

УДК 519.85

Маг. Д.В. Семидоцкий

Науч. рук. проф. В.С. Кудряшов

(кафедра информационных управляющих систем, ВГУИТ, Воронеж, РФ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА АММИАКА ПРИ ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА

Большинство объектов управления пищевой и химической технологии являются многосвязными и нестационарными. Управление такими процессами с применением принципов автономного управления требует постоянной перенастройки управляющей части системы в силу изменения параметров модели объекта в процессе эксплуатации, а это в свою очередь делает необходимым проведение текущей идентификации с использованием рекуррентных методов, что не всегда является возможным, тем более для объектов с взаимосвязанными параметрами. В этом случае применение принципов робастного управления обеспечивает гарантированное качество и требуемый запас устойчивости.

Рассмотрим решение задачи на примере регулирования температуры в четырехполочном реакторе синтеза аммиака (Рис.1,2).

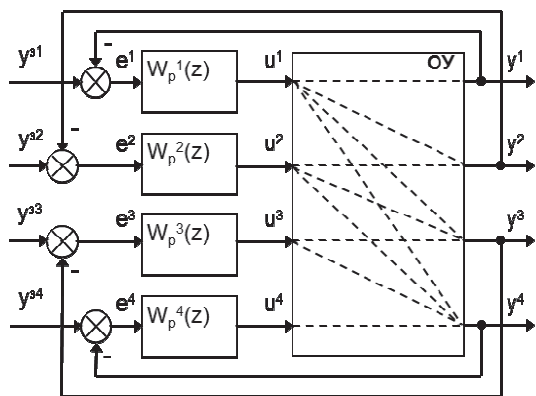


Рисунок 1 – Структурная схема цифровой системы управления процессом получения аммиака

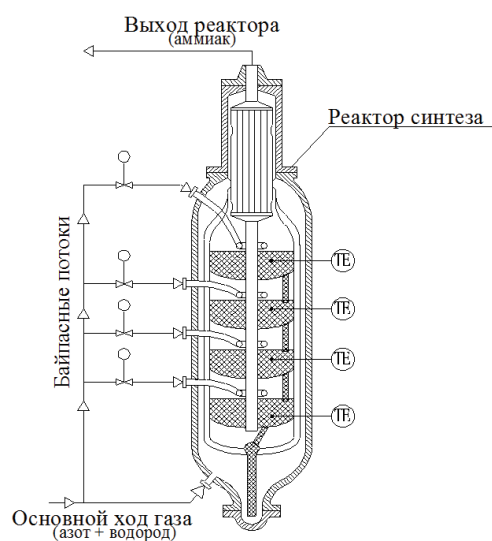
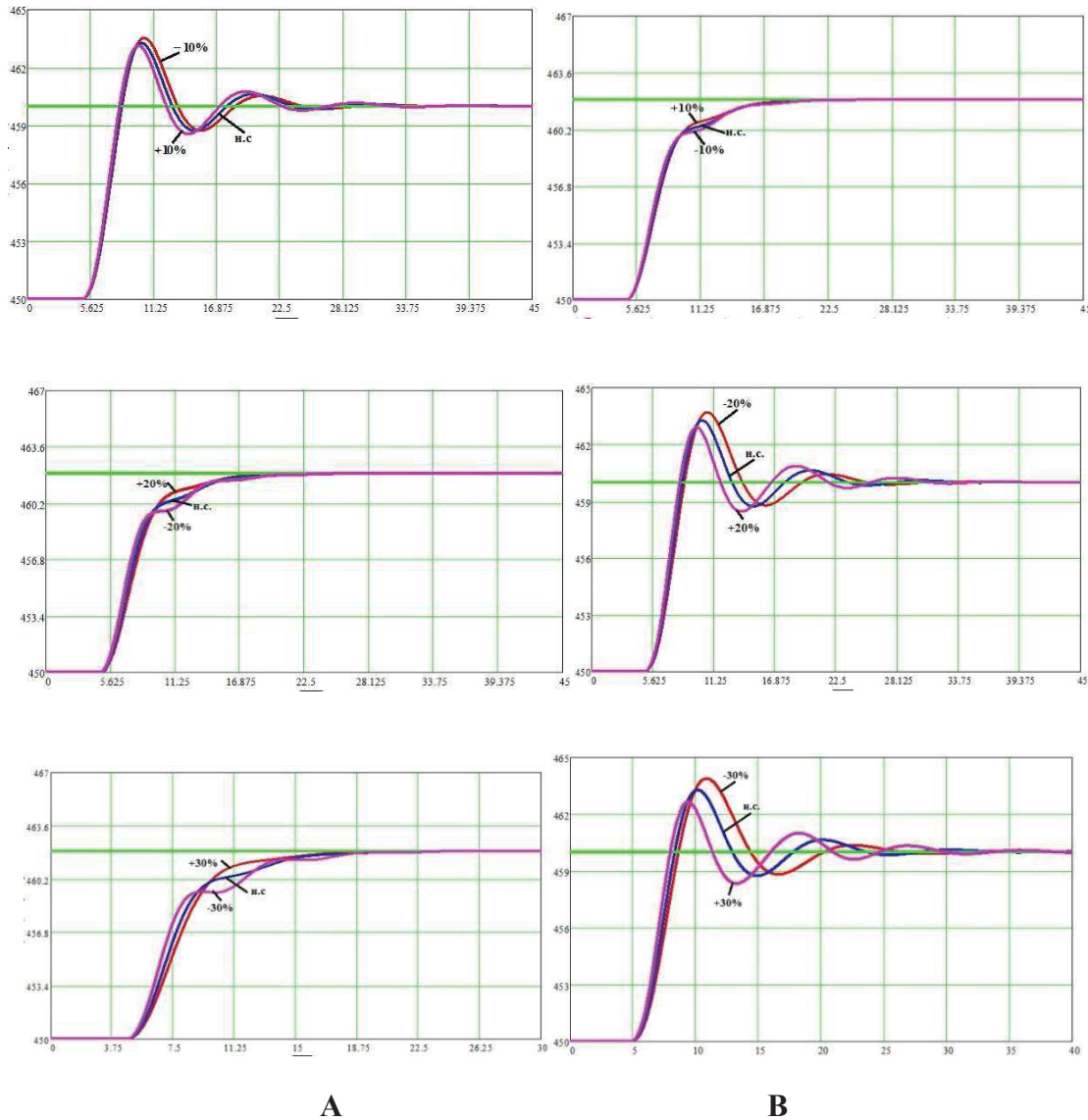


