

РАЗРАБОТКА РЕГУЛЯТОРА СКОльзяЩИХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА С ВОДЯНОЙ РУБАШКОЙ

Бутузов Д.В.
Тутов И.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
qwaswedo@gmail.com

Введение

В процессе управления динамическими объектами довольно часто ставится задача достижения минимального времени переходного процесса (нахождения оптимума) из одного статического состояния в другое. При этом нередко требуется обеспечить плавность такого перехода, что является серьезным ограничением для достижения оптимальности, поскольку при неплавном управлении возможно быстрое изменение состояния объекта. Но при неплавном управлении технологическими процессами возникают перегрузки, которые часто являются причиной аварий. Поэтому к имеющимся требованиям для регуляторов, используемых в промышленности, следует добавить требование высокой надежности.

Развитие цифровых способов управления позволяет создавать новые уникальные регуляторы на базе таких, казалось бы, старых и давно испробованных алгоритмов, каким является алгоритм управления с использованием скользящего режима. Такой способ управления отличается высокой надежностью, так как он предполагает вынужденное управление, которое заставляет протекать процесс по траектории, заданной разработчиком [1].

Разработка регулятора

Для разработки регулятора скользящих режимов была использована полученная ранее математическая модель химического реактора с водяной рубашкой (рис. 1) [2].

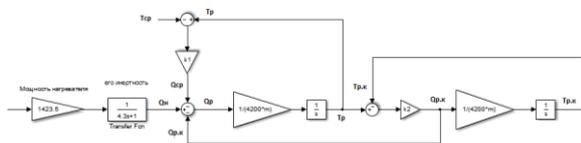


Рис. 1. Математическая модель

Изменяя начальную температуру в водяной рубашке и рабочей камере был получен фазовый портрет (рис. 2), в котором в качестве одной координаты состояния системы выступает температура воды в рабочей камере химического реактора (ось абсцисс), а в качестве второй координаты состояния системы – температура воды в водяной рубашке (ось ординат).

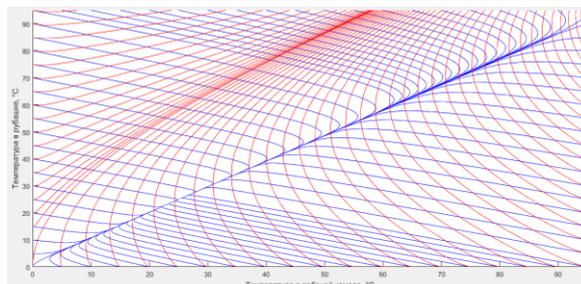


Рис. 2. Фазовый портрет системы:

красные линии – нагрев, синие – охлаждение

Получив фазовый портрет системы, необходимо было получить области, в которых был бы возможен скользящий режим. Для этого необходимо выполнение пары условий (рис. 3):

- вектор нагрева и вектор охлаждения должны быть направлены в противоположные стороны от линии скольжения;

- проекция результирующего вектора на линию скольжения должна быть направлена к температуре уставки.

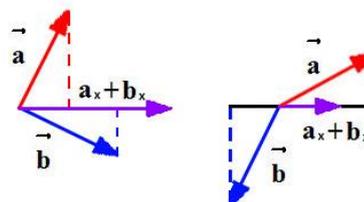


Рис. 3. Условия скольжения

В результате анализа рабочей области на фазовом портрете были получены зоны для температурных уставок 25 °C (рис. 4) и 60 °C (рис. 5). Зоны, в которых невозможен скользящий режим, помечены цифрами 2 и 4, а зоны, в которых скользящий режим возможен, – цифрами 1 и 3.

