

УДК 621.37

Студ. А.В. Широков, Н.Н. Бирюкова
Науч. рук. доц. Д.А. Гринюк, ассист. В.В. Лихавицкий
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

УЧЕТ ДИНАМИКИ И МЕСТА УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В СТРУКТУРНЫХ СХЕМАХ СТАБИЛИЗАЦИИ

Системы стабилизации технологических параметров состоят обязательно из измерительного преобразователя, регулятора и исполнительного механизма. Свойства реальных контуров регулирования проявляют нелинейные свойства, особенно в случае стабилизации температуры, концентрации и т.д. Однако ввиду небольших колебаний технологических параметров их можно линеаризовать.

Для настройки таких систем используют различные методы: формирование запаса по устойчивости с помощью частотных методов; минимизация интегральных критериев; использование поисковых алгоритмов для обеспечения параметров переходного процесса. И сейчас встает вопрос: что использовать в качестве выходного параметра? Очень редко бывает, что динамические характеристики первичного измерительного параметра можно не учитывать. В некоторых случаях динамические характеристики датчика и исполнительного механизма могут оказывать основное влияние на настройки алгоритма стабилизации. Примером такого случая может случить стабилизация расхода. Особенно когда в трубопроводе турбулентный режим, и приходится использовать сглаживающие фильтры с большими постоянными времени, а в качестве исполнительных механизмов используются клапан с пневматическим и электрическим приводом.

Классическая методика настройки регулятора с помощью частотных методов предполагает перенос передаточной характеристики из обратной связи в прямую после передаточной функции объекта. В большинстве своем настройка считается качественной для технологических параметров, если перерегулирование примерно в районе 20%. Однако данный подход при некотором соотношении между динамикой объекта и измерительного преобразователя может привести к тому, что непосредственно технологический параметр может отклоняться существенно больше, чем непосредственно выходной сигнал на клеммах регулятора.

Для подтверждения наших выводов произведено численное моделирование. Несмотря на возможность наличия сложных динамических характеристик у реальных объектов, в большинстве своем с при-

кладной точки зрения ограничиваются передаточной характеристикой второго порядка с запаздыванием

$$W_o = \frac{1}{(100p+1)(30p+1)} \exp(-5p),$$

где p – оператор Лапласа.

Поскольку классические частотный методы настройки с помощью расширенных частотных характеристик и показателя колебательности сопряжены с некоторым субъективизмом, а также плохо алгоритмируются для автономной настройки мы использовали метод минимизации интегральных критериев градиентным способом.

$$\int e^2 dt \rightarrow \min \quad (1)$$

и

$$\int |e|^n dt \rightarrow \min \quad (2)$$

где e – ошибка на выходе; t – от начала воздействия; $n \in [0, 1, 2]$.

Постоянную времени датчика меняли в диапазоне $[0, 1 \div 100]$ сек.

Показатель n в критерии потенциально влияет на перерегулирование. При 0 оно максимально, при 2 минимально.

Некоторые результаты исследований можно увидеть на рис. 1-3. Поиск настроек осуществлялся по параметру y (рис. 4), а технологический параметр y_1 , только анализировался.

