)$ - заданная функция на интервале изменения p от 0,5 до 2 (p - относительное значение давления по отношению к номинальному давлению).

Общая НС состоит из трёх обособленных подсетей, представляющих собой однослойные НС из N нейронов с одним входом и одним выходом каждая. Каждая подсеть обучается по шаблону, задаваемому в форме функции, по которой выходные значения нейронной сети вычисляются в соответствии с входными. Обучение каждой подсети производится стандартным способом:

формируется набор образцов для обучения:

$$y_j^0 = f(x_j), \quad (2)$$

где x_j выбирается случайным образом из области определения параметра p ;

затем формируется функция ошибок:

$$e(\vec{W}) = \sum_j \left[n(x_j, \vec{W}) - y_j^0 \right]^2, \quad (3)$$

где $\vec{W} = \{w_{m,n}\}$ - вектор всех весов связей нейронной сети; $n(x_j, \vec{W})$ - выходной сигнал нейронной сети для входа x_j ; y_j^0 - желаемое значение выхода нейронной сети.

Процесс обучения состоит в поиске такого вектора \vec{W} , который обеспечивает минимум функции ошибок. Минимизация осуществляется стандартными средствами языка программирования Matlab.

Для моделирования процесса функционирования адаптивной системы управления процессом НТС природного газа была написана программа, которая на основе исходных

данных программа находит решение исследуемой задачи, моделирует процесс пуска и переходные процессы. Отображает графически изменение величин μ_1 , μ_2 , μ_3 , x_{1i} , x_{2i} , x_{3i} , y_{1i} , y_{2i} , y_{3i} , y_1^* , y_2^* , y_3^* , $S_{\text{общ}}$, S_i , kk_i , kD_i во времени.

Программа реализуется на IBM-совместимом компьютере на базе процессора Pentium 200MMX или более современных модификаций, имеющем не менее 64 Мб ОЗУ и более 10 Мб свободного дискового пространства с установленной операционной системой Windows 9x/NT/2000/XP. Выбор состава технических средств связан с тем, что на рабочей станции осуществляется обучение нейронной сети, используемой в алгоритме программы.

Программное изделие разработано в среде Mathworks Matlab R2007b, так как с помощью её средств возможно доступно реализовать понятный и простой для пользователя интерфейс.

Для первоначального запуска программы необходимо наличие исполняемого файла. В ходе работы с программой пользователь заполняет поля параметров сепаратора и параметров моделирования или изменяет их. По мере выполнения программы не выводятся никакие предупреждающие сообщения, так как изначально исключена возможность некорректного ввода в то или иное поле, и никакие информационные сообщения, так как все данные, необходимые пользователю для работы, содержатся непосредственно в окне программы (см. рис. 2).