Рисунок 2 – Схема реактора синтеза аммиака

Проведены синтез и моделирование работы системы управления реактором по комплексному критерию, учитывающему интегральную квадратичную оценку и запас устойчивости, в условиях вариации параметров в пределах 30%-ого отклонения от номинального состояния с шагом в 10%.

Анализ динамических характеристик системы и позволяет сделать следующие выводы: с изменением (увеличением) параметров модели объекта увеличивается время регулирования и интегрально-квадратичная ошибка



**Рисунок 3 – Динамические характеристики: А-первого выхода, В-второго выхода системы**

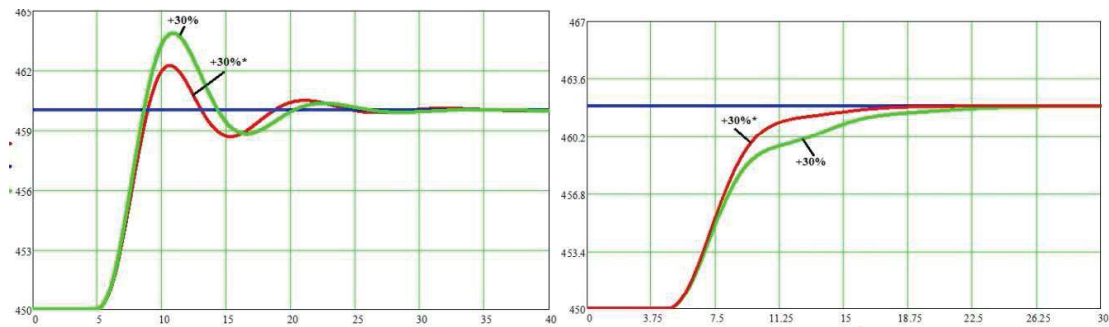
Произведен комплекс расчетов по оптимизации настроечных параметров ПИД-регуляторов по комплексному критерию:

$$S_3 = \sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^m e_{ij}^2 + \frac{\alpha_j}{\eta_j} \right);$$

