

УДК. 621.182

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОТЕЛЬНЫХ, РАБОТАЮЩИХ НА СМЕШАННОМ И МОНО-ТОПЛИВЕ**

**Великанова А. Д.<sup>1</sup>**

*Студент,*

*ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»,*

*Калининград, Россия*

### **Аннотация**

Колебания цен на энергоносители, ужесточение экологических требований и необходимость повышения безопасности в области энергетики способствуют повышенному вниманию к выбору оптимальной топливной стратегии для котельных установок. В данной статье приводится сравнительный анализ двух подходов: использования исключительно одного вида топлива и применения установок, использующих смешанное (комбинированное) топливо. Проводится изучение особенностей конструирования, принципов работы, применяемых видов топлива, характерных неисправностей и надежности систем. Проведенный анализ дает возможность сформулировать выводы относительно целесообразности внедрения разных типов котельных в текущей обстановке.

**Ключевые слова:** котельные установки, моно-топливо, комбинированное топливо, газ, уголь, мазут, экономическая устойчивость, энергетическая безопасность.

---

<sup>1</sup> Научный руководитель - Щербань П.С., к.т.н., доцент, кафедра Институт высоких технологий, ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», Калининград, Россия

*Shcherban P.S., PhD in Technical Science, Associate Professor, Institute of High Technologies, FSAEI HE "Baltic Federal University of I. Kant", Kaliningrad, Russia*

## **COMPARISON ANALYSIS OF BOILER HOUSES WORKING ON MIXED AND MONO-FUEL**

**Velikanova A. D.**

*Student,*

*FSAEI HE "Baltic Federal University of I. Kant",*

*Kaliningrad, Russia*

### **Annotation**

Fluctuations in energy prices, stricter environmental requirements and the need to improve energy safety contribute to increased attention to choosing the optimal fuel strategy for boiler installations. This article provides a comparative analysis of two approaches: the use of exclusively one type of fuel and the use of installations using mixed (combined) fuel. The study of design features, principles of operation, types of fuel used, characteristic malfunctions and reliability of systems is carried out. The conducted analysis makes it possible to formulate conclusions regarding the expediency of introducing different types of boiler rooms in the current situation.

**Key words:** boiler installations, mono-fuel, combined fuel, gas, coal, fuel oil, economic stability, energy security.

Традиционно теплоэнергетика опиралась на котельные, работающие на одном виде топлива. Такой подход гарантировал предсказуемость эксплуатации, значительную эффективность и сравнительную простоту технического обслуживания. Однако в последние годы на первый план вышли проблемы энергетической безопасности, ужесточение экологических норм и усиление волатильности топливных рынков. В сложившейся ситуации растёт востребованность котельных, способных использовать смешанное топливо: это даёт возможность оперативно реагировать на изменения доступности ресурсов, ценовые колебания и экологические требования. Методологическая основа для

изучения данных процессов активно развивается в профильных исследованиях [1; 3; 4].

В работе систематизированы различия между котельными на моно-топливе и комбинированными установками. Проведён комплексный анализ их конструктивных, эксплуатационных и экономических характеристик. Исследование базируется на актуальных данных по процессам горения топлива [7], экологическим аспектам энергетики [8], надёжности эксплуатации [2; 5], анализу топливных рынков [6].

### **1. Котельные, работающие на моно-топливе**

Котельные этого типа представляют собой специализированные системы, рассчитанные на работу с одним видом топлива (газ, уголь, мазут и др.). Их конструкция напрямую определяется характеристиками используемого ресурса. Газовые котлы оснащаются камерой сгорания небольшого размера и развитыми поверхностями радиационного теплообмена. Напротив, агрегаты, работающие на угле, требуют значительно большего объема топки для обеспечения длительного нахождения топлива в зоне горения и эффективных систем удаления золы. Мазутные котлы нуждаются в устройствах для предварительного подогрева горючего и защите от агрессивного воздействия коррозии. Биотопливные установки требуют механизированных решеток и усиленных систем золоудаления.