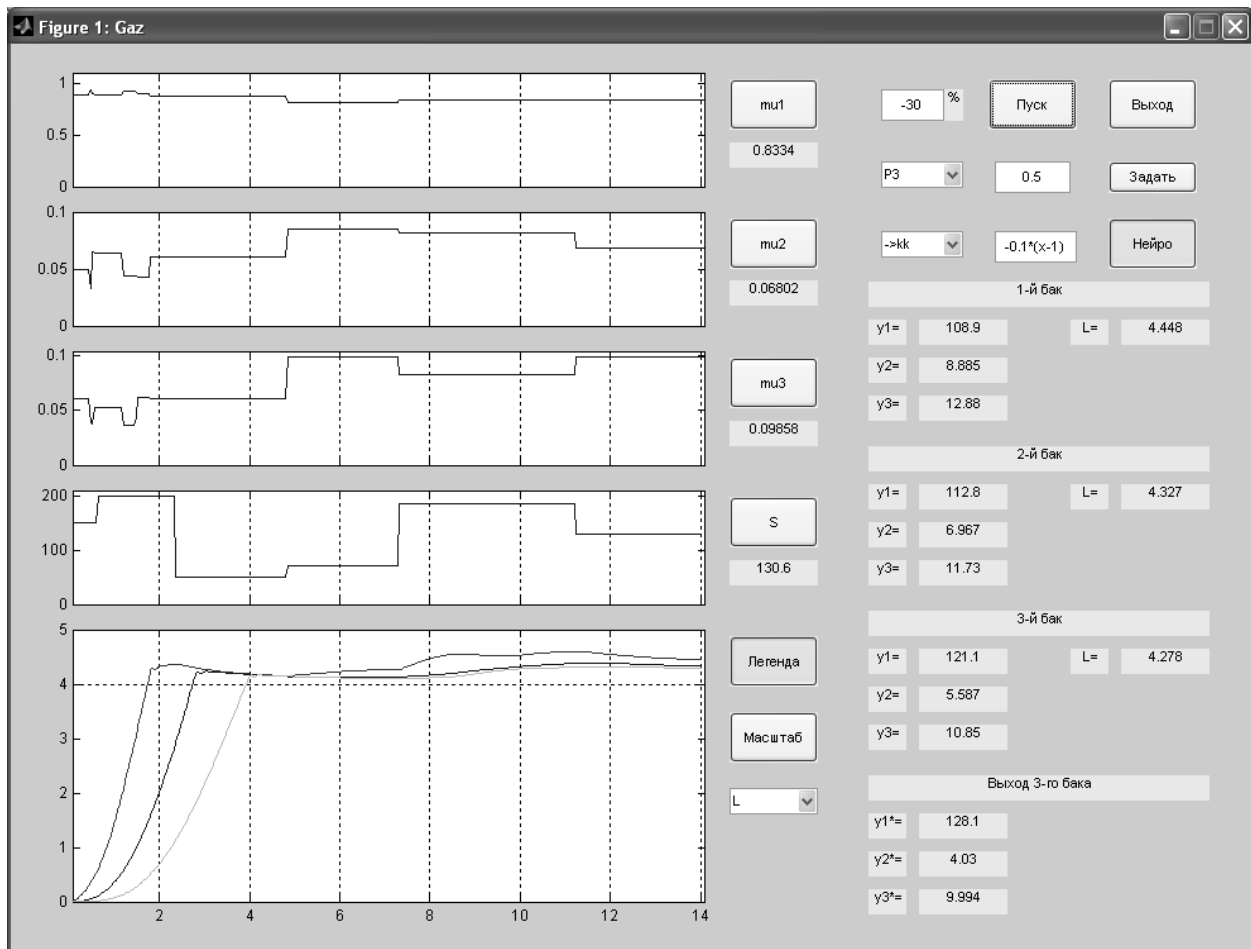


Рис.2. Интерфейс программы

Преимуществом данной программы является то, что её интерфейс является интуитивно понятным для пользователя. После запуска программы для начала её работы необходимо нажать кнопку «Пуск». Далее можно редактировать все изменяемые параметры, присутствующие в окне программы. Пользователь имеет возможность просмотреть легенду к графику, а также изменить его масштаб. Причем, он может выбрать параметр, который

должен отображаться на графике. Для того, чтобы в работу вступила нейронная сеть, необходимо нажать кнопку «Нейро». Из работы программы наглядно видно, что относительные концентрации углеводородного конденсата и воды в газе, прошедшем каскад из трёх сепараторов, заметно снижаются, что требуется для его дальнейшего транспорта и использования. Снижение концентрации жидкой фазы в нестабильном конденсате и сухом газе приводит к повышению качества продукции. Для приостановки работы программы и для выхода из неё следует нажать кнопки «Пауза» и «Выход» соответственно.

В процессе разработки системы была реализована программа, моделирующая работу реальной системы очистки газа. Разработанный нейросетевой подход к созданию АСУТП НТС природного газа и конденсата позволяет значительно сократить длительность цикла выработки и реализации управляющих воздействий в условиях неполноты информации о параметрах объекта управления.

Литература

1. Арутюнов А. И. Низкотемпературная сепарация природного газа. М., Гостоптехиздат, 1960, 61 с.
2. Коротаяев Ю. П., Маргулов Р. Д. Добыча, подготовка и транспорт природного газа и конденсата. Справочное руководство в 2-х томах. – М.: Недра, 1984, 360 с.
3. Леоненков А. В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
4. Штовба С. Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.