

УДК 681.58:681.32:621.9

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ В ЧАСТНОМ ДОМЕ**

Ушаков А. Е., студент гр. РТм-211, I курс  
Евдокимов И. В. студент гр. ИБс-211, I курс  
Елкин И. С., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

**Аннотация.** Представлены результаты исследований работы систем отопления. Рассматривается вопрос о повышении эффективности сжигания топлива в твердотельных котельных установках, используемых в частных домах. Предлагаются способы по интенсификации систем управления и функционирования котельных установок.

**Ключевые слова:** уголь, топливо, котел, циркуляционный насос, компьютер, автоматика, управление, эффективность сжигания топлива, датчики температуры.

Несмотря на унификацию городского комплекса, интенсивное строительство жилых многоэтажных комплексов в конце XX и начале XXI века, по-прежнему актуальным является повышение эффективности, экологичности отопительных систем частных домов. В частности, актуальным является совершенствование систем отопления в жилых домах с использованием твердотельного топлива, угля. Основным достоинством таких систем является низкая цена, низкие транспортные расходы, доступность угля в регионе.

Основные задачи, лежащие перед инженерами при совершенствовании отопительных систем:

- 1) повышение уровня полноты сгорания топлива;
- 2) увеличение КПД отопительной системы;
- 3) удовлетворение экологических требований, повышение экологичности элементов системы;
- 4) повышение уровня безопасности отопительных систем;
- 5) увеличение равномерности и стабильность функционирования системы отопления.

Основными направлениями по увеличению равномерности работы отопительной системы являются:

- 1) повышение теплоемкости теплоносителя;
- 2) увеличение объема теплоносителя (использование эффекта теплоаккумулятора);

3) автоматизация управления работой котла.

Особенностями использования твердого топлива являются:

- 1) высокая температура горения, возгорания;
- 2) образование золы, твердых отходов;
- 3) высокая удельная теплота сгорания топлива;
- 4) низкая автоматизация систем отопления, постоянное обслуживание.

Перечисленные факторы являются дополнительными факторами для роста неравномерности теплового цикла отопления помещения, приводят к образованию неравномерности, нестационарности температурных режимов, внутрикомнатных климатических условий. Колебания температуры в помещении в течение суток достигают 10–15 °С в зависимости от свойств теплоизоляционных материалов стен, внешних климатических условий, периодичности обслуживания котла.

Современная промышленность выпускает котлы длительного горения типа «Carbon» (Zota), позволяющие увеличить период обслуживания, продлить процесс горения до 48 часов при одной его полной загрузке. КПД современных котлов подобного типа по заверениям производителя достигает 97 % [1].

Идеальным вариантом для повышения эффективности системы отопления и работы котла является управление заслонками, потоком воздуха, скоростью подаваемого воздуха в топку, использование автоматической системы очистки колосников. Для таких целей хорошо подходят современные релейные системы с компьютерным программным управлением [2], [3]. Для повышения эффективности работы котла, установления равномерности теплового режима в помещении некоторые производители комплектуют котлы дополнительными системами автоматического контроля и управления, автоматизированными комплексами с компьютерным управлением работой котла, позволяющими, например, изменять воздушный поток, направляемый в камеру сгорания котла. Однако использование таких систем значительно увеличивает их стоимость.

