

Исходя из результатов проведенных опытов видно, что лучшие показатели качества переходных процессов имеет САР с ИНС-регулятором, построенным по принципу перцептрона Розенблатта. Также видно, что ИНС-регулятор, имеющий структуру перцептрона Розенблатта, выводит регулируемую переменную на режим без ее «заносов». Это достигается за счет учета сигнала задания и координатного возмущения.

На основании полученных результатов моделирования можно сделать вывод о целесообразности внедрения альтернативных алгоритмов регулирования для управления процессом пастеризации пива в бутылках, а именно, регуляторов с искусственной нейронной сетью.

Литература:

1. Павлов А.И. Нейронная система регулирования. // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: 2007. – Вип. 31. – Т2. – с.72-77.
2. Павлов А.И. Нейросетевая система регулирования высокой динамической точности. // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: 2008. – Вип. 33. – с.64-69.
3. Павлов А.И. Технология проектирования нейронных регуляторов. // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – Одесса: 2010, №4. – с.15-20.

УДК 681:51:681.181.126.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛАМИ ДКВР

студент 5-го курса факультета АЭСиУ, Трубников В.А.
Одесская национальная академия пищевых технологий, г.Одесса

Рассматривается применение систем гарантирующего управления, алгоритмы которых позволяют повысить эффективность управления котлом за счет поддержания разрежения в окрестности допустимых границ и энергоэффективных режимов работы котла.

Application of guaranteeing control systems. Algorithms of such systems allow improve the efficiency of boiler control by maintaining vacuum in the vicinity of permissible limits and power-efficacious modes of boiler operation.

Ключевые слова: системы гарантирующего управления, котел, энергетическая эффективность, управление.

В отраслях пищевой промышленности для различных технологических нужд (например, для производства насыщенного или перегретого пара при приготвлении шоколадных масс) и теплоснабжения (отопления и горячего водоснабжения) производственных помещений широко используют паровые котлы, в частности котлы ДКВР. Котлы работают в условиях существенных возмущений. Основным возмущением является переменная нагрузка, которая проявляется при изменении количества потребителей и отбираемого пара [1]. Для компенсации их последствий необходимо стабилизировать регламентированные переменные, а именно давление пара и уровень питательной воды в барабане котла, разрежение и соотношение «топливо-воздух» в топке котла. Управляющими переменными являются - положение регулирующего органа подачи газа, изменения скоростей вращения асинхронных приводов насоса, дымососа и вентилятора.

Целью исследования является повышение эффективности управления котлами ДКВР.

Котел ДКВР является сложным объектом для эффективного управления. Данная сложность обусловлена многими причинами, одна из которых – эффективность работы котла будет повышаться, когда значение разрежения будет минимальным, т.е. приближаться к допустимой границе регулируемой переменной. Важно, что нарушение этой границы будет приводить к обгоранию горелок и нижней части топки, а дымовые газы поступят в помещении котельной, что может привести к аварийным ситуациям. С отдалением же разрежение от этой границы в топке резко возрастают присосы воздуха, снижается экономичность работы котла за счет потерь с дымовыми газами и увеличения расхода электроэнергии на работу асинхронного привода дымососа [2].

Задача решается с помощью реализации в системе автоматического управления (САУ) функции гарантирования, которая позволит работать объекту управления (ОУ) с минимальными потерями и обеспечит гарантирование невыхода разрежения в топке котла за предельно допустимое значение. Концепция построения системы гарантирующего управления для котла ДКВР состоит в непрерывном оценивании (на скользищем интервале времени) текущего значения вероятности отсутствия нарушения (аварии) и такой корректировки режима работы объекта, чтобы эта вероятность соответствовала наперед заданному значению [3]. Непосредственно измерять значение этой вероятности невозможно, поэтому необходима разработка специальной модели, которая позволит по оценкам доступных для измерения переменных получить необходимую оценку. Такую модель называют моделью нарушения регламента [3].

