

Сгенерированные дискретные узоры можно внедрять в структуру любых других форм по аналогии работы с обтравочной маской. Например, в логотипе кафедры информатики и веб-дизайна БГТУ (рис. 1) внедрен оранжевый цвет, который на самом деле по своей структуре представляет собой неоднородную структуру, включающую порядка 50 000 штриховых элементов с переменными цветами и толщиной штрихов.



Рис. 1 – Дискретизированное изображение в элементе фирменного стиля

Визуально наличие дискретности в сформированном цвете не прослеживается. При масштабировании цвет передается корректно без искажений. При максимальном увеличении в заливке проявляются новые узоры, которые являются случайными, что позволяет использовать этот эффект в качестве элемента защиты авторского права.

УДК 681.527

Н.М. Олиферович, Д.А. Гринюк, Р.С. Жук, И.С. Шетько
Белорусский государственный технологический институт

АДАПТИВНОЕ ТАБЛИЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ ОБЪЕКТА С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Аннотация. Рассматриваются вопросы построения систем управления для объектов с переменными параметрами. Большой класс объектов в промышленности характеризуется возможностью повышения точности управления за счет качественной настройки. Табличное управление во многих случаях может обеспечить робастное управление объектов с переменными параметрами

N. M. Oliferovich, D. A. Hryniuk, R.S.Zhuk, I.S. Shetko
Belarusian State Technological Institute

ADAPTIVE TABLE CONTROL FOR AN OBJECT WITH VARIABLE PARAMETERS

Abstract. The issues of construction of control systems for objects with variable parameters are considered. A large class of objects in industry is characterized by the ability to improve control accuracy due to high-quality settings. Tabular control in many cases can provide robust control of objects with variable parameters.

Производство пива, в общем случае, состоит из нескольких этапов, таких как соложение; приготовление сусла; брожение; фильтрация и пастеризация и т.д. Как объект автоматизации они представляют собой непрерывно-дискретный процесс. По этой причине часто динамика основных каналов управления является величиной непостоянной.

Отсюда можно сделать вывод, что данная система является системой с динамически изменяемыми параметрами.

Так как диапазон изменения параметров известен, лучшим вариантом управления будет подход с применением регулятора с табличным управлением.

Такими особенностями характеризуется этап процесса смешения пива со специально подготовленной водой (ДАВ). Смешение ДАВ и высокоплотного пива происходит непосредственно в трубопроводе. Высокоплотное пиво подаётся из буферного танка при помощи центробежного насоса, а подача ДАВ регулируется пневматическим клапаном. По мере освобождения танка уровень уменьшается, что влияет на давление в линии всасывания центробежного насоса. Обратный эффект происходит и на линии нагнетания. По мере выполнения процесса смешения происходит заполнения принимающего танка, как следствие, происходит увеличение уровня и возникает противодействие в линии нагнетания.

Следствием этих процессов является непостоянство расхода высокоплотного пива, который изменяется по мере заполнения буферного танка. При этом ДАВ подаётся в зависимости от расхода высокоплотного пива, в жестком соотношении. Непостоянство расхода пива и возникающее противодействие способствуют также изменению авторитета клапана, регулирующего подачу ДАВ на смешение.

Регулирование происходит на основе данных с расходомера высокоплотного пива, расходомера ДАВ и датчика плотности готового пива. Сигналом задания является соотношение расходов между высокоплотным пивом и ДАВ.

Особенностью процесса смешения ДАВ и высокоплотного пива является нелинейное изменение расхода высокоплотного пива. Вызвано это тем, что закон регулирования, по которому регулируется насос, зависит от уровня высокоплотного пива в буферном танке и происходит по следующему закону:

$$y = kx + b. \quad (1)$$

Уравнение (1) похоже на пропорциональный закон регулирования, но в данном случае добавлен поправочный коэффициент b , значение которого возрастает по мере увеличения уровня заполнения буферного танка. Сигнал задания определяется на основе расхода высокоплотного пива на этапе фильтрации в КГФ. Например, при достижении нижнего уровня $b = 0$, а по мере заполнения танка на 50%, $b = 15$. Введение такого закона объясняется поддержанием ритмичности производства, а также при таком подходе невозможно полное заполнение буферного танка.

Для качественного поддержания требуемого соотношения расхода, а, следовательно, и плотности пива, необходима качественная настройка контура регулирования. Ввиду непостоянства динамики контура регулирования и высоких требований по конечной плотности невозможно построить систему управления с постоянными настройками регулятора для поддержания соотношения расходов. В случае поиска настроек регулятора, ориентированных на большие расходы, наблюдается неустойчивая работа контура в некоторых диапазонах расхода. При поиске настроек по параметрам динамики малых расходов, наблюдается сильно затянутый переходной процесс.

В общем случае, возможен вариант построения адаптивной системы подстройки коэффициентов регулятора. Однако в таком случае, с одной стороны, имеет место практически детерминированный характер изменения динамики в контуре стабилизации, с другой стороны, для непрерывных адаптивных систем регулирования всегда характерна временная задержка по актуальной динамике. С учетом вышесказанного, оптимальным решением данной проблемы будет использование адаптивного табличного управления [1]. Для этого потребуется весь диапазон изменения динамических характеристик объекта управления разбить на отдельные участки, найти для каждого участка актуальные настройки регулятора и выбрать параметр перехода с одних настроек на другие. В качестве такого параметра могут выступать показания датчика уровня в танке и датчиков давления и расхода в трубопроводе. Один из возможных вариантов структурной схемы управления приведен на рис. 1,

где W_A – передаточная функция исполнительного механизма, который формирует расход F_A ; W_{O1} – передаточная функция контура стабилизации расхода F_D ДАВ; W_{O2} – передаточная функция, связывающая расход F_D и плотность пива ρ ; γ – коэффициент результата линеаризации отношения расходов ДАВ F_D и пива F_B .

