

## АЛГОРИТМЫ ВЫЖИВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

**Колотов А. А., магистрант, Недвига А. В., доцент, канд. техн. наук**  
(Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия)

В системе автоматического управления узлом редуцирования газа (САУ УРГ) предусмотрено распознавание следующих основных аварийных ситуаций (при помощи блока анализа сигналов (БАС) [1]):

- обрыв в цепи датчика давления (ДД) (ситуация 1);
- обрыв в цепи датчика положения (ДП) (ситуация 2);
- обрыв в цепях ДД и ДП (ситуация 3);
- неисправность крана-регулятора (КР) (ситуация 4).

При обрыве в цепи датчика, ток падает до нуля и это является признаком для распознавания трех первых ситуаций. Формализуем критерий распознавания ситуаций при обрыве цепи датчиков в виде неравенства:

$$\frac{1}{N_1 - 1} \sum_{n=0}^{N_1 - 1} y^{OC}(n) < Y_I, \quad (1)$$

где  $y^{OC}(n)$  – дискретный сигнал обратной связи (по давлению или угловому положению);  $N_1$  – объем выборки (соответствует интервалу обработки сигналов в БАС  $T_1 = N_1 T_d$ , где  $T_d$  – период дискретизации);  $Y_I$  – пороговый уровень, соответствующий аномальному значению току датчика давления, выбираемому из диапазона при стандартном токовом выходе 0...4 мА.

Если (1) выполняется, то ситуация на интервале  $T_1$  интерпретируется как аварийная. В этом случае задействуется стратегия выживания, которая предусматривает переконфигурацию САУ [1].

При возникновении ситуации 1 происходит отключение подпрограмм нелинейного элемента и П-регулятора в контуре давления, подключается подпрограмма, в которой обнулены входы элемента сравнения перед запоминающим устройством ZU и значение выходной координаты П-регулятора в контуре давления. При этом в ZU происходит формирование уставки углового положения, а САУ УРГ становится двухконтурной.

При обнаружении ситуации 1, осуществляется также аварийная сигнализация на ПИИМУ и в диспетчерском пункте компрессорной станции (ДП КС) через канал телемеханики.

Конфигурация САУ в таком режиме изображена на рисунке 1.

Поскольку и в контуре углового положения, и в контуре скорости используется сигнал отрицательной обратной связи по углу, то при возникновении ситуации 2 необходимо отключать оба эти контура.

Рисунок 1 – Конфигурация САУ УРГ  
при обрыве ДД при обрыве ДП

Рисунок 2 – Конфигурация САУ УРГ

В таком случае САУ становится одноконтурной. При этом в нелинейном элементе контура давления необходимо уменьшать зону нечувствительности, либо перейти к управлению давлением на основе ПИД-регулятора.

При обнаружении обрыва ДП, согласно (1), происходит отключение подпрограмм нелинейных элементов в контурах давления и углового положения, П-регуляторов во всех трех контурах, и начинает выполняться подпрограмма, в которой реализован ПИД-регулятор, параметры которого выбраны согласно методике поканальной настройки.

При обнаружении ситуации 2, осуществляется также аварийная сигнализация на ПИИМУ и в ДП КС через канал телемеханики.

Конфигурация САУ в таком режиме изображена на рисунке 2.

При обрыве в цепях обоих датчиков, обрываются обратные связи по давлению и по угловому положению, и САУ автоматически снимает управляющее воздействие с привода КР. При отсутствии утечек в гидросистеме, положение затвора КР будет оставаться неизменным. При наличии утечек, КР будет медленно закрываться под действием потока газа.

Признаком неисправности КР является выполнение условий:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{N_2 - 1} \left| \sum_{n=0}^{N_2-1} \varepsilon_\alpha(n) \right| > \sigma_1 \\ \frac{1}{N_2 - 2} \left| \sum_{n=0}^{N_2-2} [\varepsilon_\alpha(n+1) - \varepsilon_\alpha(n)] \right| < \sigma_2 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_\alpha(n) = u_\alpha(n) - y_\alpha(n)$  – дискретная оценка рассогласования по углу открытия КР;  $N$  – объем выборки (соответствует интервалу обработки сигналов в БАС  $T = NT_d$ , где  $T_d$  – период дискретизации);  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  – фиксированные пороговые значения. Первая формула системы (2) выражает собой условие значительности рассогласования, а вторая – условие стационарности режима. Выполнение (2) означает, что на интервале  $T$  наблюдался стационарный режим, а угол  $\alpha$  в среднем значительно отклонялся от уставки.

При обнаружении ситуации 4 осуществляется аварийная сигнализация. На ПИИМУ загорается светодиод «Неиспр. КР». Кроме того, в ДП КС через канал телемеханики передаются соответствующие сигналы.

Отладка программного обеспечения САУ УРГ, моделирование аварийных ситуаций и проверка работоспособности алгоритмов выживания в аварийных ситуациях произведена на базе установки, описанной в [2].

#### Перечень ссылок

1. Колотов А. А., Недвига А. В., Иванов Б. А. Разработка микроконтроллерной системы автоматического управления узлом редуцирования газа с использованием инструментального программного обеспечения Ultralogik / В настоящем сборнике.

3. Конанов Е. А. Стенд для настройки системы управления узлом редуцирования газа / В настоящем сборнике.

УДК 681.533.56

## **СТЕНД ДЛЯ НАСТРОЙКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА**

**Конанов Е. А., магистрант**

*(Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия)*

Важнейшим этапом разработки системы автоматического управления узлом редуцирования газа (САУ УРГ) является её макетирование и первичная отладка аппаратно-программных средств. Ввиду невозможности проведения этих работ непосредственно на магистральном газопроводе, создана экспериментальная установка (ЭУ), представленная на рисунке 1.

В состав технических средств установки входят следующие компоненты:

- контроллер RTU-188 фирмы FASTWEL;
- плата вывода дискретных сигналов МРВ-08;
- стенд универсальный лабораторный (СУЛ) (объект управления).

Контроллер RTU-188 был разработан для удовлетворения запросов разработчиков систем управления в области перекачки газа, добычи нефти и обладает следующими основными характеристиками [1]:

- 2 последовательных порта: COM1: RS-232 – неизолированный; COM2: RS-232/422/485 – изолированный;
- 8 изолированных 12-разрядных аналоговых входов;
- до 64 неизолированных дискретных ТТЛ входов-выходов.

Контроллер имеет сравнительно небольшую стоимость и характеристики приемлемые для решения поставленной задачи.

Рассматриваемая система управления организована по принципу подчиненного регулирования координат и включает в себя три контура:

- внутренний контур регулирования угловой скорости вращения затвора крана-регулятора (КР);
- контур регулирования углового положения затвора КР;
- контур регулирования давления газа за УРГ (внешний контур САУ).

Назначение контуров и их особенности описаны в [2].

Для создания и записи управляющей программы в контроллер использовалось программное обеспечение, включающее в себя две составляющие:

- инструментальное ПО ULTRALOGIK для разработки программного обеспечения сбора данных и управления для промышленных контроллеров;
- прикладное программное обеспечение.

Прикладное программное обеспечение состоит из двух программных модулей. Первый модуль подготовлен в среде ПО ULTRALOGIK на языке функциональных блоковых диаграмм и реализует следующие функции:

- прием аналоговых данных;