Очевидным вариантом стабилизации предельно допустимого значения разрежения является «наращивание» системы автоматического регулирования (САР) внешним контуром и создание каскадной структуры системы управления. При этом регулятор внешнего контура будет стабилизировать значение

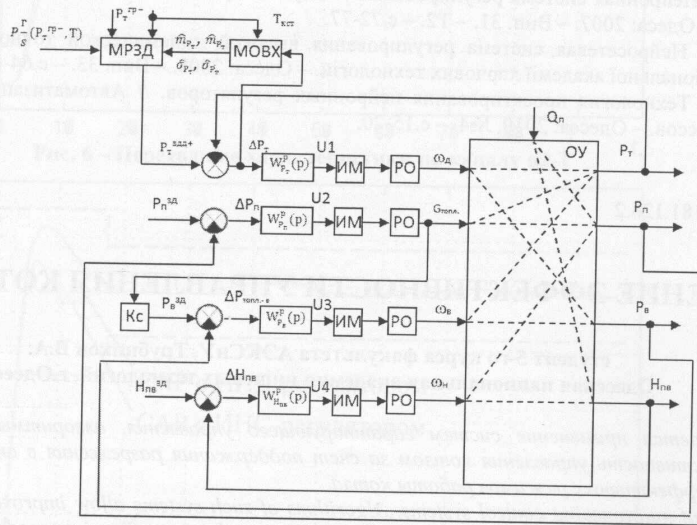
интенсивности на допустимом уровне, определяя соответствующее допустимое заданное значение регулируемой переменной [4].

Структурная схема системы гарантирующего управления (СГУ) для котла ДКВР приведена на рис. 1.

Модуль МРЗД рассчитывает допустимое заданное значение для регулируемой переменной по формуле:

$$P_{T\text{здд}}(t) = P_{T\text{ГР}} + \hat{\sigma}_{P_T} \sqrt{2 \ln \left| \frac{T \hat{\sigma}_{P_T}}{2\pi \hat{\sigma}_{P_T} \ln P_s^{\pm}(P_T \text{ГР} \pm, T)} \right|}$$

где $\hat{\sigma}_{P_T} = \frac{1}{T} \int_T^{t+T_{\text{кст}}} (P_T(t) - \hat{m}_{P_T})^2 dt$, $\hat{m}_{P_T} = \frac{1}{T} \int_T^{t+T_{\text{кст}}} P_T(t) dt$



$P_{T\text{ГР}}$ - значение нижней границы регламента; $P_{T\text{зд}}$, $P_{\text{пзд}}$, $P_{\text{взд}}$, $H_{\text{пвзд}}$ - заданные значения регулируемых переменных; $\Delta P_{\text{т}}$, $\Delta P_{\text{п}}$, $\Delta P_{\text{топл.-в}}$, $\Delta H_{\text{пв}}$ - сигналы ошибок регулирования; $U1, U2, U3, U4$ - управляющие воздействия; $\omega_{\text{в}}$, $\omega_{\text{с}}$, $\omega_{\text{н}}$ - скорость вращения асинхронных приводов дымососа, вентилятора и насоса соотв.; Гтопл. - положение заслонки подачи газа (в % х.р.о.); $P_{\text{т}}$, $P_{\text{п}}$, $P_{\text{в}}$, $H_{\text{пв}}$ - значения регулируемых переменных; ИМ - исполнительный механизм; РО - регулирующий орган; Кс - задатчик коэффициента соотношения «топливо-воздух»; МРЗД - модуль расчета допустимого значения; MOVX - модуль расчета оценки вероятностных характеристик; $P_s^{\pm}(P_T \text{ГР} \pm, T)$ - заданная вероятность отсутствия выхода $P_T(t)$ за $P_{T\text{ГР}} \pm$; \hat{m}_{P_T} , $\hat{\sigma}_{P_T}$, $\hat{\sigma}_{P_T}$ - оценки математических ожиданий и среднеквадратических отклонений; $T_{\text{кст}}$ - интервал квазистационарности \hat{m}_{P_T} , \hat{m}_{P_T} , $\hat{\sigma}_{P_T}$, $\hat{\sigma}_{P_T}$.

Рис. 1 – Структурная схема системы гарантирующего управления котлом ДКВР

Фрагменты результатов моделирования работы котла ДКВР представлены на рис. 2 - 7:

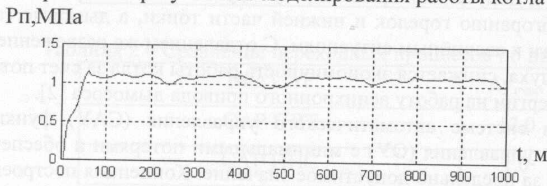


Рис. 2 – Переходная характеристика САР t, c по каналу «u2-Rp»

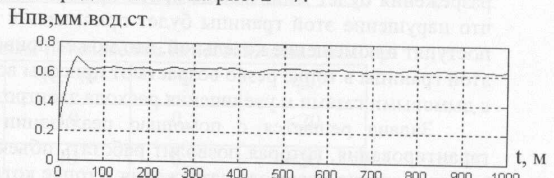


Рис. 3 – Переходная характеристика САР t, c по каналу «u4-Hпв»



