

АНАЛИЗ КОТЕЛЬНОЙ НА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С РАЗМЫТЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

In article the boiler-house on a wood waste from the point of view of automatic control is considered. The basic information variables of object are defined: temperature and structure of top internal gases, temperature warmed up in boiler waters. Influence on them of time-personal of revolting influences is considered, among them: humidity and air temperature, humidity and the size of particles of fuel, and also temperature and the expense of return water. It is noticed that the water-heating boiler-house on a wood waste is object of management with dim parametres. The analysis and criticism of existing systems automatic control is carried out by the considered object. On the basis of the analysis it is decided that the control system of boiler-house on a wood waste requires improvement.

Введение. В настоящее время важной задачей промышленности является повышение энергоэффективности и экологической чистоты производств. Одним из путей ее решения считается применение альтернативных источников энергии. Для деревообрабатывающих предприятий таким источником являются древесные отходы, сжигаемые в водогрейных котельных установках. Получаемая таким образом тепловая энергия может быть использована в технологических целях.

Несомненно, важной задачей ставится повышение эффективности работы таких установок, заключающейся в стабилизации их работы, интенсификации процессов горения и теплопередачи и наиболее полном задействовании полученной энергии. Один из путей решения этих задач – улучшение качества работы систем автоматического управления котлами.

Основная часть. Чтобы гарантировать оптимальный процесс горения древесных отходов с минимальными выбросами от неполного сгорания топлива, необходимо обеспечить поддержание высокой температуры процесса, достаточно длительное время пребывания топлива в топке и оптимальное смешение топочных газов с воздухом, а также соответствующее регулирование этих параметров при изменении тепловой мощности. Эти показатели частично определяются технологией сжигания топлива и конструкцией топки, а также условиями процесса горения. Для оптимизации процесса горения существует ряд систем управления процессом сжигания топлива.

Автоматизированная система управления котлом предназначена для управления отдельными параметрами объекта в соответствии с заданным режимом. Основным назначением контроллера в системе установки, работающей на древесном топливе, является регулирование выработки тепла в зависимости от его потребления. Также система управления может программироваться для выполнения одновременной оптимизации параметров процесса горения с целью минимизации выбросов и максимизации теплового КПД.

При сжигании биомассы типичными характеристиками технологического процесса, которые могут применяться в качестве параметров технологического контроля, являются концентрации CO , C_xH_y и O_2 в топочном газе, температура в топочной камере и температура котла.

Регулирующими параметрами технологического процесса являются, как правило, количество топлива, подаваемого в топку, и количество подаваемого первичного и вторичного воздуха [1].

Проведем анализ технологической схемы установки (рис. 1).

Первичное накопление топлива (опилок, щепы) происходит в бункере 1, откуда оно подается в другой бункер 3 при помощи шнекового дозатора 2. Вращение двигателя дозатора регулируется частотным приводом, что позволяет плавно изменять расход топлива в топку. Из второго бункера опилки поступают в систему пневмотранспорта 4, где они смешиваются с воздухом и по касательной вдуваются в топку котла циклонного типа 6, где сгорают. Для улучшения горения и регулирования температуры топочных газов через задвижку 5 поступает вторичный воздух. Он попадает в котел между топкой и камерой сгорания котла.

Горение дерева осуществляется в три четкие фазы:

1) пиролиз (коксование, газификация) происходит при 280–450°C. При нагреве с поверхности древесины начинает испаряться влага. В большом количестве образуются летучие вещества, которые, смешиваясь с воздухом и сгорая, выделяют тепло. Часть его тратится на распространение пиролиза внутрь частицы топлива, которое постепенно превращается в углистый остаток – древесный уголь [2];

2) горение выделившихся в процессе пиролиза, смешавшихся с вторичным воздухом и поступивших в камеру сгорания летучих веществ;

3) догорание древесного угля в топке с образованием золы (пепла).

Образовавшиеся при горении топочные газы втягиваются вентилятором в дымосос, проходят очистку и выбрасываются в атмосферу.