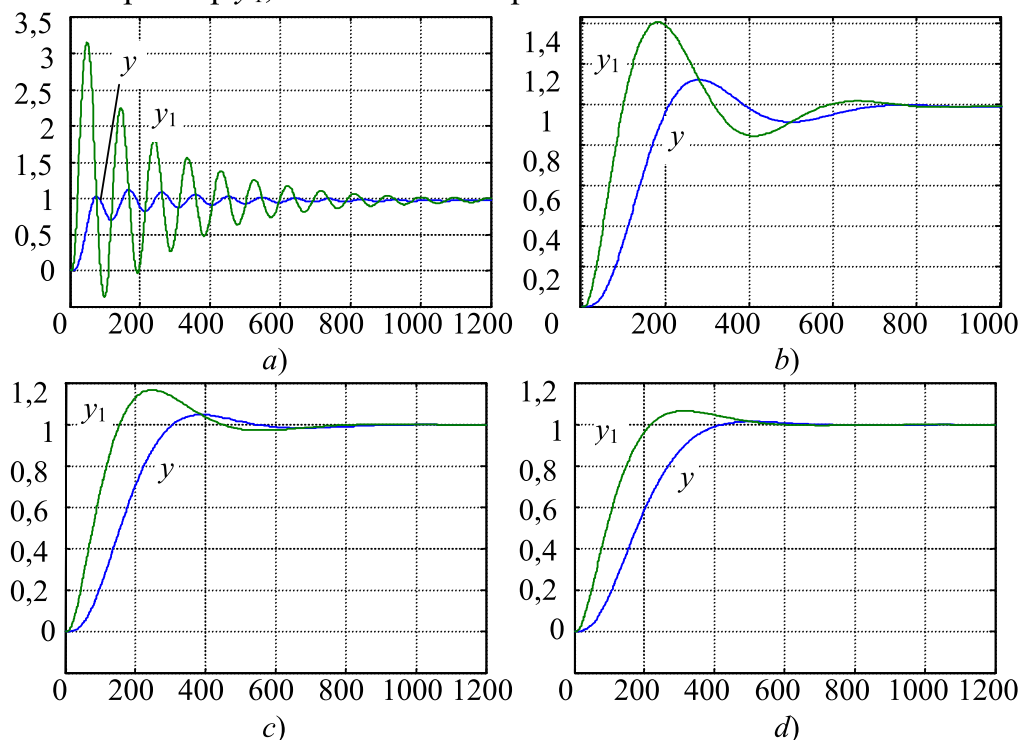


Рисунок 1 – Переходной процесс при запаздывании в 100 сек при настройке a – по (1), b – по (2) при $n = 0$; c – по (2) при $n = 1$; d – по (2) при $n = 2$

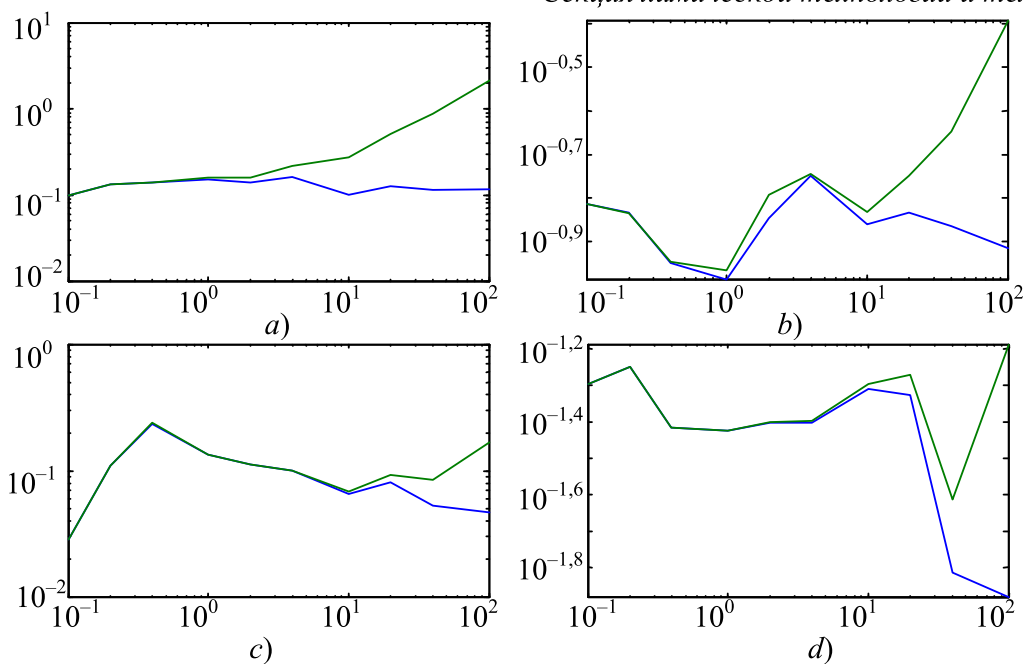


Рисунок 2 – Зависимость перерегулирования от постоянной времени датчика
a – по (1), *b* – по (2) при $n = 0$; *c* – по (2) при $n = 1$; *d* – по (2) при $n = 2$