Работа моно-топливной котельной отличается высокой стабильностью, поскольку характеристики используемого сырья остаются практически неизменными. Система управления поддерживает заданные параметры горения, оптимальное соотношение воздуха и топлива, а также стабильную температуру. Поэтому данные котлы отличаются высокой возможностью прогнозирования в ходе их эксплуатации.

Преимуществами данной категории оборудования считаются высокая эффективность, относительно низкие капитальные затраты, простота технического обслуживания. При условии бесперебойных поставок топлива и

наличия хорошо развитой инфраструктуры для конкретного ресурса, эти системы становятся достаточно экономичными. Но их узкая специализация влечет за собой прямую зависимость от колебаний цен на топливо и условий его доставки. Характерной особенностью моно-топливных систем является их слабая адаптивность с точки зрения экологии. Перевод на альтернативное топливо обычно либо слишком сложен технически, либо просто экономически невыгоден.

Согласно данным статистики эксплуатации у газовых котлов чаще всего выходят из строя горелки и компоненты систем управления. Для мазутных установок типична коррозия поверхностей, которые подвергаются нагреву. В угольных котлах наблюдается образование шлаковых отложений и ускоренный износ систем пылеприготовления. Однако общая степень надёжности подобных систем остаётся на достаточно высоком уровне, и случаи внезапного прекращения работы из-за аварий происходят нечасто.

## **2. Котельные на смешанном (комбинированном) топливе**

Эти установки спроектированы как универсальные системы, способные работать на двух и более видах топлива (газ, уголь, биомасса, RDF, торф и др.). Их конструкция учитывает широкий диапазон свойств топливных смесей: увеличенный объём топки; многозонная воздухоподача; расширенные системы золоудаления; комбинированные горелки.

Принцип работы таких систем основан на быстрой адаптации к изменяющимся условиям. Автоматизированный мониторинг оценивает теплотворность, влажность и состав топлива, корректируя подачу воздуха, режимы горения и распределение тепловой нагрузки. Для этого применяются продвинутые алгоритмы управления, поддерживающие стабильное горение и сниженные выбросы даже при изменении состава смеси. Способность комбинированных котлов компенсировать падение качества одного ресурса за счёт другого повышает их общую эффективность и надёжность.

К основным преимуществам таких установок относится независимость от одного вида топлива. Они могут быстро переключаться между разными источниками энергии. Если цена на одно топливо растёт или возникают перебои с поставками, система продолжает работать на другом, более выгодном. При работе с биотопливом появляется возможность снижения выбросов углекислого газа и оксидов азота.

Но высокая гибкость влечет за собой усложнение технологических процессов. Разработка такого рода котельных требует более глубокой инженерной проработки. Вслед за этим увеличиваются и капитальные затраты из-за необходимости установки многофункционального оборудования. В сравнении с моно-топливными установками, надежность комбинированных установок ниже. Это связано со сложностью автоматизации процесса переключения и вариативностью топлива. Наиболее распространенными неисправностями являются засоры систем подачи биомассы, скопление шлака, нестабильность горения при резком изменении состава топлива, а также сбои в программном обеспечении систем автоматизации.

### **3. Сравнительный анализ**

Сравнение параметров двух типов котельных дает возможность выявить ключевые различия (таблица 1), которые обуславливают целесообразность их применения в зависимости от поставленной задачи/

Таблица 1 - Сравнительная характеристика котельных

Параметр	Моно-топливные котельные	Котельные на смешанном топливе
Концепция проектирования	Узкая специализация	Универсальность
Сложность оборудования	Низкая	Высокая
Гибкость эксплуатации	Ограниченнная	Повышенная
Экологические возможности	Ограниченные	Расширенные
Надёжность	Высокая	Средняя

Эксплуатационные проблемы	Коррозия, износ горелок	Засоры, сбои автоматики
Экономическая устойчивость	Зависимость от одного ресурса	Высокая
Требования к персоналу	Низкие	Высокие

Котельные, работающие на одном типе топлива, гарантируют стабильную и предсказуемую работу, но при этом их гибкость крайне ограничена. Котельные, работающие на смешанном топливе, наоборот, обладают возможностью для перехода на один вид топлива в непредвиденных ситуациях. Но из-за этой особенности проведение технического обслуживания и ремонта становится гораздо сложнее. Их экологический и экономический потенциал выше, однако эксплуатационные риски возрастают.

