

Д.А. Гринюк, Н.М. Олиферович, И.Г. Сухорукова

РАЦИОНАЛЬНАЯ НАСТРОЙКА ИНВАРИАНТНЫХ СИСТЕМ

Использование инвариантных систем управления легко позволяет улучшить работу технологического оборудования за счет минимальных прикладных решений. Однако имплементация теоретических решений должна проводиться максимально эффективно. Лучшим решением является сочетание инвариантной системы вместе с отрицательной обратной связью. Часто их называют, комбинированными системами регулирования. Они сочетают достоинства двух элементарных решений для систем управления.

Структуры комбинированных систем бываю различными (рис. 1). Параметры передаточных функций для них можно рассчитать по формулам:

$$C_1(s) = \frac{W_D(s)}{W(s) W_A(s) PID W_{SD}(s)} ;$$

$$C_2(s) = \frac{W_D(s)}{W(s) W_A(s) W_{SD}(s)} .$$

Моделирование, при условии реализуемости систем с C_1 и C_2 , позволяет получить практически одинаковые переходные процессы. На практике, при реализации можно столкнуться с рядом проблем:

– измерительная информация в современных цифровых системах управления редко имеет нулевое математическое ожидание, как следствие, в системе может наблюдаться статическая ошибка;

– передаточные функции в канале обратной связи и в канале возмущения в условиях производства обладают нелинейностями и флуктуациями параметров, что также может привести к ухудшению работы системы.

– при расчете C_2 используются параметры настройки регулятора, которые в современных цифровых системах очень часто работают в режиме автоподстройки. Как следствие, потребуется связать работу автоподстройки с параметрами компенсатора.

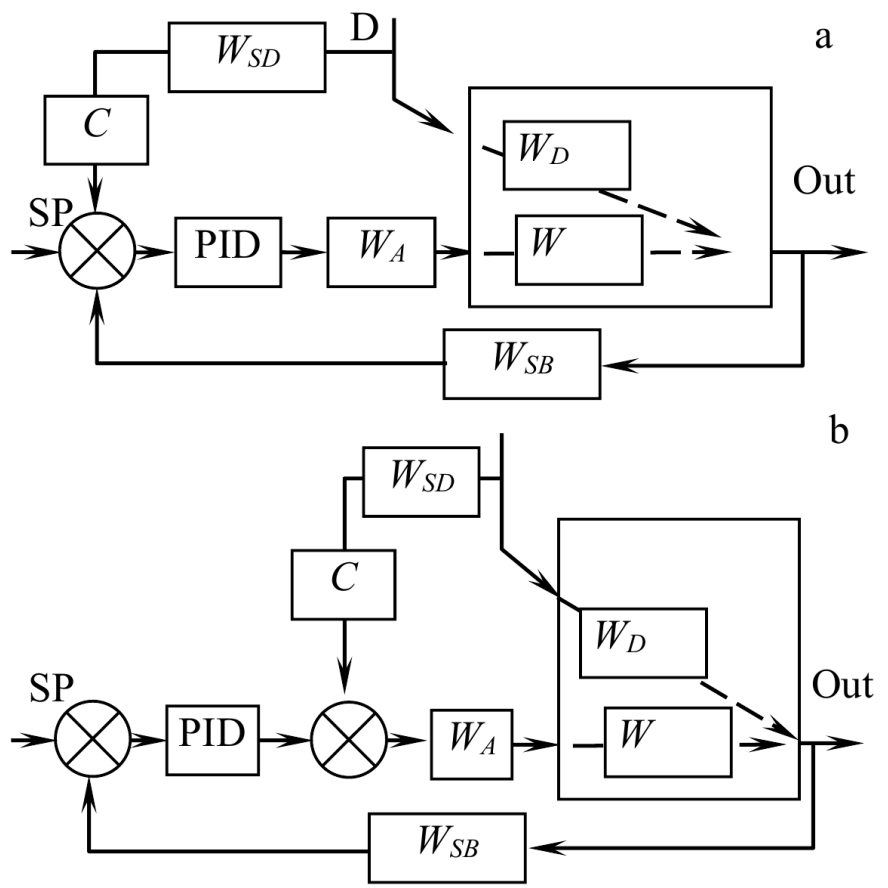


Рис. 1. Структурные схемы комбинированной системы:
 C – компенсатор; W_{SD} – датчик возмущения; D – возмущение;
 W_D – функция по каналу возмущения; W – функция обратной связи;
 SP – сигнал задания; PID – регулятора обратной связи;
 W_A – исполнительный механизм; W_{SB} – датчик обратной связи

Данные причины предопределили наличие готовых шаблонов структуры ПИД-регуляторов (рис. 1b) в библиотеках современных программируемых логических контроллеров (ПЛК).

Еще одной трудностью является реализуемость передаточных функций компенсаторов [1]. Динамика каналов обратной связи и возмущения бывают разными и даже в пакетах типа Matlab не всегда можно промоделировать любой компенсатор.

И наконец, расчетные значения необходимо будет перенести в ПЛК или промышленный компьютер. Получение цифровой формы компенсатора с помощью Matlab или иным способом не представляет сложностей. Однако наличие шумов в измерительном тракте и постоянные флуктуации параметров передаточных функций существенно может усложнить работу всей системы.

Поэтому можно рекомендовать для реализации компенсаторов несколько шаблонов передаточных функций:

$$C_A = k; \quad C_{LP} = \frac{k}{Ts + 1}; \quad C_{HP} = \frac{ks}{Ts + 1}; \quad C_{FP} = k \frac{T_1s \pm 1}{T_2s + 1},$$

где C_A – просто усилительное звено; C_{LP} – фильтр низкой частоты; C_{HP} – фильтр высокой частоты; C_{FP} – форсирующее звено.

Параметры компенсаторов могут быть получены или классическими методами понижения порядка, или путем аппроксимации идеального компенсатора реальным (особенно если известна априорная информация о спектре помех, которые действуют на реальный объект), или автоподстройкой, минимизацией интегральных критериев [2]. Многолетняя практика последнего подхода на математических моделях показала эффективность при построении комбинированных систем.

Литература

1. Карпович, Д.С. Особенности проектирования системы управления гиросtabilизированного опорно-поворотного устройства / Д.С. Карпович, И.О. Оробей, В.В. Сарока // Тезисы докладов 81-й научно-технической конференции, Минск, 1–12 февраля 2017 г. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 78.
2. D. Hryniuk, I. Suhorukova, N. Oliferovich and I. Orobei, Complex tuning of the PID controller according to integral criteria, 2018 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream), Vilnius, 2018, pp. 1–4, doi: 10.1109/eStream.2018.8394117.