

СИНТЕЗ СТАТИЧЕСКОГО КОМПЕНСАТОРА ДЛЯ САУ ЧЕТЫРЕХПОЛОЧНОЙ КОЛОННОЙ СИНТЕЗА АММИАКА

Царицан А. С., магистрант; Червинский В. В., доц., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

В настоящее время производство аммиака занимает одну из передовых ролей в химическом производстве. В результате проведенных промышленных экспериментов установлено, что изменение степени открытия заслонки на байпасном потоке оказывает влияние на температуру как в соответствующем, так и в нижележащих слоях, кроме того, на температуру значительное влияние оказывает состав азотоводородной смеси: концентрация аммиака и соотношения реагентов. В результате анализа существующих решений в области управления колоннами синтеза аммиака можно заметить, что в них на практике учитывается влияние подачи байпасного газа только на одну «текущую» полку. Однако, процесс происходит в рамках одного рабочего тела и, следовательно, на температуру в соседних слоях катализатора будет оказано влияние, которое необходимо уменьшить, компенсировать.

Процесс синтеза аммиака представляет собой многосвязный объект управления при наличии возмущений и транспортного запаздывания. В предыдущей статье были получены передаточные функции и математическая модель объекта на качественном уровне, основываясь на анализе переходных процессов, соответствующих реальному объекту.

Так как существует возможность измерять возмущающее воздействие (концентрацию входящей АВС), а также идентифицировать зависимость между его значением и изменением температуры на выходе полки, предлагается использовать комбинированную структуру управления. Комбинированные САУ применяют при автоматизации технологических объектов, подверженных действию контролируемых возмущений. Введение корректирующего воздействия по возмущению через компенсатор в обычную замкнутую систему позволяет снизить динамическую ошибку регулирования. В данной работе используется система, в которой корректирующее воздействие компенсатора поступает на вход объекта (рис. 1).

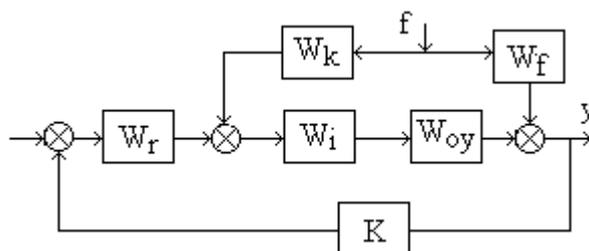


Рисунок 1 – Структурная схема объекта с компенсатором на основе передаточных функций элементов

На рис. 1 приняты обозначения: f – возмущение, y – выход объекта, K – передаточная функция датчика (коэффициент передачи), W_f – передаточная функция по возмущению, W_{oy} – передаточная функция объекта управления, W_k – передаточная функция компенсатора, W_i – передаточная функция регулирующего механизма, W_r – передаточная функция регулятора.

Передаточная функция компенсатора может быть получена на основе принципа инвариантности. Для выполнения принципа инвариантности необходимы два условия: идеальная компенсация всех возмущающих воздействий и идеальное воспроизведение сигнала задания. Очевидно, что достижение абсолютной инвариантности реальных системах регулирования практически невозможно, потому, обычно ограничиваются частичной инвариантностью по отношению к наиболее значительным возмущениям.

Рассмотрим условие инвариантности для системы рис 1.

Переходя к изображениям по Лапласу сигналов $f(t)$ и $y(t)$, перепишем это условие с учётом передаточных функций объекта по возмущению (W_f), регулятора (W_r) и компенсатора (W_k):

$$y = f*[W_f + W_r*W_k] = 0. \quad (1)$$

При наличии возмущения ($f \neq 0$) условие инвариантности выполняется если

$$W_f + W_r*W_k = 0, \quad (2)$$

откуда

$$W_k = -W_f/W_r. \quad (3)$$

Таким образом, для обеспечения инвариантности системы управления по отношению к какому-либо возмущению необходимо установить динамический компенсатор, ПФ которого равна отношению передаточных функций объекта по каналам возмущения и регулятора, взятых с обратным знаком.

Рассчитаем идеальный динамический компенсатор, используя выражения (1)-(3):

$$W_k = \frac{1.667 * e^{-720s} (0.1s + 1) (102s + 1)}{(210s + 1) * 6.25 * e^{-100s}} = 0.2667 * \frac{(0.1s + 1) (102s + 1)}{(210s + 1)},$$

или, в общем виде:

$$W_k = K_k \frac{b_0 s^2 + b_1 s + 1}{a_1 s + 1} e^{-(\tau_1 - \tau_2)s}$$

Данная ПФ является физически нереализуемой, поскольку порядок ее числителя больше порядка знаменателя. Существуют методики расчета реального динамического компенсатора, на основе типовых звеньев. Однако анализ литературы показал, что в большинстве случаев улучшить качество регулирования удастся даже со статическим компенсатором. На данном этапе работы принято решение ограничиться именно таким компенсатором и в качестве передаточной функции принять $W_k = K_k$.

В ППП Matlab&Simulink реализована схема моделирования системы со статическим компенсатором (рис. 2).