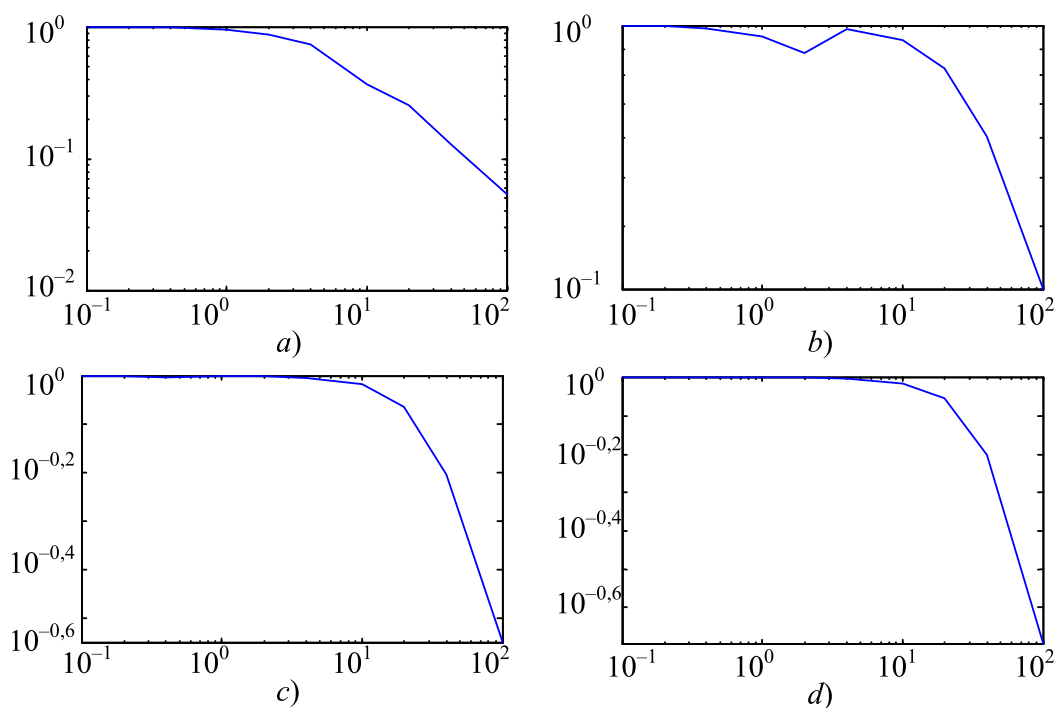


Рисунок 3 – Отношение перерегулирования для u/u_1 от постоянной времени датчика при настройке
a – по (1), *b* – по (2) при $n = 0$; *c* – по (2) при $n = 1$; *d* – по (2) при $n = 2$

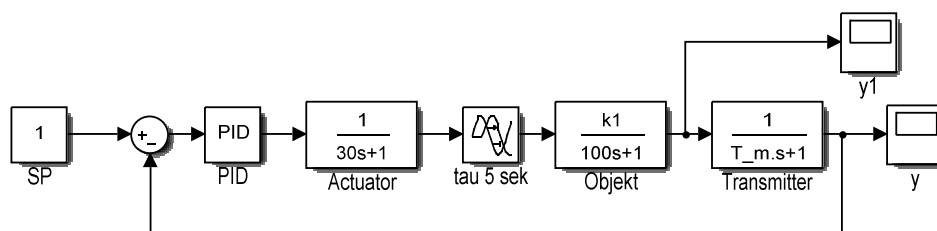


Рисунок 4 – Структурная схема моделирования

Алгоритм исследования состоял из нескольких этапов. В скриптовом файле задавалось значение постоянной времени датчика. Затем производился поиск настроек ПИД-регулятора. Время дифференцирования устанавливалось в постоянном соотношении к времени интегрирования как 1:6. Коэффициент пропорциональности и время интегрирования находилась с помощью собственного поискового алгоритма поочередно для каждого критерия.

При настройке по среднеквадратичному отклонению существенные расхождения в динамике y и y_1 , начинают проявляться 1-2%. Для критерия (2) существенные рассогласования перерегулирования до датчика и после датчика характерны только при соотношении постоянных времени измерительного преобразователя и объекта где-то в 10-20%.

Существует еще один аспект выбора структурного решения и критерии для настройки регулятора. В некоторых технологических процессах непосредственно контролировать параметр не представляется возможным. Особенно это характерно для температуры, который практически всегда является распределенным параметром. В некоторых случаях, например при варке стекла, при сушке и т.д., нет возможности в зону, которая интересует технолога. Знание теплотехнических свойств материалов и конструкции позволяет прогнозировать значение в статике. Однако учет динамических характеристик может быть сопряжен с вероятностью больших ошибок. В этом случае ориентация на переходной процесс без перерегулирования тоже желательна.

Выводы. При настройке системы регулирования надежнее использовать как выходной параметр непосредственно технологический параметр, а не выходное значение измерительного преобразователя. Немаловажным является и аспект выбора критерия настройки. Если динамику датчика трудно оценить (к примеру динамика определяется по экспериментальным данным), то лучше настраивать систему переходной процесс без перерегулирования.