

НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

Конанов Е. А., магистрант; Колотов А. А., магистрант;

Недвиг А. В., доцент, канд. техн. наук

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

Рассматриваемая в настоящей статье система автоматического управления (САУ) рассчитана на управление краном-регулятором (КР) шарового типа с гидравлическим приводом, задействованным в составе узла редуцирования газа (УРГ) [1]. Данный узел (типа межсистемной переемычки) эксплуатируется на магистральном газопроводе в режиме стабилизации выходного давления. Эксплуатация УРГ показала, что одним из основных дефектов является негерметичность гидроцилиндров привода. В условиях действия гидродинамического момента прикрывающего КР, это приводит к постоянному компенсирующему воздействию со стороны САУ на соленоиды, управляющие клапанами подачи масла в гидроцилиндры привода. Подаваемый на соленоиды сигнал с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) вызывает частые срабатывания клапанов, что способствует износу и снижению ресурса привода [2].

Из сказанного выше следует специфическое требование к САУ. Система должна работать в трех автоматически выбираемых режимах: в режиме снятия управляющего воздействия; в режиме автоматической корректировки углового положения вентиля КР; в режиме замкнутого управления давлением.

На рисунке 1 показана структура САУ УРГ. Система имеет три контура управления: внутренний контур угловой скорости вращения затвора КР, контур углового положения затвора КР и контур давления на выходе КР. Цифровая реализация САУ рассмотрена в [3].

Алгоритм управления в САУ УРГ предполагает адаптивную переконфигурацию нелинейной управляющей структуры в условиях действия множества возмущений при наличии ограничений на ряд параметров и координат. Этим объясняется невозможность полного аналитического синтеза закона управления и необходимость разработки алгоритма настройки САУ. Указанный алгоритм был разработан с использованием математической модели САУ УРГ в ППП Matlab и экспериментальной установки, описанной в [4].

Методика настройки включает в себя следующие положения.

1. Настройка контура угловой скорости перемещения рабочего органа КР. Осуществляется с отключением контуров угла и давления. Уставка на скорость подается непосредственно на вход настраиваемого контура.

1.1. Зона нечувствительности нелинейного элемента НЭ1 (рисунок 2) сводится к нулю и подбирается коэффициент передачи регулятора Р1 (начиная с малых значений) так, чтобы получить переходный процесс с перерегулированием 7...15 %.