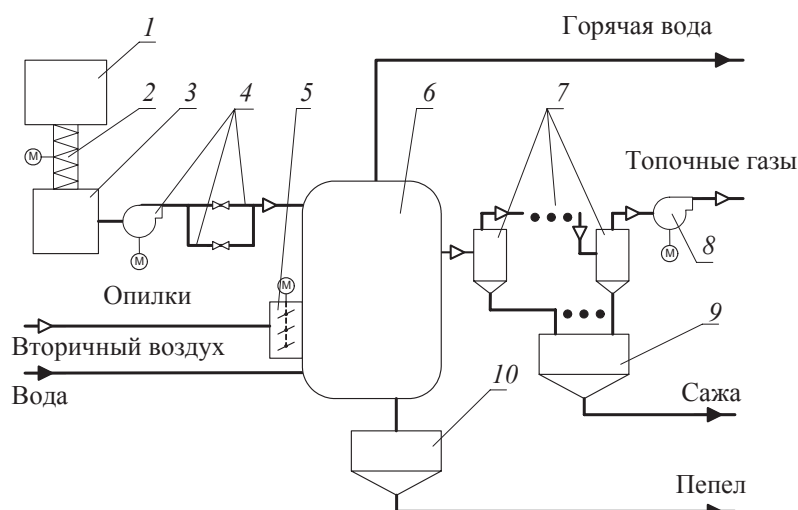


Рис. 1. Технологическая схема котельной:

1, 3 – бункеры опилок; 2 – шнековый дозатор; 4 – пневмотранспорт;
5 – задвижка; 6 – котел циклонного типа; 7 – дымофильтр; 8 – дымосос;
9 – бункер для сажи; 10 – бункер для пепла

Поступающая в котел из теплосети обратная вода протекает по теплообменнику, состоящему из трех потоков. В первом проходит через камеру сгорания газов, где теплообмен осуществляется в основном за счет теплоизлучения. В двух других газы проходят по пучкам вертикальных труб, что позволяет улучшить теплообмен и избежать оседания на них взвешенных частиц.

Подогретая в котле горячая вода поступает в тепловую систему предприятия и используется следующим образом:

- сушка пиломатериалов;
- горячее прессование щитов;
- отопление помещений предприятия [2].

В связи с тем, что деревообрабатывающее производство не является непрерывным, нагрузка на тепловую сеть в течение дня носит переменный характер. А значит, температура и расход обратной воды никогда не бывают постоянными. В свою очередь эти показатели влияют на теплообмен в котле (меняется движущая сила, коэффициент теплопередачи) и являются как структурными, так и параметрическими возмущениями.

Поступающее в топку топливо – отходы деревообрабатывающего производства (древесные опилки или щепа) – также характеризуется нестабильностью своих параметров.

Большое значение имеет размер топлива. Чем крупнее его частицы, тем более продолжительным будет процесс сжигания. В случае малого размера между топливом и воздухом устанавливается хороший контакт, так как маленькие частицы быстро сохнут, выделяют газы и сгорают, приводя к высокой интенсивности горения. Размер частиц зависит от характера производственных процессов и не может

быть постоянным, а значит, вносит возмущение в процесс.

Влажность топлива уменьшает количество содержащейся в нем энергии, выраженное в виде теплотворной способности, так как часть энергии будет использована для испарения влаги. Следовательно, ее изменение также будет вносить возмущение.

Топливо содержит различные примеси в виде частей негорючих компонентов – золы. Образование золы является нежелательным, так как при этом требуется очистка топочных газов от частиц с последующим захоронением золы и шлака. Зола древесины в основном формируется из частиц почвы и песка, которые поглощаются корой. Меньшая доля также попадает с солями, поглощенными в период роста деревьев. Особая характеристика золы – ее свойство сохранения тепла. В древесных печах слой золы формирует греющую поверхность на дне печи, которая передает тепло для догорания древесного угля. Зольность древесного топлива меняется в зависимости от породы сжигаемой древесины и влияет на его теплотворную способность.

Важными параметрами также являются температура и влажность поступающего в котел вторичного воздуха. Их изменение оказывает воздействие на горение летучих веществ, а значит, и на температуру газов в топке.

На основании вышесказанного можно заявить, что водогрейный котел на древесных отходах с циклонной топкой представляет собой сложный объект с взаимосвязанными управляемыми величинами, находящийся под влиянием большого количества структурных и параметрических возмущений (рис. 2). При этом параметры, описывающие работу объекта, являются размытыми.