Рис. 4 – Фрагмент моделирования работы

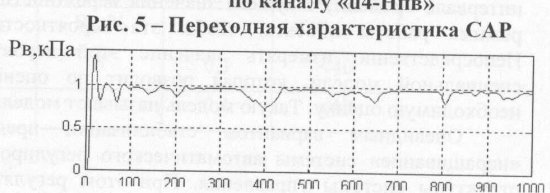


Рис. 5 – Переходная характеристика САР

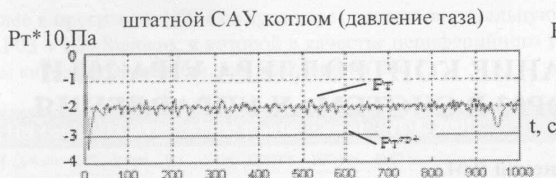


Рис. 6 – Фрагмент моделирования работы штатной САУ котлом (канал «ш1-Рт»)

Для оценки эффективности разработанной СГУ проведен ряд компьютерных экспериментов, включающий сравнительный анализ ее работы с работой штатной системы управления, в которой разрежение в топке стабилизируется регулятором на предельно допустимом уровне. Сравнительный анализ проводился при следующих условиях: $P_T^{зд} = 200\text{Па}; 300\text{Па}, P_n^{зд} = 1,1\text{МПа}, K_c=0,8, H_{пв}^{зд} = 630\text{ мм. вод. ст.}, Q_{п}=7\text{ т/ч}, P_{Т^Р} = 300, T_{кст} = 200, P_s^r = 0,8; 0,9; 0,99; 0,999$. Результаты сведены в таблицу 1:

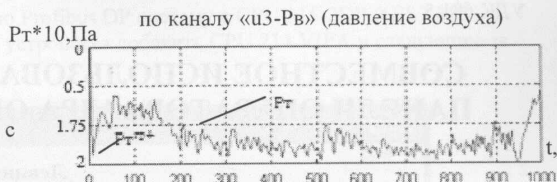


Рис. 7 – Фрагмент моделирования работы СГУ котлом (канал «ш1-Рт»)

Таблица 1 – Показатели ведения процесса для различных вариантов управления.

№	Знач. допуст. границы, Па	ТИП	Значение вероятности безаварийной работы	Кол-во выбросов за допуст. гран.	Среднее отклонение от допуст. границы
1	300	САУ с КС	-	1	92,41
2	200	САУ с КС	-	15	33,28
3	200	СГУ	0,8	3	34,47
4	200	СГУ	0,9	1	41,64
5	200	СГУ	0,99	0	60,95
6	200	СГУ	0,999	0	69,12

Данный анализ показал, что при моделировании САУ штатной структуры есть некоторое число выходов за допустимую границу регулируемой переменной, что является нарушением регламента и может привести к аварийной ситуации. При моделировании СГУ с низкой вероятностью безаварийной работы также присутствуют выходы за допустимую границу регулируемой переменной. При увеличении же вероятности безаварийной работы, выбросы за допустимую границу регулируемой переменной отсутствуют, но возрастает значение среднего отклонения от границы, что ведет за собой снижение уровня эффективности управления котлом. Чем выше вероятность безаварийной работы САУ, тем дальше от предельно допустимой границы находится регулируемая переменная. Для максимально достижимой эффективности работы котла необходимо искать компромисс между этими взаимно противоречивыми факторами. Очевидно, что он будет изменяться и будет зависеть от типа котла.

Использование СГУ позволяет для системы автоматического регулирования разрежения рассчитать, на текущем интервале времени, такое заданное минимально-допустимое значение этого разрежения, при котором будет обеспечена максимальная эффективность работы котла и гарантировано отсутствие выходов значения этого разрежения за допустимую границу.

Литература:

1. Баскаков А.П. Теплотехника. – Москва: Энергоатомиздат, 1982 – 223 с.
2. Зыков А.К. Паровые и водогрейные котлы: Справочное пособие. – Москва: Энергоатомиздат, 1987 – 128 с.
3. Хобин В.А. Системы гарантирующего управления технологическими агрегатами: основы теории, практика применения. – Одесса: ТЕС, 2008 – 306 с.
4. Хобин В.А., Степанов М.Т. Системы гарантирующего управления процессами сушки зерна // Автоматизация технологичних і бізнес-процесів. – Одесса, ОНАПТ, 2010 – № 3. – С. 30 – 36