Определяющим фактором в оценке экономической выгоды от внедрения того или иного типа котельных является стабильность поставок топлива и динамика энергетического рынка.

Котельные, работающие на одном типе топлива, выгодны при условии, что ценовая политика стабильна, а логистическая сеть обеспечивает бесперебойность поставок. Меньшие операционные расходы и низкий риск незапланированных простоев являются их ключевыми преимуществами.

Котельные, работающие на смешанном топливе, требуют больших капитальных вложений. Тем не менее, их финансовая привлекательность возрастает в условиях нестабильных или растущих цен на основное топливо. Возможность адаптации к разным типам топлива, в том числе возобновляемых видов, дает предприятию возможность минимизировать экологические платежи и укрепить свою позицию относительно непредсказуемых изменений на рынке.

## **Заключение**

Проведённый анализ показывает, что решение о внедрении котельной, работающей на одном виде топлива, или же комбинированной системы определяется ключевыми целями компании, имеющимися в распоряжении

ресурсами, придерживаемыми экологическими стандартами и вероятными экономическими расчётами.

Моно-топливные котельные наиболее эффективны в условиях стабильной ресурсной базы, обеспечивая простоту эксплуатации и высокую надежность. Котельные, работающие на смешанном топливе, выигрывают по топливной гибкости и экологической устойчивости, но требуют сложного проектирования и квалифицированного обслуживания.

Принимая во внимание современные тенденции энергоперехода и нарастающее ужесточение природоохранных требований, комбинированные котельные представляют собой наиболее перспективное направление развития отрасли. Однако установки, использующие только один вид топлива, не теряют своей значимости в условиях стабильных поставок и ограниченных бюджетов.

### **Библиографический список:**

1. Ахтямов Р.Г. Сравнительный анализ котельных установок по типу используемого топлива и выбросов от них / Р. Г. Ахтямов, Н. А. Мещерякова // Техногенная и природная безопасность : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 27–28 октября 2021 года. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2021. – С. 360-364. – EDN ELPADN.
2. Беляев С.А., Литвак В.В., Солод С.С.. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС. – Томск: Издательство НТЛ, 2008 – 218 с.
3. Васильев Г. Г., Неклюдов А.Ю., Морозов О.О. [и др.] Особенности внедрения параметрического метода нормирования в системе технического регулирования строительства и эксплуатации объектов ТЭК // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2024. – № 5(143). – С. 18-27. – EDN BESZAD.
4. Ефимова Е.Э. Сравнение работы производственной котельной на разных видах топлива / Е. Э. Ефимова. — Текст : непосредственный // Молодой Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

ученый. — 2023. — № 52 (499). — С. 24-27. — URL:  
<https://moluch.ru/archive/499/109686> (дата обращения: 27.11.2025).

5. Литвинова Ю.В. Проблемы и их решения при работе котельных установок // Технические науки – от теории к практике. 2013. №29. URL:  
<https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-ih-resheniya-pri-rabote-kotelnyh-ustanovok> (дата обращения: 27.11.2025).

6. Оценка перспектив и целесообразности перехода субъектов Российской Федерации, использующих нефтепродукты с целью теплоснабжения, на местные и возобновляемые виды топлива // Доклад аналитического центра при правительстве РФ. - 2015. URL:  
<https://ac.gov.ru/files/attachment/8084.pdf> (дата обращения 27.11.2025)

7. Щербань П.С. Использование библиотеки Scikit-learn и собственной программы по кластеризации для обработки статистических данных по отказам двухконтурных газовых котлов / П. С. Щербань, Р. В. Абу-Хамди, А. Н. Карагадян // System Analysis and Mathematical Modeling. – 2023. – Т. 5, № 2. – С. 172-191. – DOI 10.17150/2713-1734.2023.5(2).172-191. – EDN VDHPRA.

8. Щербань П.С. Оптимизация схемы поставки горюче-смазочных материалов потребителям в эксклавном регионе / П. С. Щербань, А. А. Черноталов // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоэнергоснабжения. – 2021. – Т. 1, № 1(8). – С. 4-13. – EDN LKXCCU.

Оригинальность 80%