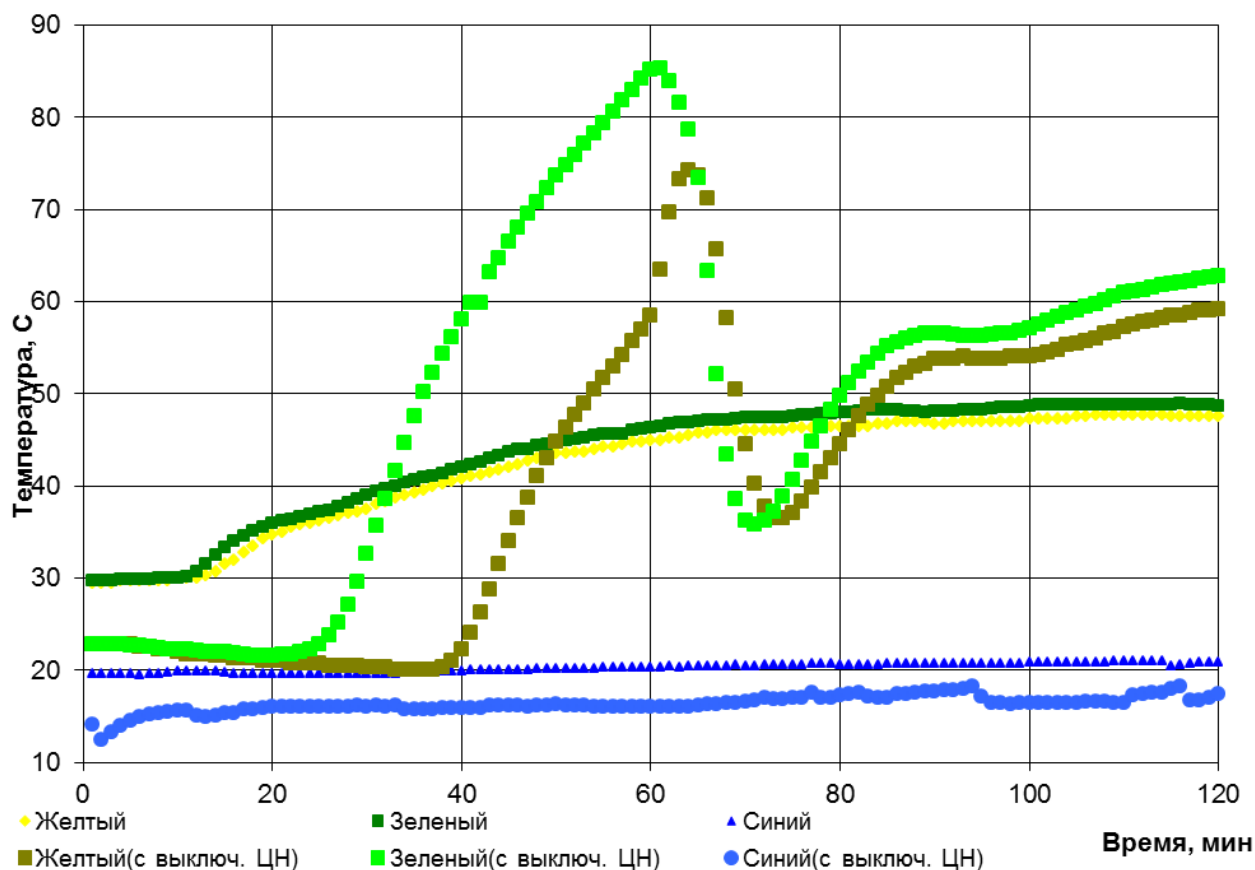
Одним из способов повышения эффективности сгорания топлива в котле является управление работой циркуляционного насоса системы отопления. Его мощность можно варьировать в диапазоне от 25 до 145 Вт в зависимости от модели и площади отапливаемого помещения. Используя реле, датчики температуры, установленные вблизи выходного трубопровода котла, при понижении температуры ниже 25 °С можно отключать насос, а при повышении температуры свыше 45 °С – включать. Низкая температура в топке вследствие циркуляции теплоносителя с малой температурой препятствует процессу разжигания котла, горению угля и быстрому выходу на рабочий режим, полному сгоранию топлива. Отключение циркуляционного насоса на 10–20 мин позволяет увеличить скорость разжигания котла в 1,5–2,5 раза. С другой стороны, отключение насоса при температурах ниже 30 °С может иметь положительный эффект: 1) сохранение тепла в помещении, препятствие обратного теплового эффекта, когда теплоноситель «втягивает»

(переносит тепло) из уже нагретого помещения в помещение котельной, где обычно температура составляет 5–15 °С; 2) экономия электроэнергии, подводимой к насосу; 3) сохранение процесса горения при низких температурах, увеличение времени функционирования котла без перезагрузки, управление работой котла.

Использование датчиков температуры типа DS18D20 и цифрового USB-термометра BM1707 компании «Мастер Кит» изготовленного на базе микроконтроллера ATTINI13, позволило нам исследовать изменение теплового режима при работе котла типа «Carbon» (Zota) мощностью 26 кВт, отапливающего помещение 60 м<sup>2</sup>. Датчики устанавливались в разных точках: на выходном коллекторе котла, на первой батарее и в удаленной точке комнаты. Размещение датчиков позволяет отследить изменение температуры теплоносителя в системе на различных участках и в отапливаемом помещении. Целью исследований являлось: установление влияния работы циркуляционного насоса на эффективность отопительной системы.

Разжигание котла и выход его на рабочий режим (температура воды в котле 70–85 °С) составляет 1,5–2 часа. Проведенные нами исследования показали, что время выхода на рабочий режим можно сократить до 0,6–1,2 часа путем временного отключения циркуляционного насоса. Расчет повышения эффективности производился по зависимости изменения температуры от времени.

На рис. 1 представлены температурные зависимости для работы котла в классическом режиме без отключения циркуляционного насоса и с его отключением.



*Рис. 1. Изменение температуры в различных точках системы отопления с течением времени при постоянно работающем циркуляционном насосе и временном отключении его*

При работающем насосе вода, проходящая через котел при температуре 20–30 °С, значительно охлаждает камеру сгорания. Кратковременное отключение насоса позволяет быстро увеличить температуру в камере сгорания (в топке) до температуры близкой к температуре эффективного сгорания угля: 1100–1500 °С.

### Список литературы:

1. Котлы отопительные Zota «Carbon». Паспорт и инструкция по эксплуатации / [https:// www.zota.ru/static/uploaded/ documentation/entries/ files/Pasport\\_Zota\\_Carbon\\_15-60\\_15\\_02\\_2022.pdf](https://www.zota.ru/static/uploaded/documentation/entries/files/Pasport_Zota_Carbon_15-60_15_02_2022.pdf).
2. Автоматизация лабораторного эксперимента : учебное пособие по курсу «Автоматизированные системы научных исследований» / С. И. Ковалев, Е. В. Свиридов, А. В. Устинов; под ред. Г. Ф. Филаретова. – Москва : Изд-во МЭИ, 1999 . – 40 с.
3. Основы автоматизации эксперимента. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / А. Е. Герман. – Гродно : ГрГУ, 2004. – 150 с.
4. Елкин, И. С. Разработка автоматизированного лабораторного комплекса на базе микропроцессора ATMEGA2560 / И. С Елкин, А. Е. Ушаков, М. А. Шихалиева // Сборник материалов XI Всероссийской научно-

практической конференции с международным участием «Россия молодая», 16-19 апреля 2019. [Электронный ресурс]; Редкол.: С. Г. Костюк (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: КузГТУ, 2019. – С. 40305 // <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2019/RM19/pages/Articles/40305.pdf>