

УДК 681.5.013

Д.А. Гринюк, канд. техн. наук, доц.; Н.М. Олиферович, ассист.;
Д.В. Жук, инж.; А.С. Михновец, студ.; (БГТУ, г. Минск)

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРА ПО ПОЛНОЙ И УПРОЩЕННОЙ МОДЕЛИ

Несмотря на успехи методов идентификации параметров динамики каналов управления в реальном времени анализ с помощью теоретических моделей с применением дифференциальных уравнений остается актуальным. Особенно это актуально на стадии проектирования, когда комплексно решается задача обеспечения технологических целей и управляемости. Многие современные технологические процессы характеризуются сложной структурой объектов регулирования. Также большой класс объектов управления относится к объектам с распределенными параметрами. После декомпозиции канала управления можно получить передаточные функции высоких порядков. Для таких прикладных пакетов анализа систем управления как Matlab, высоких порядок не является проблемой. Однако работа с высоким порядком повышает требования к точности определения физических параметров для расчета параметров передаточной функции, выборе методов решения дифференциальных уравнений. При организации системы управления по адаптируемой модели повысит требования к вычислительной мощности системы, которая будет рассчитывать.

Существуют различные подходы к понижению порядка. Сравнительно простым способом понижения порядка является удаление несущественных полюсов с коррекцией коэффициента передачи на нулевой частоте. Более корректным является понижение порядка за счет получения коэффициентов передаточной функции, которая аппроксимирует частотные характеристики исходной функции [1]. Процедура требует математических преобразований. Она будет сложной, если потребуется понизить порядок на десяток и более. Потребность в таких преобразованиях появляется для многих технологических процессов [2]. В первую очередь это касается распределенных объектов управления и применение ячеечных моделей для таких технологических процессов как ректификация, абсорбция, экстракция и т.д. Изложенная в [1] методика не позволит корректно понизить порядок, если в исследуемом объекте проявляется апериодическое запаздывание. Представляет возможным для понижения порядка использовать численные методы аппроксимации переходной характеристики. Данная методика обладает большей универсальностью. При получении конечного варианта передаточной функции можно использовать не уже

готовую передаточную функцию, которая была получена путем преобразования исходных уравнений и последующей линеаризацией, а непосредственно решения дифференциальных уравнений относительно времени.

Рассмотрим процесс анализа и настройки канала управления процессом поддержания концентрации кислорода при биологической водоподготовке. Вода проходит через шесть одинаковых мембранных фильтров. При определенных допущениях, каждый из фильтров можно рассмотреть как одноемкостный объект. В итоге канал стабилизации кислорода будет представлять уже 8 порядок с учетом исполнительного механизма и измерительного преобразователя кислорода. В объекте будет наблюдаться апериодическое запаздывание, поэтому попытаемся аппроксимировать объект второго порядка с запаздыванием.

$$W(p) = \prod_{i=1}^6 W_i(p) = \frac{1}{(Tp + 1)^6} \approx \frac{\exp(-\tau p)}{(T_1 + 1)(T_2 + 1)}$$

Из технологических параметров значение постоянной времени получилось $T = 1,238$. Аппроксимацию проводили путем минимизации квадратичного отклонения (рисунок 1).