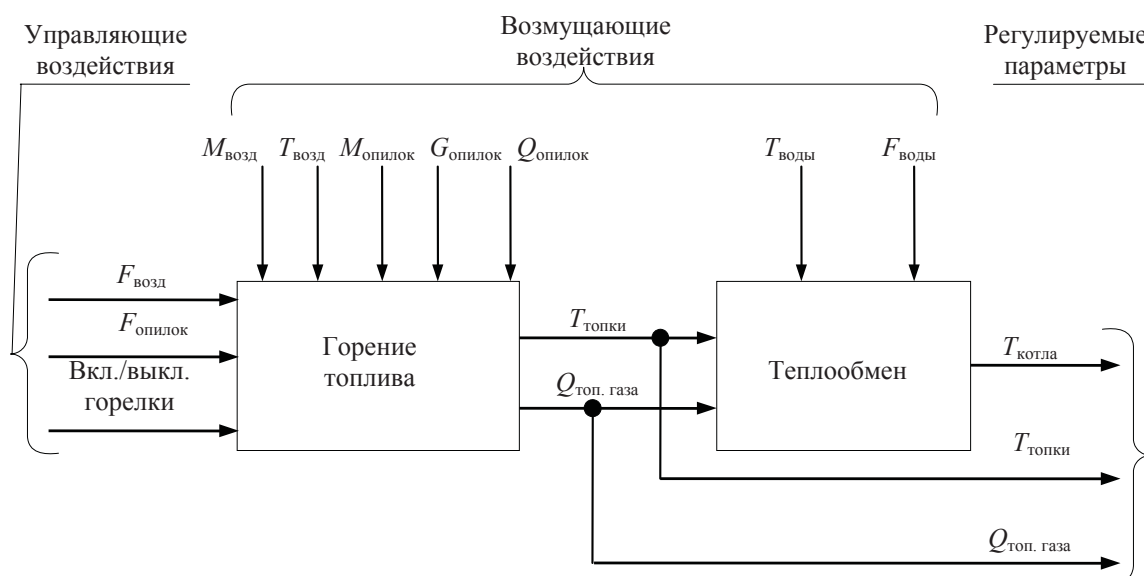


Рис. 2. Информационные переменные объекта

Регулируемыми параметрами, отражающими качество работы установки, являются температура газов в топке, температура нагреваемой в котле воды и концентрации CO , C_xH_y и O_2 в топочном газе.

Температура воды в котле зависит от количества тепла, полученного при сжигании топлива, и условий теплообмена. Также она находится под воздействием возмущений со стороны тепловой сети предприятия: температуры и расхода обратной воды. Поддержание этого показателя на заданном (установленном потребителем тепла) уровне стабилизирует теплообменные процессы в котельной и улучшает качество получаемой тепловой энергии.

Важным регулируемым параметром, говорящим об эффективности работы объекта, является состав газа в камере сгорания котельной. Известно, что снижение содержания избыточного кислорода в топочном газе является действенной мерой повышения эффективности установки, предназначенной для сжигания древесных отходов. Уменьшение концентрации O_2 на один объемный процент потенциально увеличивает тепловой КПД котельной на 0,9%. Также важна концентрация оксида углерода (II) в выбрасываемых в атмосферу газах, так как она подвергается экологическому контролю. На содержание кислорода и угарного газа в камере сгорания оказывает воздействие расход подаваемого в установку вторичного воздуха.

Температуру топочного газа можно назвать основной регулируемой переменной анализируемого объекта. Ее исключительность проявляется в том, что значение температуры в топке косвенно характеризует и влияет на все остальные параметры котельной и определяет ее состояние в целом. Но у этой универсальности есть свои минусы: чувствительность к воздей-

ствию большого числа возмущений и отсутствие простой и явной модели по управляющим и возмущающим каналам значительно усложняют стабилизацию этой переменной, а значит, и поддержание оптимального режима работы объекта.

Среди наиболее значительных возмущений можно отметить: температуру и влажность подаваемого в топку воздуха, влажность сжигаемого топлива, его размер и зольность, а также температуру и расход подаваемой в котельную из тепловой сети обратной воды.

Управляющие воздействия реализуются изменением расхода подаваемых в топку топлива и воздуха, а также включением и выключением горелки, пуском и остановкой пневмотранспорта опилок и дымососа.

Регулирование расхода топлива происходит изменением скорости вращения шнекового дозатора, подающего опилки в систему пневмотранспорта.

Изменение количества подаваемого в топку вторичного воздуха осуществляется путем варьирования степени открытия заслонки на входе в камеру сгорания.

В настоящее время управление котельными на древесных отходах с циклонными топками происходит по таким алгоритмам, которые не позволяют достигнуть стабильной и оптимальной работы объекта (рис. 3).

В зависимости от значений температур топочного газа и воды, нагреваемой в котельной, работа установки разделена на несколько режимов.

При температуре воды ниже заданного значения (как правило, 80–90°C) котельная запускается. При этом последовательно осуществляется:

- 1) запуск дымососа;
- 2) запуск пневмотранспорта.

