



Д.С. Ревунов, А.Д. Семенов

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГОРЕНИЕМ ТОПЛИВА В КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

(Пензенский государственный университет)

Теплоэнергетика по уровню автоматизации занимает одно из ведущих мест среди других отраслей промышленности. Теплоэнергетические установки характеризуются непрерывностью протекающих в них процессов. При этом выработка тепловой энергии в любой момент времени должна соответствовать заданной нагрузке.

Регулирование процессов горения и парообразования в целом сводится к поддержанию вблизи заданных значений следующих величин:

- давления перегретого пара;
- разрежения в верхней части топки;
- избытка воздуха в топке, влияющего на экономичность процесса горения.

Подсистемы регулирования давления перегретого пара и разрежения в верхней части топки реализуются с использованием традиционных методов автоматического регулирования. Наряду с конструкцией топочного устройства и режимом работы котла, эффективность процесса горения зависит от качества работы систем автоматического регулирования подачи топлива и воздуха в топку котла. Основное влияние на экономичность процесса горения оказывает количество воздуха в топке. При сжигании топлива в топку должно быть подано определённое количество воздуха, содержащего кислород, необходимый для горения. Излишнее количество воздуха приводит к увеличению потерь тепла с уходящими газами, а недостаток воздуха может вызвать появление потерь от химической неполноты сгорания.

На практике применяется несколько видов систем регулирования соотношения «топливо-воздух». Наиболее распространённые из них:

1. система управления процессом горения, в которой поддерживается соотношение «топливо-воздух» в соответствии с заранее подготовленной режимной картой [1]. Недостатком данной системы является сложность составления режимной карты и неэффективность при определенных условиях (износ технологического оборудования, изменение состава топлива и т.д), что приводит к возникновению статической ошибки регулирования.
2. система управления процессом горения, в которой происходит экстремальное управление с обратной связью по тому или иному показателю качества работы котельной установки. Недостатком данной системы является низкое быстродействие и низкая помехозащищённость.



3. система управления процессом горения по составу дымовых газов. Недостатком данной системы является высокая стоимость и недолговечность сенсоров оксида углерода (или кислорода) и трудоемкость монтажа датчиков в дымовом тракте котельной установки.

Отличительной особенностью предлагаемой системы управления горением топлива является адаптация метода поиска экстремума [3] для систем оптимизации процесса горения топлива, т.е поиск в реальном времени оптимального соотношения «топливо-воздух», обеспечивающего заданную производительность котельной установки с минимальным расходом топлива.

Сущность данной системы управления заключается в следующем (рисунок 1):

1. С помощью датчиков измеряется текущее значение расхода топлива и воздуха, поддерживаемых с помощью соответствующих стандартных регуляторов топлива (РТ) и воздуха (РВ);
2. В блоке вычисления коэффициента передачи воздух-топливо (БВК) происходит вычисление коэффициента отношения расхода топлива к расходу воздуха;
3. В блоке поиска нуля (БПН) с помощью поисковых движений воздействующих на регулирующий орган подачи воздуха РВ добиваются, чтобы вычисляемый коэффициент был близок к нулевому значению [3].

