

УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

*В.В. Курганов, А.В. Цавнин
(г. Томск, Томский политехнический университет)*

CONTROL OF OBJECT WITH TIME-LAG

*V.V. Kurganov, A.V. Tsavnin
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

Введение. Интерес к системам управления с запаздыванием всегда был и остаётся на достаточно высоком уровне. Большинство производственных процессов обладают запаздыванием, влияние которого на динамику весьма велико. В ряде случаев, запаздывание является принципиальным свойством объекта, что требует его учета при анализе динамических свойств объекта. К таким объектам относятся всевозможные транспортёры [1].

Настройка контура регулирования состоит из трёх важных этапов: идентификация объекта, расчет параметров регулятора и настройка регулятора.

Описание объекта. Объект состоит из двух емкостей – основной и вспомогательной. Основная ёмкость представляет собой вертикальную цилиндрическую ёмкость со встроенным датчиком уровня. Вспомогательная ёмкость расположена горизонтально ниже основной, что обеспечивает свободный слив жидкости из основной ёмкости во вспомогательную через ручной вентиль. Для того чтобы контур регулирования был замкнут, жидкость из вспомогательной ёмкости насосом подается в основную ёмкость по трубопроводу. Насос располагается в самой нижней точке объекта, что обеспечивает постоянную наполненность его всасывающей линии. Трубопровод представляет собой незаполненный трубопровод, в котором уравнение неразрывности струи [2] не выполняется, что гарантирует отсутствие мгновенной реакции уровня в основной ёмкости на изменение производительности насоса. В исследуемом объекте трубопровод выполняет роль звена чистого запаздывания. Для измерения уровня используется гидростатический способ.

Объёмы основной и вспомогательной емкостей при различии физических форм выбраны одинаковыми, тем самым обеспечивается равновесие системы при любом соотношении жидкости в емкостях.

Работа объекта. Из вспомогательной емкости насосом жидкость перекачивается в основную ёмкость по трубопроводу и сливается через вентиль. Уровень в основной ёмкости измеряется датчиком. Принцип работы датчика основан на измерении давления, создаваемого столбом жидкости. Результат измерений поступает в регулятор, который на основании реализуемого закона регулирования формирует аналоговый выходной сигнал 4...20 мА. Выходной сигнал поступает на частотный преобразователь, который управляет производительностью насоса.

Возмущающими воздействиями для объекта являются степень открытия ручного вентиля и величина задания регулируемой величины, задаваемой в регуляторе.

Описание эксперимента. Определение динамических характеристик объекта выполняется по кривой разгона. Для снятия кривой разгона жидкость из основной ёмкости сливается во вспомогательную ёмкость до минимально возможного уровня. Регулятор переводится в ручной режим. Фиксируется время подачи входного ступенчатого воздействия.

Идентификация объекта. Передаточные функции объектов управления, имеющих апериодическую кривую разгона, представляются в виде последовательного соединения апериодического и запаздывающего звеньев.

$$W(s) = \frac{k}{Ts+1} \cdot e^{-\tau \cdot s}, \quad (2)$$

где k – коэффициент передачи; τ – время запаздывания; T – постоянная времени.

Коэффициент передачи есть отношение установившегося значения выходной величины к величине ступенчатого входного сигнала, вызвавшего это изменение. В связи с тем, что

физический объект является замкнутым контуром, а кривая разгона – процесс перемещения жидкости из емкости Е-2 в емкость Е-1, то коэффициент передачи k равен единице.

Время запаздывания τ – это интервал времени от момента подачи входного сигнала до момента начала «движения» системы под воздействием этого сигнала. По кривой разгона определяется время запаздывания $\tau = 5$ с.

Постоянная времени объекта определяется графически по кривой разгона $T=47$ с.

С учетом полученных значений выражение (2) запишем в следующем виде

$$W(s) = \frac{1}{47s+1} \cdot e^{-55s}. \quad (3)$$

Отношение $\tau/T > 1$, из чего можно предположить о возможных трудностях настройки регулятора традиционными способами.

Расчёт параметров настройки ПИД-регулятора. В классической теории автоматического управления структура регулятора выбирается исходя из модели объекта управления. При этом сложные объекты управления требуют применения сложных регуляторов. Однако на практике, в подавляющем большинстве случаев, регулирование сводится к использованию ПИД-регуляторов. ПИД-регуляторы не всегда обеспечивают требуемое качество регулирования, но благодаря простоте своей структуры и большому количеству теоретических и практических методов их настройки ПИД-регуляторы являются основными в практическом применении [3].