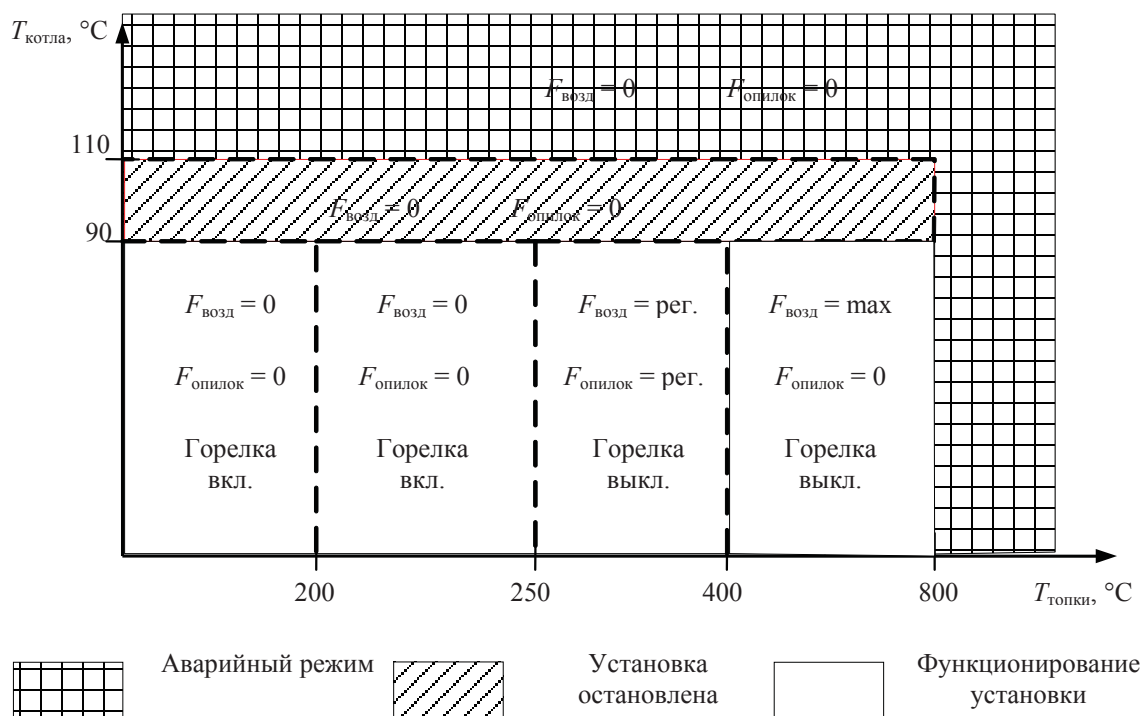


Рис. 3. Режимы работы объекта

Управление топкой происходит по температуре топочного газа. При ее значении меньше 200°C включается горелка и работает, пока температура топки не достигнет 250°C . При 200°C начинается подача топлива, а при 250°C – вторичного воздуха. Непрерывное управление температурой топки продолжается до 400°C . В этот момент подача топлива полностью прекращается, а заслонка вторичного воздуха полностью открывается.

Если в любой момент работы котельной температура воды станет больше задания, происходит последовательная остановка котельной:

- остановка шнекового дозатора;
- остановка пневмотранспорта;
- остановка дымососа;
- закрытие воздушного клапана.

Выход температур воды и топки за пределы 110 и 800°C соответственно означает переход установки в аварийный режим, об этом дополнительно сигнализируется.

Понятно, что такой алгоритм не может стабилизировать работу объекта, он лишь позволяет ему балансировать между аварийным состоянием и полной остановкой. Поэтому

важной задачей представляется поиск такой структуры и алгоритма системы регулирования, которые позволят достигнуть лучшего качества управления.

Закключение. Подытоживая вышесказанное, необходимо отметить, что водогрейная котельная на древесных отходах является объектом управления с размытыми параметрами, т. е. находится под воздействием многочисленных параметрических и структурных возмущений. Существующие системы управления котлами не учитывают этой размытости, а значит, имеется необходимость в их совершенствовании.

Литература

1. Передовой опыт в использовании энергии биомассы / Программа развития ООН. Глобальный экологический фонд. Комитет по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь; сост. Дж. Воз. – Минск, 2006. – 197 с.
2. Котломонтажсервис [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: http://www.kotel.ru/articles/text_814_7.html. – Дата доступа: 02.02.2009.