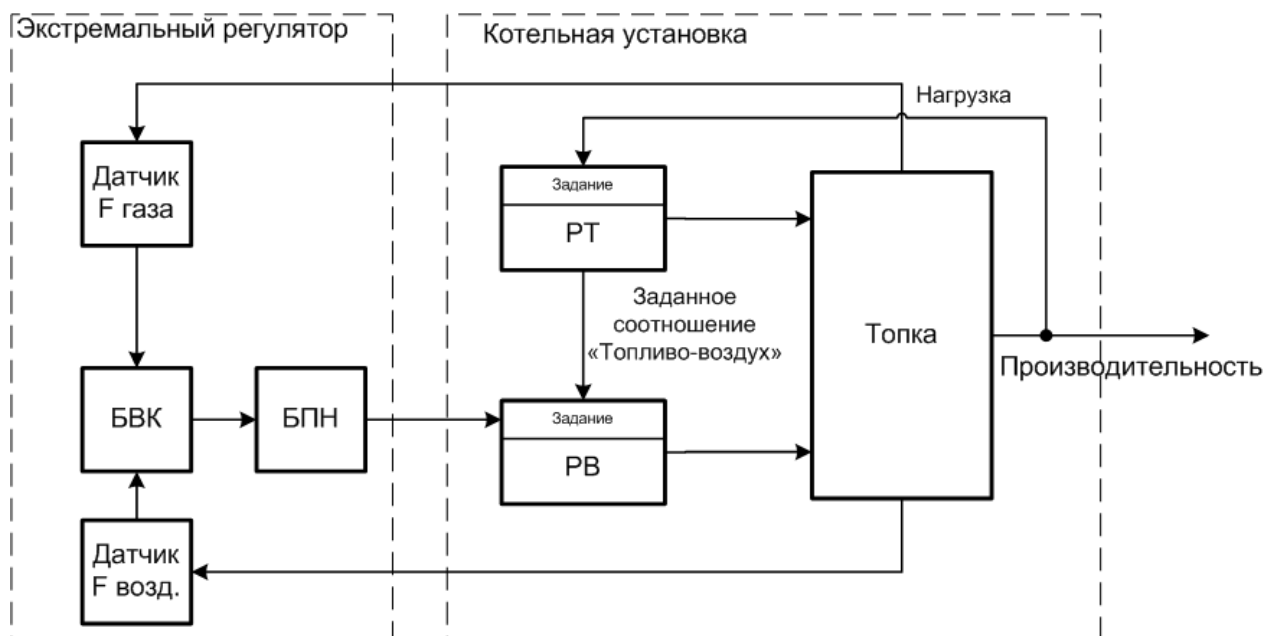


Рис. 1. Функциональная схема оптимизации процесса горения топлива

Сочетание новых признаков (см. п.1 и п.2 выше) с известным (см. п.3 выше) позволяет снизить удельный расход топлива на единицу производимой продукции котельной установки. Техническим результатом данной системы



управления является повышение эффективности работы котельной установки и снижение загрязнений атмосферы вредными продуктами.

Для оценки эффективности экстремального регулятора была разработана математическая модель процесса горения с экстремальным регулятором в приложении Simulink [4]. Модель (рисунок 3) включает в себя инерционный объект второго порядка с экстремальной характеристикой (рисунок 4) и экстремальным регулятором, в котором реализуется алгоритм рекуррентного вычисления коэффициента передачи и поиска нуля этого коэффициента  $k$  [4]. Дрейф экстремальной характеристики смоделирован с помощью гармонического низкочастотного воздействия и высокочастотных помех.