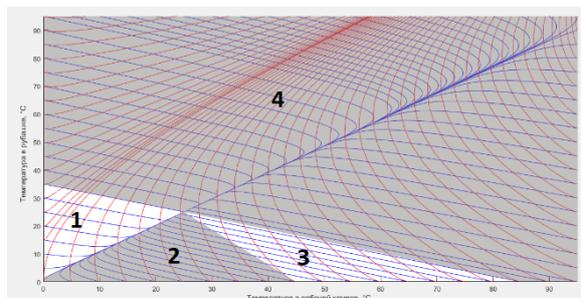


Рис. 4. Зоны скользящего режима для температуры уставки 25 °C

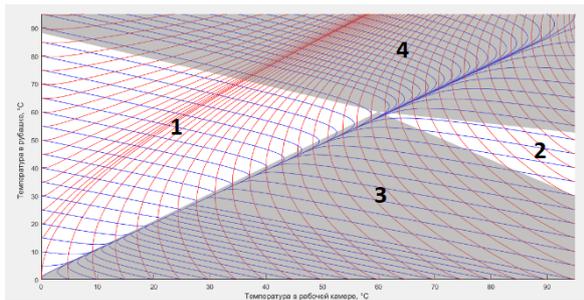


Рис. 5. Зоны скользящего режима для температуры уставки 60 °C

Из рисунков 4 и 5 видно, что области, в которых возможен скользящий режим, идентичны: линии, определяющие границы областей, имеют одинаковый наклон, отличительной чертой является лишь координата центральной точки, которая в свою очередь определяется температурой уставки. Отсюда можно сделать вывод, что при изменении уставки не нужно изменять настройки в разрабатываемом регуляторе, так как области имеют одинаковую форму.

На рисунке 6 изображена структурная схема системы с разработанным регулятором.

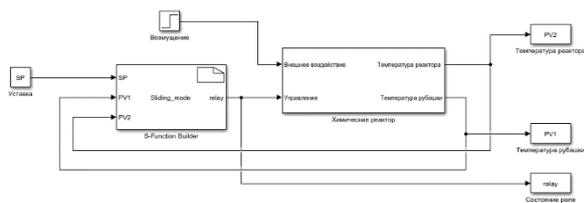


Рис. 6. Структурная схема системы с регулятором

В каждом цикле работы регулятор определяет в какой из областей фазового портрета находится фазовая точка. В случае если фазовая точка находится в 1, 2 или 3 области, то регулятор выводит ее на заданную прямую скольжения, после чего начинается скользящий режим. В случае, если фазовая точка находится в 4 области, то регулятор подает команду на отключение нагревателя, после чего вода остывает до заданного значения.

Но, очевидно, что от выбора прямой скольжения в рабочей области будет зависеть время переходного процесса. Поэтому появилась задача исследования переходных процессов при различных прямых скольжения.

Изменяя угол наклона прямой скольжения при одинаковых начальных условиях были получены следующие фазовые траектории и соответствующие им переходные характеристики (рис. 7, 8).

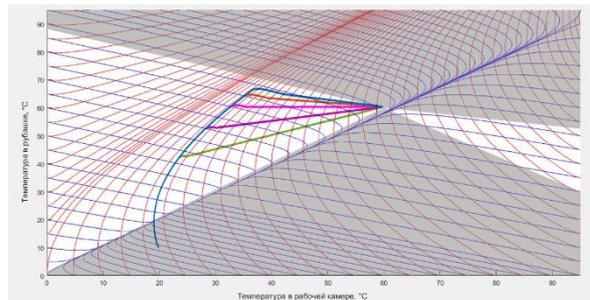


Рис. 7. Фазовые траектории при различных прямых скольжениях

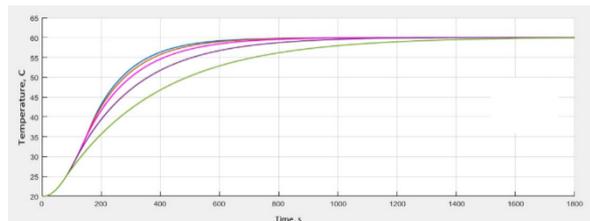


Рис. 8. Переходные процессы при различных прямых скольжениях

Таким образом, выбирая траекторию скольжения, можно изменять динамические свойства переходного процесса в нужную сторону: добиваться более оптимальных показателей переходного процесса или делать его более плавным, тем самым улучшая его надежность.

Заключение

В настоящее время с развитием цифровых технологий способ регулирования с использованием скользящих режимов становится всё более распространённым. В нём скрыты большие возможности и большие резервы для построения надёжных, оптимальных и самонастраивающихся систем управления.

Список использованных источников

1. Владимир Ивайкин. Использование скользящих режимов в регулировании // Современные технологии автоматизации. – 2006. - С.90-94.
2. Бутузов Д.В., Тугов И.А. Математическая модель испытательной установки химического реактора с водяной рубашкой. // Научн.-практ.конф. «Молодежь и современные информационные технологии» (7-11 ноября 2016г, г. Томск). - Томск, 2017. - С.279-280.
3. Шилин А.А., Букреев В.Г. Исследование оптимального и скользящего режимов управления с релейным элементом, охваченным обратной связью. // Вестник Томского государственного университета. Томск, 2014. - С. 12-19.