

УДК 621.314
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ С ТРАНСПОРТНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ
ПРИ НАЛИЧИИ УПРЕДИТЕЛЯ СМИТА И ОБВОДНОГО КАНАЛА

В. А. СЕЛИВАНОВ, А. П. СЕРИКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В технологических процессах часто встречается такой вид запаздывания, который называется транспортным. Такое запаздывание образуется, когда, например, вещество или энергия перемещаются с определенной скоростью из одной точки в другую без какого-либо изменения их свойств и характеристик. Примером объектов, содержащих транспортное запаздывание, могут служить производства стекла и бумаги. Транспортные запаздывания, которыми нельзя пренебречь, имеют место при регулировании уровня жидкости в баках, при управлении шаровыми мельницами и другими объектами с запаздываниями в трубопроводах и объемах.

Транспортные запаздывания зачастую присутствуют на нескольких этапах производства, что сказывается на простоте управления процессами, так как значения транспортных запаздываний значительно превышают постоянные времени объекта.

Наличие транспортного или, как еще называют, «чистого» запаздывания в технологическом процессе приводит к тому, что сигнал на выходе объекта в течение некоторого времени после изменения входного сигнала остается неизменным [1].

Запаздывания делятся на сосредоточенные и распределенные, причем сосредоточенные запаздывания могут быть локализованы по управлению, состоянию и выходу ОУ. Примером объектов с запаздываниями по управлению могут служить реактивные двигатели в переходных режимах, ленточные транспортеры, прокатные станы, процессы сушки и горения; по состоянию – процессы с рециклом, в частности, процессы в измельчительных машинах или процессы в химических реакторах; по выходу – объекты управления с более инерционными датчиками измерения, чем сам объект.

Как правило, влияние запаздываний на процессы управления негативно. Поэтому методы синтеза систем управления для вышеперечисленных объектов, не учитывающие фактор запаздывания, оказываются малоэффективными. Проблема конструирования подобных систем управления еще более усложняется в случае, если объект управления является многосвязным [2].

Улучшить показатели системы можно с помощью упредителя Смита или обводного канала. Упредитель Смита (УС) предназначен для компенсации запаздывания объекта. Модель упредителя Смита $W_{yc}(p)$ однозначно связана с моделью объекта регулирования следующим соотношением:

$$W_{yc}(p) = W_0(p) \cdot [1 - e^{-\tau p}] \quad (1)$$

Следовательно, передаточная функция системы будет иметь следующий вид:

$$W_{PE3}(p) = W_{yc}(p) + W_0(p) \cdot e^{-\tau p} = W_0(p). \quad (2)$$

Целью введения обводного канала (ОК) не обязательно является компенсация запаздывания объекта. ОК можно использовать как для компенсации запаздывания объекта, так и для улучшения динамических характеристик системы в целом. Обобщенно принципы его проектирования можно сформулировать в виде следующих требований. Высокочастотная часть ОК должна быть такой, чтобы обеспечить относительно малую инерционность. Желательно, чтобы затухание АЧХ получаемого композитного объекта в ВЧ области соответствовало обратно пропорциональной зависимости от частоты (первого порядка). Управление объектом с такими свойствами в ВЧ области осуществляется наиболее просто. Низкочастотная часть ОК должна быть такой, чтобы минимально влиять на погрешность системы, т. е. в НЧ-области передаточная функция ОК должна быть нулевой. Начиная со средних частот, после того, как передаточная функция ОК сравняется с передаточной функцией объекта, она (погрешность) должна как можно быстрее затухать до пренебрежимо малого значения [3].

Моделирование системы с ДПТ 4ПН200S мощностью 60 кВт, имеющей транспортное запаздывание в 0,1 с при наличии упредителя Смита и обводного канала выполнено в среде Simulink&Matlab.

Моделирование показало, что УС полностью устраняет запаздывание при пуске системы. Следовательно, для устранения транспортного запаздывания на основе сравнительного анализа УС и ОК целесообразно использовать упредитель Смита, позволяющий свести его к минимуму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы автоматического управления с запаздыванием: учеб. пособие / Ю. Ю. Громов [и др.]. – Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 76 с.
2. **Асанов, А. З.** Решение задачи синтеза системы автоматического управления многосвязным объектом с запаздываниями / А. З. Асанов, В. С. Каримов // Вестник УГАТУ. – 2009. – №2(35). – С. 24–32.
3. **Ишимцев, Р. Ю.** Обводной канал для САУ скалярных и многоканальных объектов: сравнение с упредителем Смита / Р. Ю. Ишимцев, А. А. Воевода, В. А. Жмудь // Сборник науч. тр. НГТУ. – 2008. – №2(52). – С. 11–22.