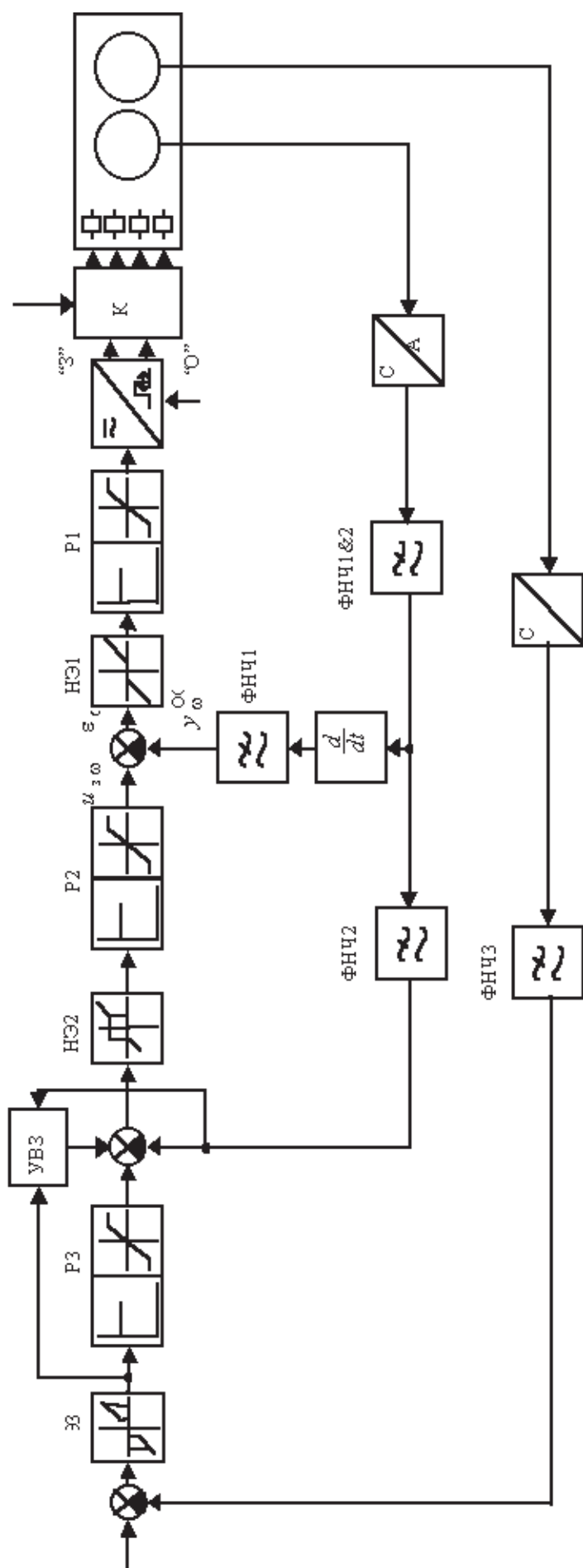


Рисунок 1 – Структурная схема подчиненного регулирования координат КР

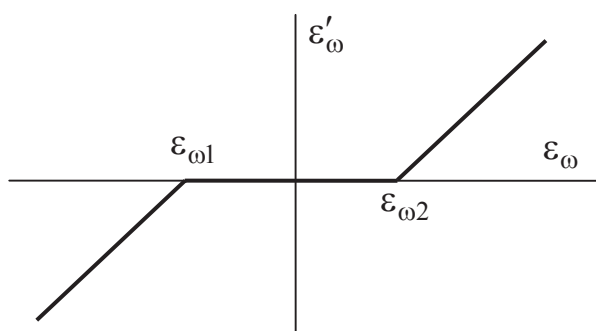


Рисунок 2 – Статическая амплитудная характеристика НЭ1

1.2. С привода КР снимается управление и измеряется скорость самохода КР в газовом потоке с номинальными параметрами. Измерение производится на входе элемента рассогласования по скорости. Абсолютные значения настроечных параметров НЭ1 $\varepsilon_{\omega 1}$ и $\varepsilon_{\omega 2}$ устанавливаются на уровне, превышающем абсолютное значение измеренной скорости самохода на 20...50 %. Далее восстанавливается управление на соленоиды и на контур скорости подается нулевое задание. При правильной настройке НЭ1, должен наблюдаться самоход, а импульсы ШИМ не должны формироваться.

1.3. На вход контура подается уставка на скорость $u_{3\omega}$, превышающая абсолютные значения $\varepsilon_{\omega 1}$ и $\varepsilon_{\omega 2}$. При этом должен наблюдаться переходный процесс с установлением скорости на уровне $y_{\omega}^{OC} = u_{3\omega} - \varepsilon_{\omega 1,2} - \varepsilon_{\omega}^{CT}$, где $\varepsilon_{\omega}^{CT}$ – незначительная статическая ошибка, а индексы «1» или «2» соответствуют отрицательному или положительному заданию на скорость.

2. Настройка контура углового положения рабочего органа КР. Осуществляется при полностью настроенном контуре скорости с отключением контура давления. Уставка на угол открытия подается непосредственно на вход настраиваемого контура.

2.1. Из контура выводятся нелинейные элементы и настраивается П-регулятор по критерию минимизации времени установления с достижением перерегулирования, не превышающего 5 %. Открытие и закрытие КР осуществляется с разной скоростью. Выравнивание скоростей осуществляется введением ограничения на сигнал задания скорости.

2.2. В регуляторе Р2 вводится ограничение, уровень которого выбирается на несколько процентов меньше максимально возможной скорости открытия КР в газовом потоке, обеспечиваемой приводом. Если, в процессе эксплуатации системы, например, при изменении режима транспорта газа, будут наблюдаться существенные перерегулирования, то уровень ограничения следует снижать.

2.3. Вводится НЭ2 (рисунок 3) с заданием следующих параметров:

- уровень E , определяющий скорость забрасывания углового положения КР, выбирается в середине диапазона между скоростью самохода и уровнем ограничения скорости на Р2;

- величины $\varepsilon_{\alpha 1}$ и $\varepsilon_{\alpha 2}$ выбираются так, чтобы колебания давления вокруг

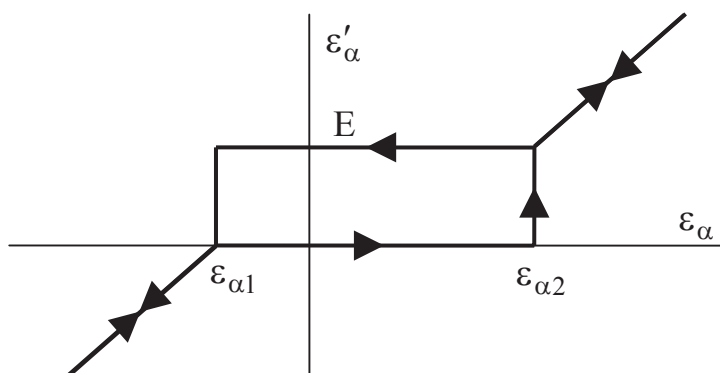


Рисунок 3 – Статическая амплитудная характеристика НЭ2

заданного значения не превышали 50 % от уровней, оговоренных в технологических требованиях к транспорту газа. Чем шире зона нечувствительности НЭ2, тем длиннее периоды снятия управления с соленоидов, но тем больше амплитуда колебаний давления.