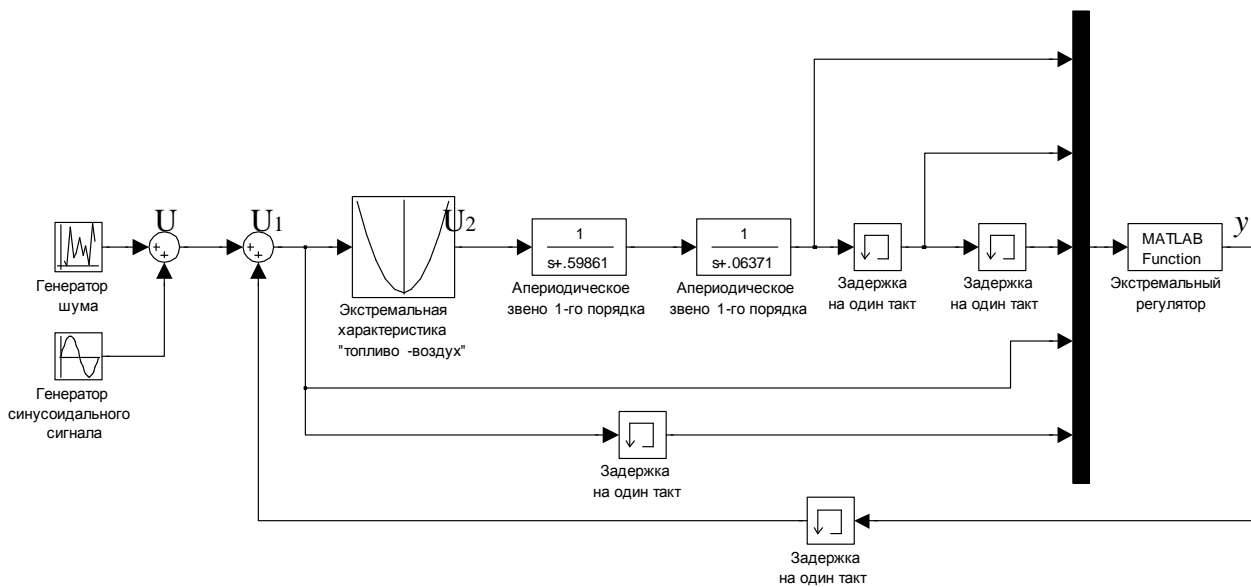


Рис. 3. Математическая модель процесса горения с экстремальным регулятором

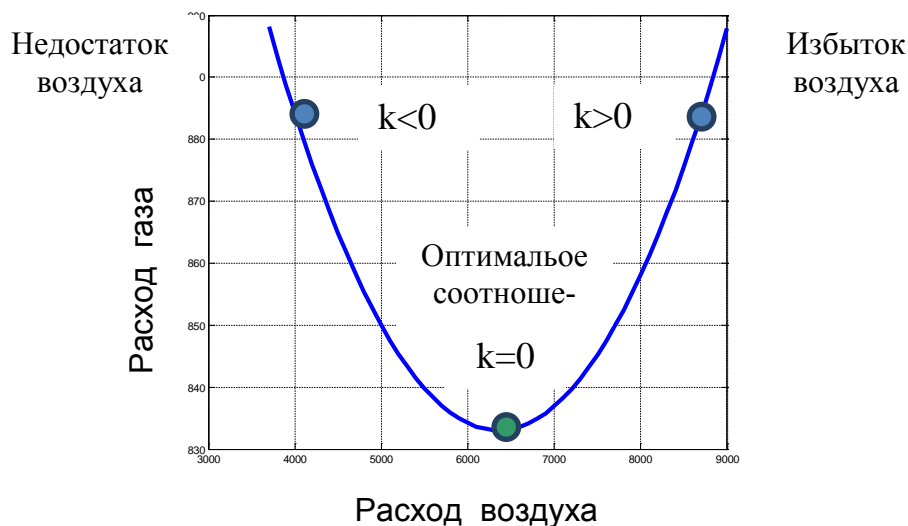
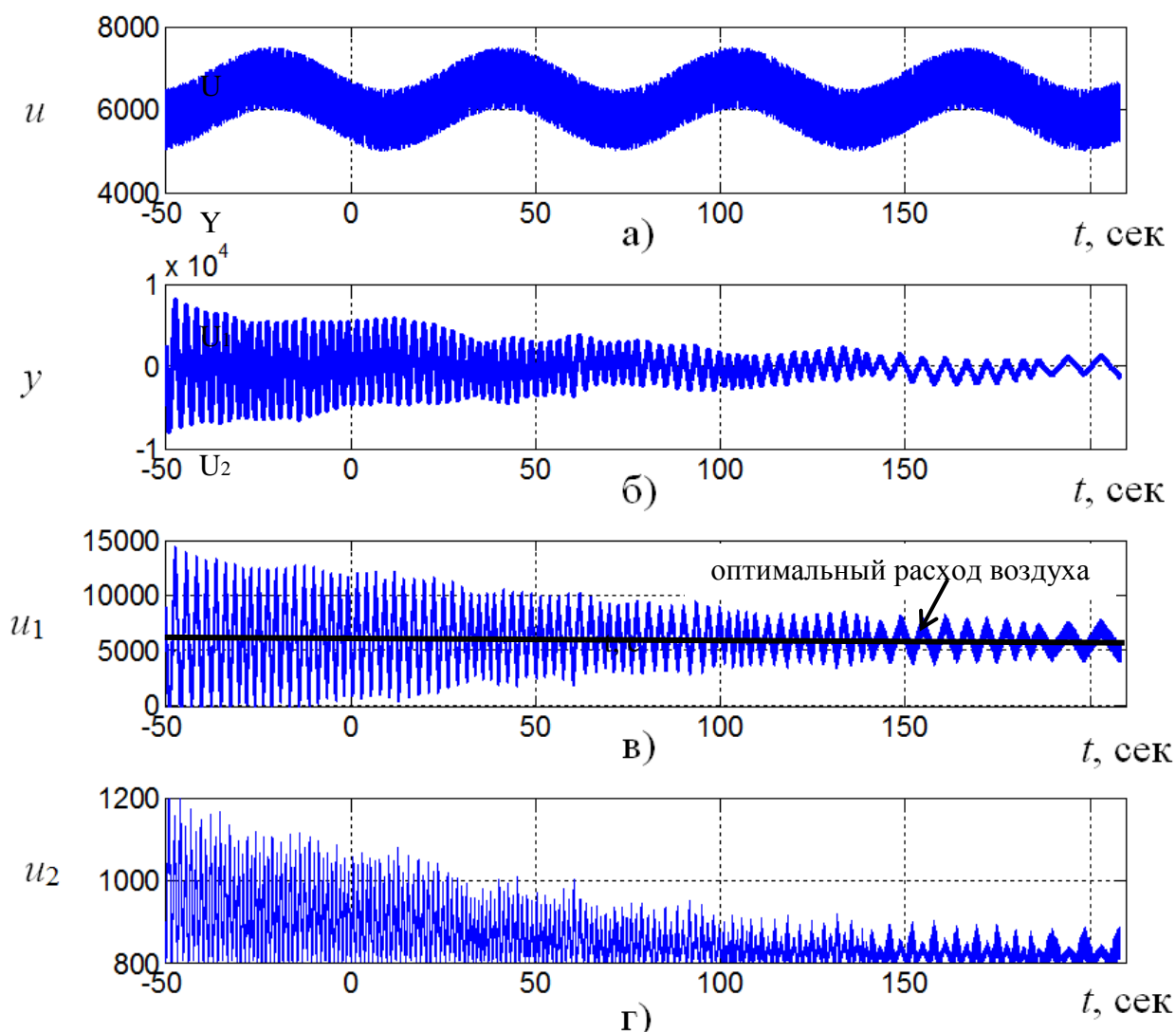