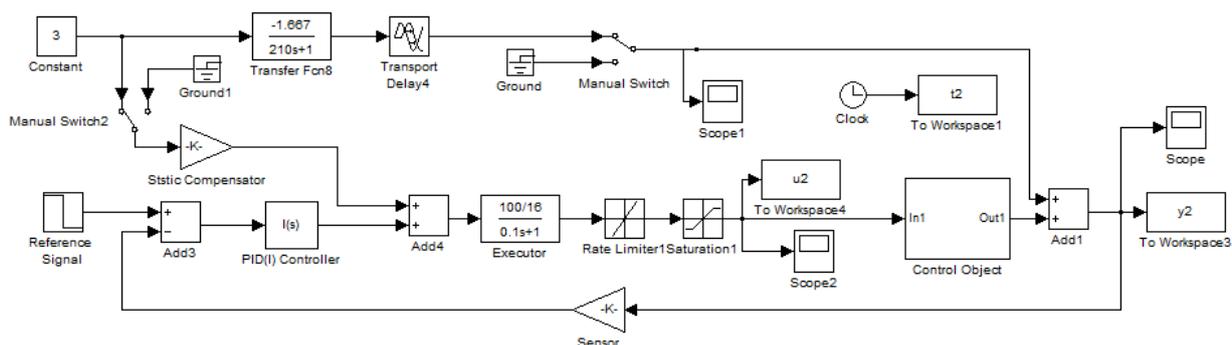


Рисунок 2 – Схема моделирования системы с I-регулятором и статическим компенсатором

В результате моделирования системы со статическим компенсатором возмущения рис. 2 были получены графики переходных процессов (рис. 3, рис. 4).

Как видно из графиков, использование статического компенсатора хотя и не позволило сократить перерегулирование, однако позволило уменьшить время переходного процесса до 2900 с.

Выводы.

В статье рассматривается синтез компенсатора по возмущению в четырехполочной колонне синтеза на примере одной полки. Разработана математическая модель компенсатора,

проведено ее моделирование в пакете прикладных программ «Matlab» получены графики переходных процессов, показывающие значительное уменьшение времени переходного процесса.

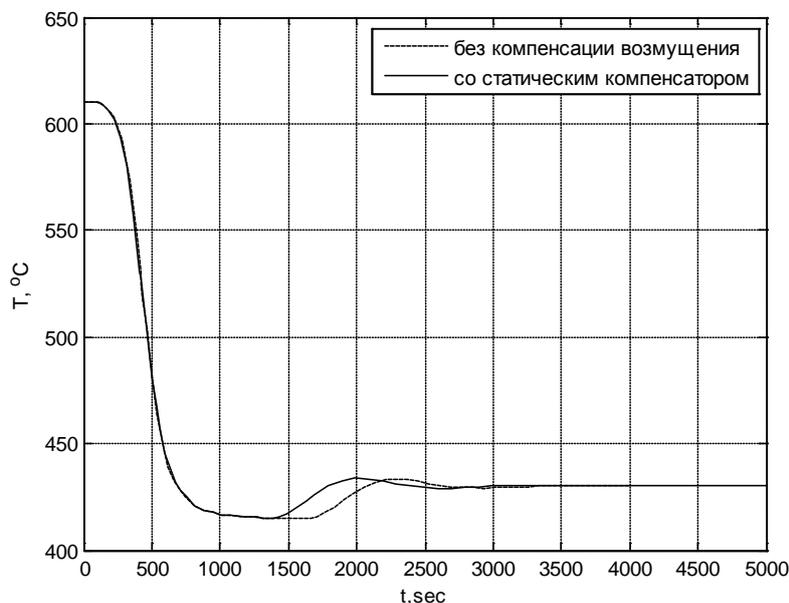


Рисунок 3 – График зависимости температуры в первой полке катализатора

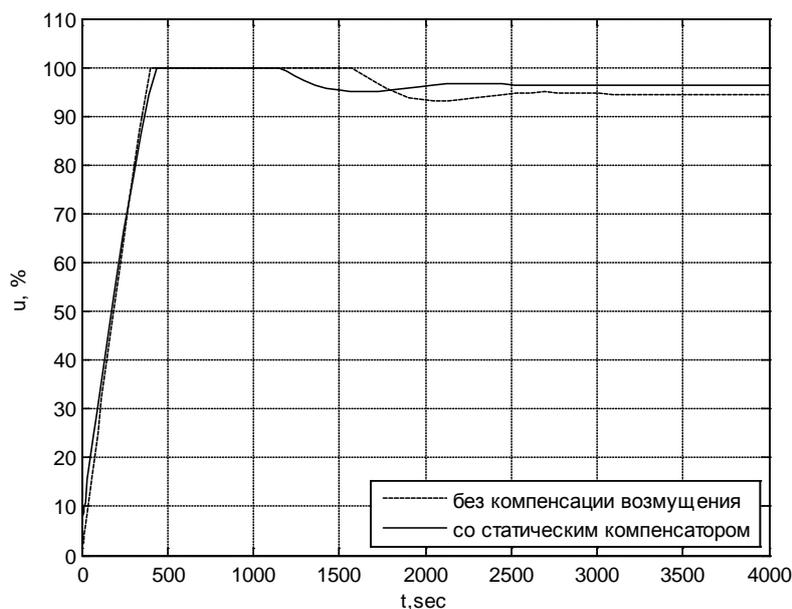


Рисунок 4 – График изменения открытия заслонки

Перечень ссылок

1. Синтез аммиака / Л. Д. Кузнецов [и др.]. – Москва : Химия, 1982. – 296 с.
2. Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.
3. Кудряшов, В. С. Моделирование и синтез цифровой многосвязной системы управления процессом получения аммиака : монография / В. С. Кудряшов, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов // Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 171 с.