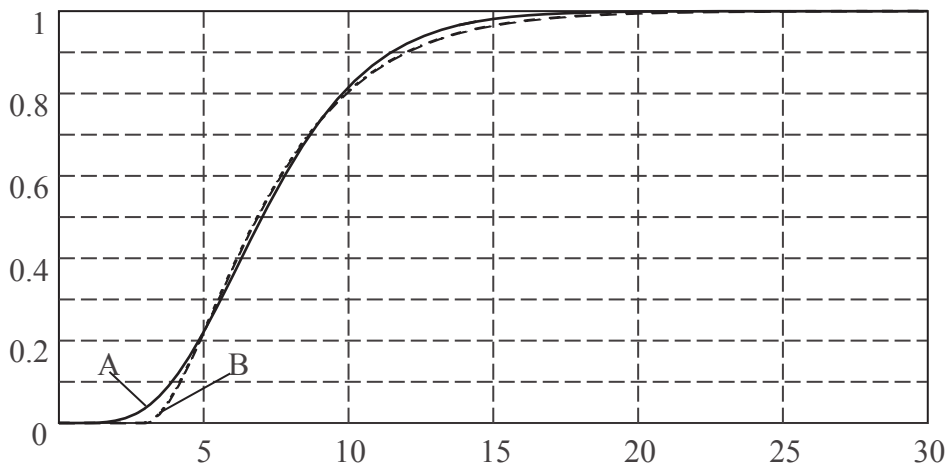


Рисунок 1 – Исходная (А) и аппроксимированная(В) кривые разгона

В результате аппроксимации получена передаточная функция

$$W(p) = \frac{\exp(-2.9490 p)}{(2.4525 p + 1)(2.9490 p + 1)}$$

По исходной и аппроксимированной передаточной характеристике была проведена настройка ПИД-регулятора. При постоянных времени датчика в обратной связи $T_S = 3,5$ и исполнительного механизма $T_A = 2$ по интегральному критерию [3,4]. Коэффициент усиления регулятора полностью совпал, время интегрирования и дифференцирования отличается на 1%. Показатели качества переходного процесса регулиро-

вания при этом не имеют существенных отличий. Подстановка настроек регулятора от аппроксимации в исходную систему не дает ощутимой разницы (рисунок 2).

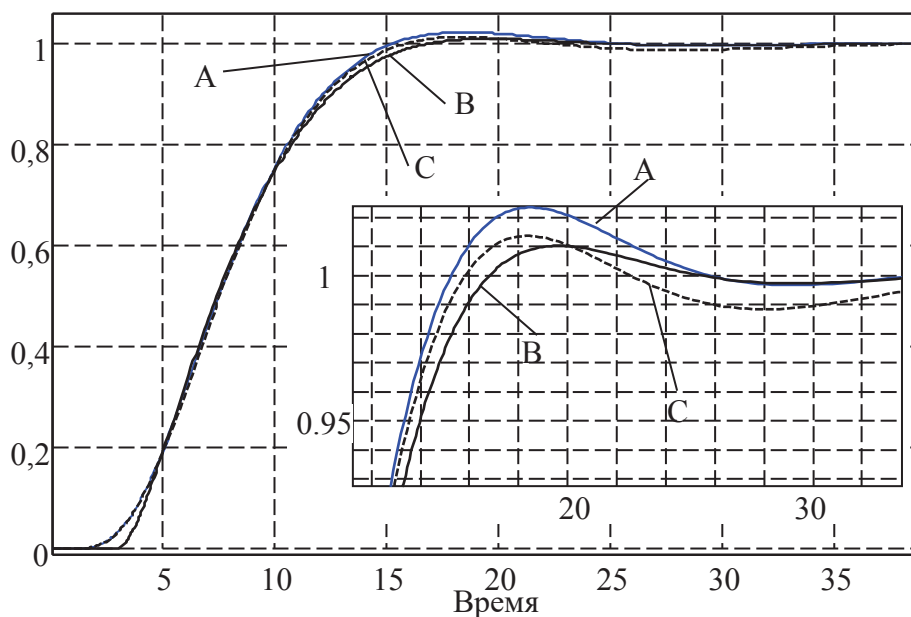


Рисунок 2 – Переходная характеристика замкнутой системы с ПИД-регулятором настроенным по исходной (А), аппроксимированной (В) передаточной функции и при использовании настроек регулятора исходной (С), которые найдены по аппроксимированной

Предложенный метод понижения порядка показал приемлемые для практического применения результаты и может быть рекомендован для анализа сложных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорф Р., Современные системы управления. / Р. Дорф, Бишоп - Москва: Лаборатория базовых знаний, 2012. - 831 с.
2. Чермак, И. Динамика регулируемых систем в теплоэнергетике и химии / И. Чермак, В. Петерка, И. Заворка. - М.: Мир, 1972.- 623 с.
3. Hryniuk D., Suhorukova I., Orobei I. Non-linear PID controller and methods of its setting // 2017 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream), Vilnius, 2017, pp. 1-4.
4. Гринюк, Д.А. Метод настройки ПИД-регулятора через deadbeat-регулятор на различные интегральные критерии / Д.А. Гринюк и др.// Труды БГТУ. Сер. 3, Физ.-мат. науки и информ. - Минск : БГТУ, 2019. - № 2 (224). - С. 66-73.