3. Настройка контура давления. Данный контур настраивается при полностью настроенных контурах угла и скорости.

3.1. Настраиваемые параметры НЭ3 (рисунок 4) ε_{P1} и ε_{P4} выбираются на уровне 80 % от допустимых отклонений давлений, согласно технологическим требованиям.

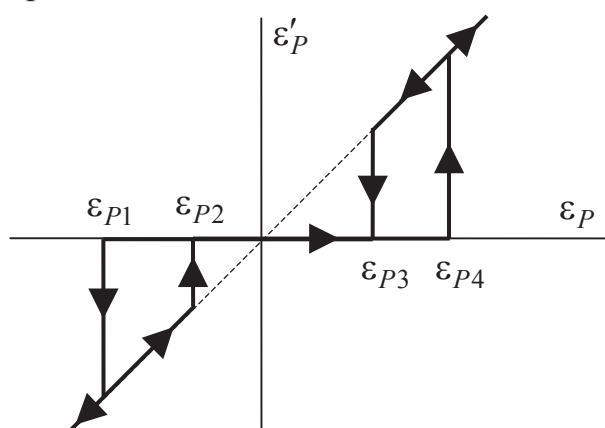


Рисунок 4 – Статическая амплитудная характеристика НЭ3

3.2. Параметры НЭ3 ε_{P2} и ε_{P3} выбираются на уровне 10 % от допустимых отклонений давлений, согласно технологическим требованиям.

3.3. Коэффициент передачи регулятора P3 подбирается следующим образом. Производится постепенное увеличение данного коэффициента до тех пор, пока на выходе устройства выборки-запоминания УВЗ не начнется формирование уставки на угол $u'_{3\alpha}$ (по окончании каждого переходного процесса, вызванного изменением уставки на давление). Формирование уставки происходит в момент обнуления выхода НЭ3 путем запоминания значения сигнала обратной связи по углу y_{α}^{OC} . Выходной сигнал УВЗ $u'_{3\alpha}$ в этом случае является задающим для контура угла, а контур давления оказывается разомкнутым. Тем самым, исключается противодействие регулятора давления процессу «забрасывания» уг-

ла открытия затвора КР. После нахождения граничного значения, коэффициент передачи принимается равным удвоенному граничному значению.

При правильной настройке контура давления (всей системы), должны наблюдаться процессы, аналогичные процессам, показанным на рисунках 5-9.

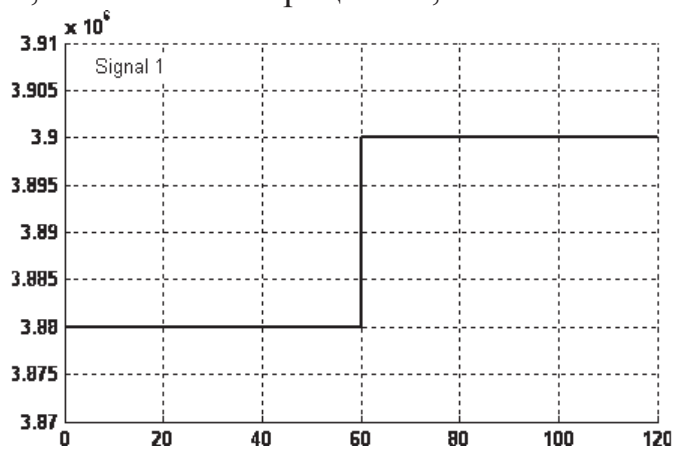


Рисунок 5 – Задающее воздействие на контур давления: по оси ординат – уставка на давление, Па; по оси абсцисс – время, с

