

то особое внимание в мировой промышленности уделяется переходу на возобновляемые источники энергии [3–5].

Список использованных источников

1. Аванесов, В. М., Диданов М. Ц., Щеренко А. П. «Энергосберегающие технологии в организации работы многокорпусных выпарных установок». Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение», 2017, № 4. – С. 39–42.
2. Elhenawy, Y. Moustafa, G. H., Bassyouni, M. Performance enhancement of a hybrid multi effect evaporation/membrane distillation system driven by solar energy for desalination. Journal of Environmental Chemical Engineering. 2022, DOI: 10.1016/j.jece.2022.108855.
3. Mahjoob Karambasti B. Ghodrat M., Behnia M. and others. Design methodology and multi-objective optimization of small-scale power-water production based on integration of Stirling engine and multi-effect evaporation desalination system. Desalination. 2022, DOI: 10.1016/j.desal.2021.115542/
4. Wang Y. Morosuk T., Cao W. and others. A high-efficiency multi-function system based on thermal desalination and absorption cycle for water, water-cooling or water-heating production. Energy Conversion and Management (2023), DOI: 10.1016/j.enconman.2023.116962.
5. Liu H. Joseph A., Sharshir S. W. and others. Recent advances in heat pump-coupled desalination systems: A systematic review. Desalination. 2022, DOI: doi: 10.1016/j.desal.2022.116081.

УДК 621.182

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ТИПА ПТВМ

Агафонова И. В., к.т.н., доц., Боровицкая М. В., студ.

Российский университет транспорта, г. Москва, Российская федерация

Реферат. В условиях роста цен, ограниченности топливных ресурсов и ужесточения экологических требований к воздействию выбросов от теплогенерирующих установок на окружающую среду вопросы ресурсосбережения становятся как никогда актуальны. Анализ состояния котельных ЖКХ показал, что наблюдается снижение КПД котлов в городских котельных. Модернизация действующих котлов малой и средней мощности на порядок дешевле, чем их полная замена, т. к. не требуется значительных инвестиционных затрат. Она может быть выполнена в короткий срок, что значительно сокращает себестоимость производимой тепловой энергии. В статье приводится перечень мер по модернизации водогрейных котельных, а также оценка эффективности модернизации котельной с котлами типа ПТВМ путем установки контактных теплообменников, выполненная на основании теплотехнического расчета.

Ключевые слова: водогрейная котельная, модернизация водогрейной котельной, энергоэффективность, ресурсосбережение, конденсационный теплоутилизатор, контактный теплообменник.

Развитие промышленности сопровождается ростом потребления топливно-энергетических ресурсов для выработки энергии. Наиболее энергоемкими секторами являются «Электроэнергетика, производство тепловой энергии» (27,4 %), «Обрабатывающая промышленность» (20 %), «Население» (17,2 %) и «Транспорт» (15,2 %) [1]. На сегодняшний день в коммунальном хозяйстве срок эксплуатации 57 % котельных превышает 20 лет, 40 % котельных эксплуатирует котлы с КПД менее 82 %. Срок эксплуатации более 20 лет имеют 10800 котлов. Нуждается в замене и не подлежит модернизации 14 тыс. малых котлов мощностью до 1 МВт.

Можно предложить следующие направления для повышения энергоэффективности водогрейных котлов.

1. Обновление моделей котлов, а также схем компоновки оборудования с отключаемыми и групповыми экономайзерами.

2. Снижение тепловых потерь с уходящими газами путем:
 - оптимизации коэффициента избытка воздуха;
 - применения вакуумных деаэраторов, которые позволяют снижать температуру питательной воды до 65–70 °С. Это обеспечивает глубокое охлаждение уходящих газов;
 - контактного экономайзера, который позволяет проводить охлаждение уходящих продуктов сгорания до температуры 70–75 °С [2].
3. Снижение потерь в окружающую среду, которые зависят от состояния обмуровки, характера экранирования топки, наличия хвостовых поверхностей нагрева.
4. Поддержание номинальной производительности и параметров работы котла, а также чистоты поверхностей нагрева; правильное конструктивное оформление конвективных поверхностей нагрева для более полного омывания их газами со скоростью, которая обеспечит самообдувку [3];
5. Повышение эффективности работы водогрейной котельной путем применения установки, работающей по органическому циклу Ренкина (ОЦР-установка) [4].
6. Реконструкция котла ПТВМ-50, например, увеличение высоты топочной камеры, увеличение конвективной поверхности нагрева котла (дает увеличение эффективности использования топлива до 20 %) [5, 6]; увеличение объема топки; увеличение количества секций конвективного блока с сохранением габаритов; установка новых газовых горелок с рециркуляционными устройствами [7]; замена воздухопроводов и дутьевых вентиляторов [8];
7. Интенсификация топочного теплообмена за счёт установки в топочном пространстве дополнительных поверхностей нагрева, экранов-излучателей, вторичных излучателей;
8. Увеличение высоты дымовой трубы до 70 метров.

Также необходимо стремиться к экономии и сокращению потребления воды и электроэнергии, рассматривать возможность использования альтернативных источников топлива и энергии.

