

УДК 681.515

Д. А. Гринюк, доц., канд. техн. наук; А. Г. Бирюков, инж.;
Н. В. Давидовский инж.; Т. А. Дайнеко, ассист. (БГТУ, г. Минск)

НАСТРОЙКА ИНВАРИАНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕШЕНИЙ

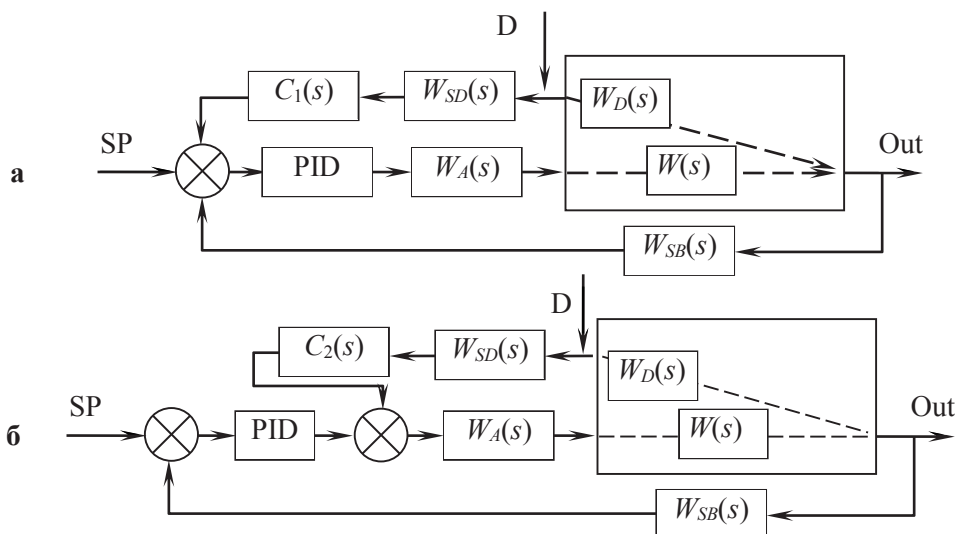
Решение вопросов построения надежных базисных систем управления позволяет в полной мере применить теоретические решения, которые разрабатывались в рамках теории автоматического управления. Решение вопросов усовершенствованного управления сейчас уделяется большое внимание. Однако непродуманная имплементация теоретических решений может приводить к разочарованию в возможностях повышения эффективности за счет усложнения систем управления.

Одним из таких решений является использование инвариантных или, как их иногда называют, комбинированных систем регулирования. Такие системы регулирования сочетают в себе достоинство двух элементарных решений систем управлений. Наличие обратной связи по выходному параметру обеспечивает требуемую точность, и устранить недостаток, который присущ разомкнутым системам управления. А использование компенсатора, в свою очередь, позволяет улучшить быстродействие систем с обратной связью. Конечно, построение всегда таких систем не всегда является выигрышным и возможным. На реальные объекты могут действовать различного вида возмущения измерение, который не возможно или слишком дорого. Те же проблемы наблюдаются и с обязательностью использования обратной связи.

В литературе наиболее часто встречаются две структуры построения инвариантных систем (рисунок 1). Расчетные формулы компенсаторов для них будут следующие:

$$C_1(s) = \frac{W_D(s)}{W(s) W_A(s) PID W_{SD}(s)}; \quad C_2(s) = \frac{W_D(s)}{W(s) W_A(s) W_{SD}(s)}$$

С точки зрения реализации в макетах математического моделирования они позволяют получить практически одинаковое качество регулирования, одна проектирование работы данных систем на реальные условия приводит к однозначному выбору.



$C(s)$ – передаточная функция компенсатора; $W_{SD}(s)$ – датчик контроля возмущения; D – сигнал возмущения; $W_D(s)$ – передаточная функция по каналу; $W(s)$ – передаточная функция основного канала; SP – сигнал задания; PID – передаточная функция регулятора обратной связи; $W_A(s)$ – передаточная функция исполнительного механизма; $W_{SB}(s)$ – передаточная функция датчика основного параметра; Out – основной выходной параметр

Рисунок 1 – Структурная схема управления процессом сушки

В прикладных условиях структура рисунок 1а обладает следующими недостатками:

1. Измерение любого возмущения сопряжено с наличием шумов, что может приводить к дополнительному напряжению в контуре стабилизации;
2. Ненулевое математическое ожидания приведет к фактическому изменению сигнала задания.
3. Абсолютное точное определение всех передаточных функций в канале обратной связи и в канале возмущения не возможно. В реальных объектах динамические характеристики меняются, как следствие это может приводить к эффекту, что и в предыдущем пункте.
4. Для расчета компенсатора требуется знание передаточной функции регулятора, однако в процессе эксплуатации часто перенастраивают регулятор или часто они эксплуатируется со включенной автоподстройкой, что потребует и изменение параметров компенсатора.

Вследствие выше указанных причин это предопределило наличие готовых шаблонов структуры рисунок 1, б в библиотеках современных программируемых логических контроллеров.

Следующей трудностью является реализуемость компенсаторов [1]. Эта проблема актуальна даже в варианте математического моделирования. Прямой расчет по вышеуказанным формулам может приводить к более вы-

сокому порядку в числителе по отношению к знаменателю. Также существуют проблемы при наличии запаздывания в основном канале стабилизации больше чем канале возмущения. Другая сторона – это реализация расчетной формулы в микропроцессорной технике регулирования. Даже если проблемы указанные в предыдущем абзаце не случились, реализация дифференциальных уравнений путем разностных уравнений в реальных условиях может привести (а часто так и бывает) к ухудшению качества функционирования. И основные причины здесь две: наличие шумов в измерительном тракте и постоянные флуктуации параметров передаточных функций $W_D(s)$ и $W(s)$. Поэтому при построении компенсаторов для систем управления технологическими процессами ограничиваются передаточными функциями первого порядка:

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

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

Значение компенсаторов может быть определено разными способами. Выбор способа во много определяется наличием априорной информации. Если известен спектр помех возмущения, то стоит ориентировать на подавление основных гармоник возмущения. При известных передаточной функции компенсатора можно аппроксимировать ее переходную и ли частотную характеристики одним из вариантов простейших компенсаторов. Альтернативным вариантом может быть понижение порядка известными математическими методами. Универсальным методом является нахождение коэффициентов для выше указанных вариантов компенсаторов и сравнение результатов их работы путем минимизации интегральных критериев качества [2].

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.