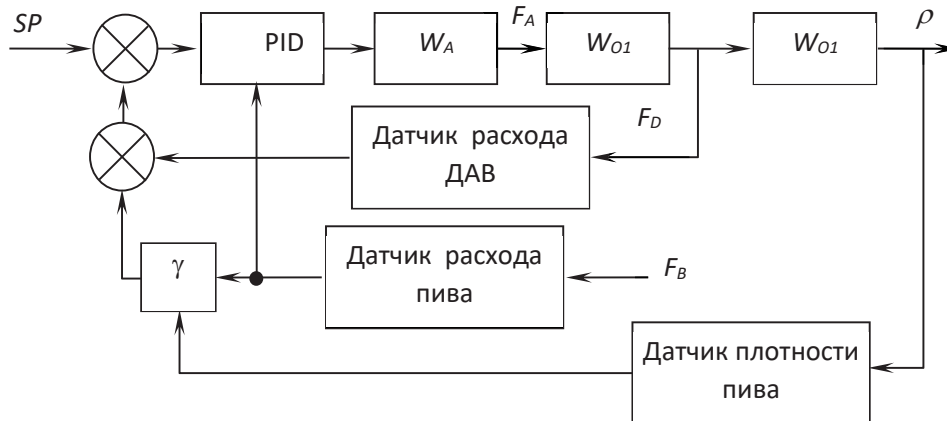


Рис. 1 – Структурная схема системы стабилизации расхода ДАВ

Динамика исполнительного механизма W_A достаточно хорошо описывается апериодическим звеном первого порядка с постоянным значением постоянной времени, однако из-за изменения авторитета клапана коэффициент k_A у него переменный. Передаточная функция W_{O1} – представляет собой апериодическое звено (T_{O1}) с запаздыванием τ_{O1} , которое зависит от значений расхода. Расход пива в процессе смешивания изменяется от 10 до 50 м³/ч. Первоначально данный диапазон был разбит на три диапазона. Для каждого из них были найдены настройки регулятора, однако в точках перехода между диапазонами наблюдалось достаточно низкое качество переходных процессов. Количество диапазонов было увеличено до 4. Результат моделирования можно видеть на рис. 2. Настройки регулятора находились путем минимизации интегральных критериев [1-2].

Таблица – Динамические параметры модели

Расход, м ³ /ч	10-20	20-30	30-40	40-50
k_A	1,52	1,07	0,73	0,56
T_{O1}	5,25	3,21	2,32	1,82

τ_{01}	8,43	5,06	3,61	2,81
-------------	------	------	------	------

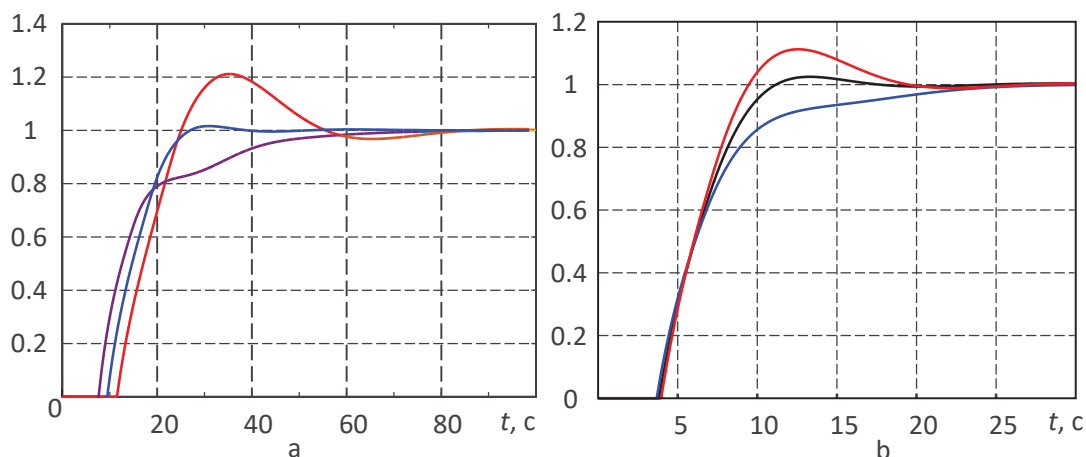


Рис. 2 – Результат моделирование при параметрах настройки ПИД регулятора, найденных для среднего значения k_A , T_{O1} , τ_{O1} диапазонов 10-20 (а) и 40-50 (б) м³/ч и при значениях на границе диапазонов адаптации

Выбранный метод решения прикладной задачи показывает хорошие результаты и может быть рекомендован для внедрения.

Параметры моделей получены исходя из анализа теоретических моделей объекта управления. При апробации они подлежат уточнению.

Список использованных источников

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. М.: Горячая линия Телеком, 2009. 608 с.
2. Анализ эффективности ПИД-регуляторов с двумя степенями свободы с помощью интегральных критериев / Д. А. Гринюк [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. - Минск : БГТУ, 2018. – № 2 (212). – С. 82-88.
3. 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.