С целью утилизации тепла уходящих газов широкое распространение получают конденсационные (контактные) теплообменники. Особенно эффективно их применение при утилизации продуктов сгорания природного газа. Это объясняется тем, что в продуктах сгорания газа высокое содержание водяных паров (при коэффициенте избытка воздуха $\alpha > 1,1$ содержание водяных паров составляет более 20 % по объему) и высоким качеством конденсата, выделяющегося из продуктов сгорания. В конденсате продуктов сгорания природного газа отсутствуют взвешенные вещества, у него низкая карбонатная жесткость, сухой остаток менее 5 мг/л. Конденсационные теплообменники поверхностного типа должны иметь высокую коррозионную стойкость, так как конденсат имеет кислую реакцию.

Внедрение и эксплуатация контактных теплообменников позволяет повысить КПД котлов, обеспечить нагрев воды, которую можно использовать на собственные нужды котельной, а также понизить себестоимость тепловой энергии и количество вредных выбросов, содержащих оксиды азота, за счет уменьшения расхода топлива.

Контактные или смесительные теплообменники широко применяются в промышленности и энергетике (скрубберы, абсорбционные и ректификационные колонны, градирни и др.). Их широкое распространение объясняется простотой конструкции, малой металлоемкостью, высокой интенсивностью теплообмена.

По конструктивным особенностям контактные теплообменники подразделяют на три основные группы: насадочные, полые и типа КТАН (контактный теплообменник с активной насадкой).

Была проведена оценка эффективности модернизации котла ПТВМ-50 посредством установки конденсационного теплообменника. Было принято, что 80 % уходящих продуктов сгорания пропускается через конденсационный теплоутилизатор.

Были рассчитаны следующие показатели: объемный расход дымовых газов на входе в контактный теплообменник, действительный расход дымовых газов, массовый расход дымовых газов, энтальпия газов на входе и выходе из утилизатора тепла, влагосодержание продуктов сгорания на входе и выходе из теплоутилизатора, количество получаемого из продуктов сгорания конденсата.

Теплопроизводительность контактного теплообменника была определена по формуле И. З. Аронова:

$$Q_{\text{кт}} = Q_{\text{yx}} \cdot \left[0,33 \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{yx}}) + 435 \frac{x_{\text{н}} - x_{\text{yx}}}{0,6 + x_{\text{yx}}} \right] \cdot 1,163$$

Была найдена оптимальная температур нагрева воды в контактном утилизаторе, равная 40,14 °С. С учетом скорости дымовых газов, принятой 8,7 м/с, прирост КПД составил 4,71 %, увеличивая КПД водогрейного котла ДКВР-50 с 92,5 % до 97,21 %.

Установка контактных теплообменников, предназначенных для более полного использования тепла уходящих газов котла ПТВМ-50 путем глубокого их охлаждения с целью повышения коэффициента использования топлива котлоагрегатов дает ощутимую экономию топлива. При этом тепло уходящих газов можно использовать для нужд отопления и горячего водоснабжения. Также за счет работы контактных теплообменников снижается содержание в уходящих газах оксидов азота.

Эффективное использование энергии, внедрение ресурсосберегающих технологий является приоритетным направлением хозяйственной деятельности. Это обусловлено тем, что строительство мощностей для производства тепловой и электроэнергии обходится в 2–5 раз дороже, чем проведение мероприятий по энергосбережению без коренной перестройки производства.

Список использованных источников

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации в 2021 году. – М.: ЦСР. 2022. – 127 с.
2. Милевская, Т. А. Анализ технологий, повышающих энергоэффективность котельных. Научно-исследовательский центр «Technical Innovations», 2021. – № 5. – С. 215–219.
3. Ольхов, А. В. Повышение энергоэффективности процесса сжигания топлива в котельных установках. В сборнике: Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании: материалы VIII Международной научно-технической конференции. отв. ред. О. Н. Кузяков. 2019. – С. 232–236.
4. Соломин, И. Н., Даминов, А. З. Повышение эффективности работы водогрейной котельной на основе применения ОЦР-установки. Труды Академэнерго. 2017. № 4. – С. 49–57.
5. Спильник, Е. Р., Шемякин, В. Н., Хоменок, Л. А. Пути повышения энергоэффективности и улучшения эксплуатации характеристик водогрейных котлов типа ПТВМ. Надежность и безопасность энергетики. 2012. № 3 (18). – С. 44–46.
6. Журавов, А. А. Реконструкция котлов ПТВМ-100 и ПТВМ-50 – реальный путь решения проблемы дефицита тепловых мощностей для города, «Новости теплоснабжения», № 01 (01), 2000 г. URL: «Ростепло». – https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=1480. – Дата доступа: 05.03.2025.
7. Шкондин, И. А., Усиков, Н. В., Свирикин, И. Г. Результаты испытаний котла типа ПТВМ-50 после замены горелок. Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2013. № 1. – С. 168–170.
8. Орумбаев, Р. К., Кибарин, А. А., Коробков, М. С., Кыдырхан, М. С. Основные направления технического перевооружения водогрейных котлов типа ПТВМ и КВГМ. В сборнике: Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований: сборник материалов XXXIII Международной научно-практической конференции. 2017. – С. 98–104.

УДК 622.33

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ: АНАЛИЗ ОПЫТА КИТАЯ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Таубкин А. Д., студ., Агафонова И. В., к.т.н., доц.

Российский институт транспорта (РУТ), г. Москва, Российская федерация

Реферат. В статье рассматриваются ключевые аспекты китайской политики в области угольной энергетики, их влияние на технологическое развитие и экологическую эффективность. На основе анализа опыта Китая предложены стратегические рекомендации для модернизации угольной отрасли России. Особое внимание уделено внедрению чистых технологий, контролю мощностей и повышению экологической эффективности.