Рис. 4. Экстремальная характеристика «Топливо-воздух»

Анализ полученных результатов (рисунок 5) позволяет установить, что экстремальный регулятор, работающий в условиях помех, практически полностью исключает дрейф экстремума, вызванного воздействием гармонического сигнала.



На основании выше изложенного возможна разработка эффективной системы управления горением топлива в котельной установке.



- $u$  – Дрейф экстремальной характеристики;
- $y$  – Компенсирующий сигнал экстремального регулятора;
- $u1$  – ошибка регулирования;
- $u2$  – выходной сигнал с экстремального объекта;

Рис. 5. Результаты моделирования

Система управления горением может быть разработана на базе существующих программно-аппаратных средств, т.о. в контроллерном оборудовании будет функционировать как базовое ПО, так и специально разработанное ПО, в котором будут заложены необходимые алгоритмы экстремального регулирования.

Комплексное внедрение данной системы и настройка функциональных подсистем теплоэнергетических АСУ ТП может значительно увеличить КПД этих объектов. При этом можно ожидать как снижения расхода теплоэнергети-



ческих ресурсов, так и снижения аварийности и повышения надежности работы технологического оборудования.

### Литература

- 1 Плетнев Г.П. Автоматизированные системы управления объектами тепловых электростанций. М.: изд. МЭИ, 1995.- 353 с.
- 2 Экстремальное регулирование котельного агрегата / Шмелев Н.В. и др. -Электрические станции. 1967. - №10.- с. 31-37.
- 3 Патент РФ 20119698/08, 16.05.2011.
- 4 Изерман Р. Цифровые системы управления.- М.: Мир, 1984.- 541 с.

Е.В. Симонова, Д.Ю. Мирошников

## ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ MESH-СЕТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет))

### Введение

В области создания и использования космических аппаратов (КА) формируется новая тенденция создания орбитальных группировок, базирующихся на КА малой весовой размерности. Считается, что создание кластеров или «роя» из большого количества маломассогабаритных космических аппаратов (МКА) способно радикально изменить установившееся представление о роли и месте космических средств дистанционного зондирования (ДЗЗ) и значительно расширить нишу потребительских сервисов по сравнению с реализуемыми в настоящее время [1]. Важной частью построения подобных систем является организация сетевого взаимодействия множества устройств, количество и положение в пространстве которых не постоянно.

### Постановка задачи

Пусть имеется некоторое число мобильных и стационарных устройств. Необходимо организовать сеть этих устройств (рисунок 1) такую, что мобильные устройства должны иметь возможность свободно перемещаться в пространстве, не теряя способности обмениваться друг с другом информацией по беспроводному каналу передачи данных, даже если какие-либо два устройства не находятся в зоне прямой радиовидимости. Это должно достигаться за счет способности устройств передавать данные в режиме ретрансляции. Сеть должна обладать свойством самоорганизации, т.е. добавление новых устройств в сеть будет происходить просто за счет достижения ими зоны радиовидимости любого устройства уже находящегося в сети, а узлы, уже находящиеся в ней, могут свободно покидать пределы сети и возвращаться в них. Стационарные устройства служат для получения или пересылки информации в сеть. Для общения с внешним миром они используют проводные среды передачи данных, а для взаимодействия с мобильными устройствами – радиосвязь.