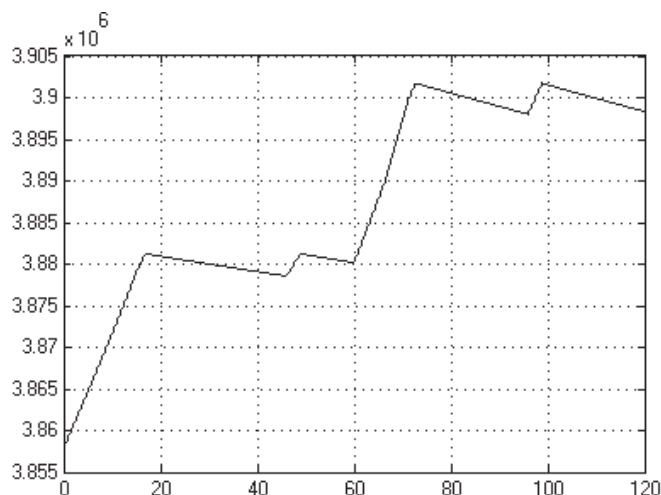


Рисунок 6 – Переходный процесс по давлению на выходе КР: по оси ординат – давление, Па; по оси абсцисс – время, с

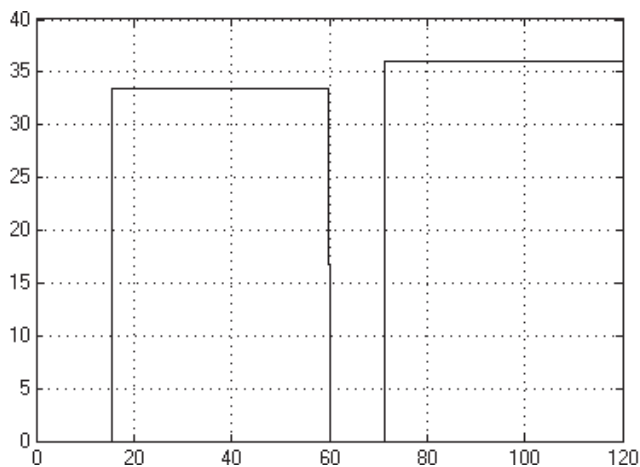


Рисунок 7 – Сигнал на выходе УВЗ: по оси ординат – уставка на угол, град; по оси абсцисс – время, с

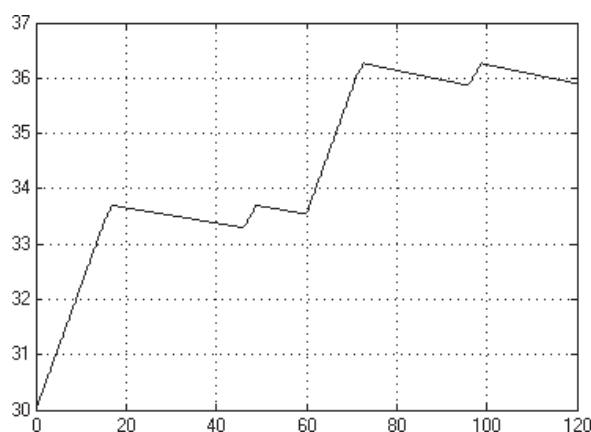


Рисунок 8 – Переходный процесс по углу открытия КР: по оси ординат – угол, град; по оси абсцисс – время, с

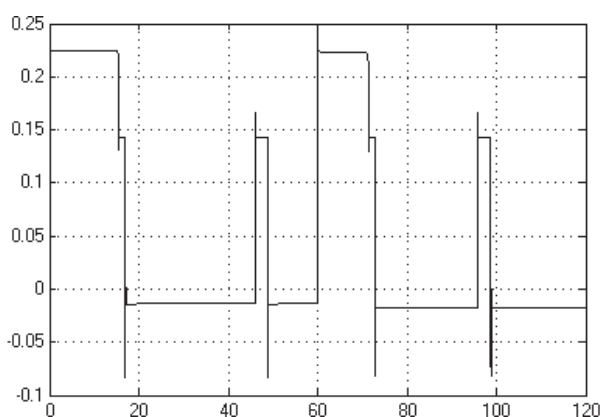


Рисунок 9 – Переходный процесс по скорости открытия КР: по оси ординат – скорость, град/с; по оси абсцисс – время, с

Перенастройка САУ УРГ может потребоваться при существенном изменении скорости самохода шарового затвора, например, из-за изменения степени герметизации гидроцилиндров привода.

Перечень ссылок

1. Колотов А. А., Недвига А. В., Иванов Б. А. Система автоматического управления узлом редуцирования газа // «Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых» Сб. научных трудов IV Межд. науч.-техн. конф. (11–14 мая 2004 г., Донецк, Украина). – ДонНТУ, 2004. – С. 197–202.
2. Иванов Б. А., Недвига А. В., Кравцов В. Н., Мельников В. А. Экспериментальная идентификация крана-регулятора // Научная мысль Кавказа. Спецвыпуск 2. – Изд-во СКНЦВШ, 2003. – С. 73–77.
3. 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.
4. Конанов Е. А. Стенд для настройки системы управления узлом редуцирования газа / В настоящем сборнике.