Для настройки коэффициентов регулятора применяется эмпирический метод Циглера-Никольса. В одном из вариантов настройки коэффициентов регулятора этим методом используются коэффициенты передаточной функции объекта k , T и τ , определённые по кривой разгона. Формулы для расчета параметров регулятора представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры настройки типовых регуляторов

	k_p	k_i	k_d
ПИ – регулятор	$0,9T/k\tau$	$0,3T/k\tau^2$	
ПИД – регулятор	$1,2T/k\tau$	$0,6T/k\tau^2$	$0,6T/k$

Результаты вычислений коэффициентов приведены в табл. 2. Введены следующие новые обозначения $k_i = 1/T_i$, $k_d = T_d$.

Таблица 2

Параметры настройки типовых регуляторов

	k_p	k_i	k_d
ПИ – регулятор	0,77	0,00466	
ПИД – регулятор	1,02	0,00932	28,2

Целью экспериментов является получение сравнительных оценок, а не их абсолютных значений.

Выводы.

1. Несмотря на то, что метод Циглера-Никольса дает удовлетворительные результаты для $0,15 < \tau/T < 0,6$, можно говорить о положительном эффекте и для случаев, выходящих за данное ограничение.

2. Можно констатировать негативное влияние большой дифференциальной составляющей на качество переходного процесса. Возникновение незатухающих автоколебаний (рис. 3, б) можно трактовать как неустойчивость системы.

3. Полученные по методу Циглера-Никольса коэффициенты настройки регулятора являются лишь ориентиром и требуют дальнейшей коррекции.

Список литературы

1. Гурецкий Х. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием. Пер. с польского. – М., «Машиностроение», 1974, 328 с.
2. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник. – М.: МГИУ, 2003. – 352 с.
3. Автоматический контроль и регулирование в черной металлургии. Справочник. Климовицкий М.Д., Копелович А.П. Изд-во «Металлургия», 1967.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Л. Муллагильдина

(г. Магнитогорск, Магнитогорский Государственный Технический университет)

PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF THE BALANCED SCORECARD IN RUSSIAN ENTERPRISES

K. Mullagildina

(Magnitogorsk, Magnitogorsk State Technical University)

Результаты исследования проблем управления различного рода предприятиями говорят о том, что зачастую перспективные управленческие технологии, разработанные на Западе, достаточно сложно эффективно применить в российских компаниях. На результативность адаптации управленческих технологий к российским условиям влияют исторические и национальные особенности ведения бизнеса, различия в корпоративной культуре, подходы к стратегическому управлению.

Внедрение сбалансированной системы показателей (далее ССП) в российских компаниях имеет свою специфику, которая в значительной степени влияет на успешность реализации ССП. Отсутствие во многих компаниях регулярного менеджмента, полной и достоверной информации, необходимой для принятия управленческих решений по всем направлениям деятельности, несовершенство бизнес-процессов и ряд других проблем не позволяет в полной мере использовать рассматриваемый нами инструмент реализации стратегических целей как ССП. Следует отметить, что и в самой концепции ССП содержатся внутренние факторы, ограничивающие применение концепции. Для их преодоления требуется интеграция концепции ССП с другими управленческими концепциями, что позволит снизить влияние ограничений на эффективность внедрения системы сбалансированных показателей в России и обеспечит дополнительный экономический эффект.

Results of the study of various kinds of management problems enterprises say that often promising management technologies developed in the West, it is difficult to effectively apply to Russian companies. On the impact of the adaptation of management technologies to Russian conditions affect historical and national peculiarities of doing business, differences in corporate culture, approach to strategic management.

The introduction of the Balanced Scorecard (BSC hereinafter) in Russian companies has its own specificity, which largely affects the successful implementation of the MTP. The absence of many companies of regular management, complete and accurate information required for management decision-making in all areas, inadequate business processes and a number of other issues does not allow full use of the tool we are considering the implementation of the strategic objectives of both the MTP. It should be noted that the very concept of BSC contains internal factors limiting the application of the concept. To overcome them requires the integration of the concept of BSC with other management concepts that will reduce the impact of constraints on the effectiveness of the implementation of the balanced scorecard in Russia and will provide additional economic benefit.