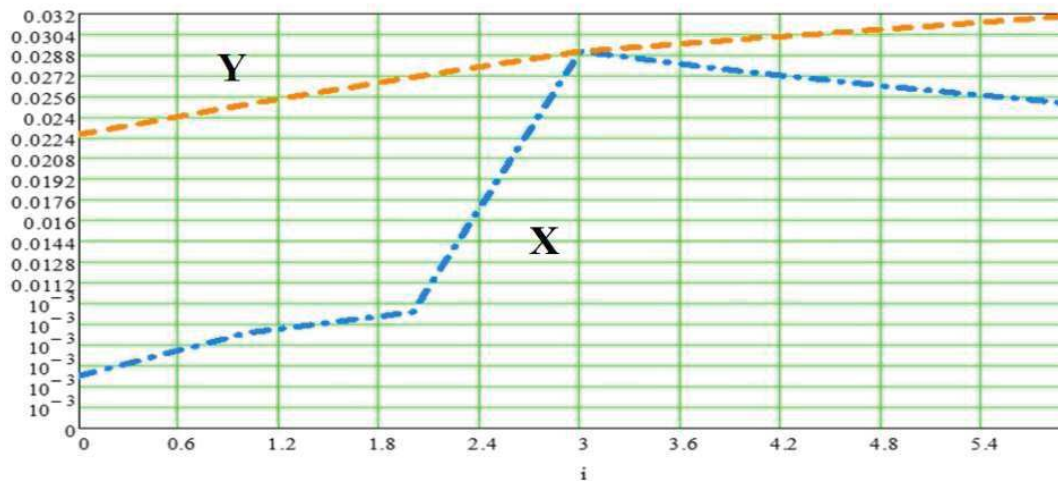
$$\eta_j = 1 - |\lambda_{max j}|.$$

где  $\lambda_{\max j}$  – максимальный корень характеристического полинома по каждому выходу системы;  $\alpha$  - весовой коэффициент;  $\eta$  - запас устойчивости;  $n$  - выходов;  $m$  - количество дискретных точек переходного процесса.

Для сравнения эффективности оптимизации приведен пример динамических характеристик системы по 1-му и 2-му выходам с увеличением начальных параметров модели объекта на 30% с пересчетом настроек регуляторов и без.



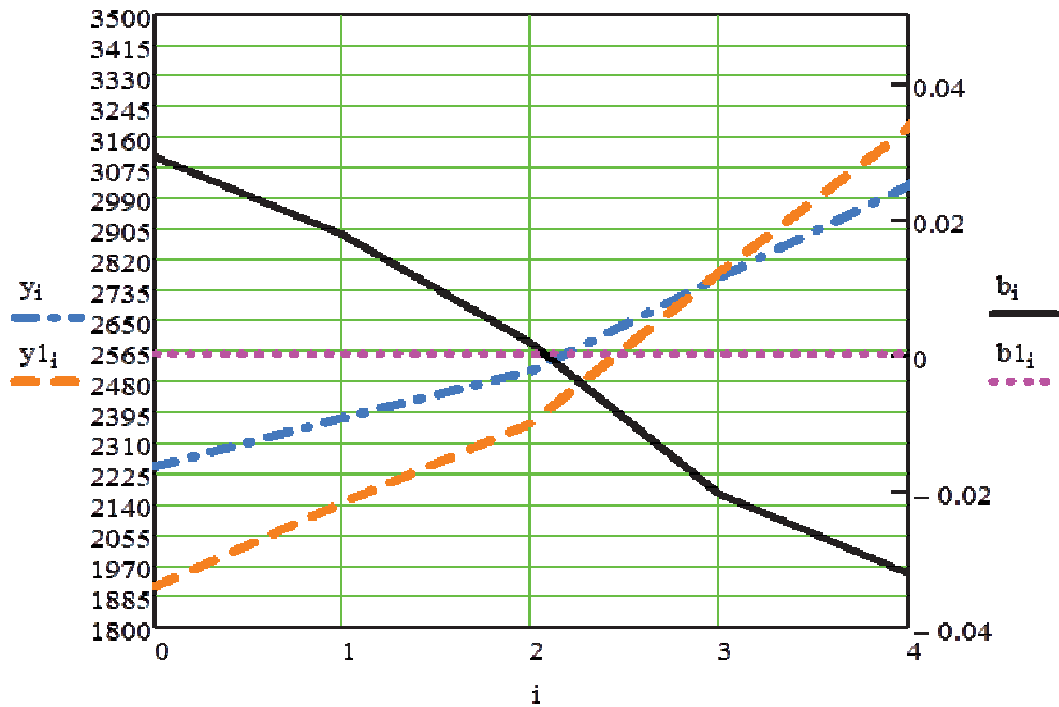
**Рисунок 4 – Сравнение динамических характеристик системы по 2-му и 1-му выходу системы с увеличением начальных параметров модели объекта на 30% с пересчетом настроек регуляторов и без**



**Рисунок 5 – Запас устойчивости системы с пересчетом настроечных параметров регуляторов(Y) и без(X)**

Одной из важнейших задач синтеза системы является определение границы устойчивости. С этой целью проведены исследования

влияния увеличения транспортного запаздывания по каналам объекта на достижение неустойчивого состояния, результаты которых приведены в виде графиков зависимости запаса устойчивости и интегрально-квадратичной ошибки при увеличении запаздывания по каналам объекта.



**Рис. 6. Зависимость запаса устойчивости и интегрально-квадратичной ошибки по каналам при увеличении запаздывания по каналам объекта ( $b_{1i}$  - граница устойчивости)**

При этом следует отметить, что для настроек полученных при большем весовом коэффициенте комплексного критерия состояние устойчивости было потеряно при больших значениях транспортного запаздывания, то есть увеличение  $\alpha$  приводит к возрастанию запаса устойчивости.