



ИННОВАЦИОННАЯ ТОПЛИВОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИИ РАСХОДА ТОПЛИВА НА ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЯХ

Низамова А.Ш., Шагиева Г.К.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

nizamova_tes@mail.ru

Резюме: *АКТУАЛЬНОСТЬ.* Во всех странах мира, в том числе и в России, на энергетических предприятиях непосредственно связанных с производством электрической и тепловой энергии, а также промышленных предприятиях, выпускающих различные средства производства стоит серьезная проблема экономии топлива. На тепловых электрических станциях (ТЭС) удельный расход условного топлива является важнейшим показателем эффективности работы предприятия. От этого показателя зависит цена (тариф) на потребляемую электрическую и тепловую энергию, т.е. в конечном итоге благосостояние населения. *ЦЕЛЬ.* Изложить инновационную концепцию технологии XPlate™ и представить итоги применения технологии Xplate, обеспечивающую экономию расхода топлива. *МЕТОДЫ.* Инновационная НАНО-технология топливо-сбережения. *РЕЗУЛЬТАТЫ.* В статье описана актуальность темы, представлены результаты внедрения технологии XPlate на предприятиях мира и России. *ВЫВОДЫ.* При применении метода XPlate технологии на конкретных предприятиях происходит более полное сгорание топлива, в течении короткого времени увеличивается температура теплоносителя, снижается удельный расход топлива, резко снижается загрязнение поверхностей нагрева котла.

Ключевые слова: технологии XPlate™; дутьевой вентилятор; энергопредприятие; промышленные предприятия.

Благодарности: Статья выполнена по результатам работ Общества с ограниченной ответственностью «КВАНТУМ ЭНЕРДЖИ» и личной просьбе Генерального директора Васильева Андрея Викторовича.

Для цитирования: Низамова А.Ш., Шагиева Г.К. Инновационная топливосберегающая технология для обеспечения экономии расхода топлива на энергопредприятиях // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРGETИКИ. 2025. Т. 27. № 2. С. 154-163. doi: 10.30724/1998-9903-2025-27-2-154-163.

INNOVATIVE FUEL-SAVING TECHNOLOGY TO ENSURE FUEL CONSUMPTION SAVINGS AT ENERGY ENTERPRISES

Nizamova A.Sh., Shagieva G.K.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

nizamova_tes@mail.ru

Abstract: *RELEVANCE.* In all countries of the world, including Russia, there is a serious problem of fuel economy at energy enterprises directly related to the production of electric and thermal energy, as well as industrial enterprises producing various means of production. At thermal power plants (TPP), the specific consumption of conventional fuel is the most important indicator of the efficiency of the enterprise. The price (tariff) for consumed electric and thermal energy depends on this indicator, i.e., ultimately, the welfare of the population. *purpose.* *PURPOSE.* To present the innovative concept of XPlate technology and present the results of the application of Xplate technology, which provides fuel economy. *METHODS.* Innovative NANO-technology fuel-saving results. The article describes the relevance of the topic, presents the results of the introduction of XPlate technology at Russian enterprises. *RESULTS.* The article describes the relevance of the

topic, presents the results of the introduction of XPlate technology at Russian enterprises. **CONCLUSIONS.** When using the XPlate technology method at specific enterprises, more complete combustion of fuel occurs, the temperature of the coolant increases in a short time, specific fuel consumption decreases, and contamination of the boiler heating surfaces decreases sharply.

Keywords: XPlate™ technologies; blow fan; energy enterprise; industrial enterprises.

Acknowledgments: To the Limited Liability Company "QUANTUM ENERGY" represented by CEO Vasiliev Andrey Viktorovich.

For citation: Nizamova A.Sh., Shagieva G.K. Innovative fuel-saving technology to ensure fuel consumption savings at energy enterprises. *Power engineering: research, equipment, technology.* 2025; 27 (2): 154-163. doi: 10.30724/1998-9903-2025-27-2-154-163.

Введение (Introduction)

Энергетическая стратегия России на период до 2035 года ставит своей целью наращивание душевого энергопотребления и энергетического потенциала страны. Растет доля электроэнергии, производимой гидроэлектростанциями (ГЭС), которая является на сегодняшний день самой дешевой. Общая мощность малых гидроэлектростанций превышает 1,2 ГВт. Доля гидроэлектростанций, включая гидроаккумулирующие электростанции, в структуре генерирующих мощностей составляет около 20 процентов.

Государственная политика России по ядерной энергетике нацелена на обеспечение безопасной и рентабельной эксплуатации ядерно-энергетического комплекса с созданием замкнутого ядерно-топливного цикла (ЗЯТЦ). Станции с ЗЯТЦ возможно уже будут сооружаться в ближайшем десятилетии. Доля рентабельных запасов урана в минерально-сырьевой базе Российской Федерации составляет около 7 процентов.

Электроэнергия на базе нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) до последнего времени производилась в ограниченных масштабах. Сейчас расширяются масштабы применения НВИЭ. Основной проблемой использования возобновляемых источников энергии в Российской Федерации является их недостаточная экономическая конкурентоспособность по отношению к иным технологиям производства электрической энергии. Установленная мощность солнечных электростанций в Единой энергетической системе России в 2018 году достигла 0,834 ГВт, ветровых электростанций – 0,184 ГВт.

Нельзя не сказать и о водородной энергетике, которая способствует сокращению эмиссии диоксида углерода путем получения водорода из природного газа. Но несмотря на все выше сказанное, основными источниками получения электрической и тепловой энергии в мире и в России являются тепловые электрические станции (ТЭС), при эксплуатации которых стоит серьезная задача снижения уровня потребления топливно-энергетических ресурсов. Энергосбережение, то есть снижение расхода топлива при сжигании в энергетических котлах, водогрейных и паровых котлах множества промышленных котельных можно осуществить двумя путями:

- сокращением энергопотребления в результате проведения энергосберегающих технологий;
- снижением расхода топлива на единицу отпускаемой энергии благодаря эффективности ее производства.

Удельный расход топлива является одним из основных показателей рентабельности энергопредприятий. Поэтому снижение этого показателя всеми доступными способами является архиважной задачей. В связи с этим, исследования, представленные ниже имеют научную и практическую значимость.

Не исчерпаны еще возможности эффективного сжигания топлива в котлах, гарантирующих полноту сжигания топлива. Теплота сожженного топлива не полностью передается в котлах теплоносителю. Тепло теряется в окружающую среду, с уходящими газами, с химическим и механическим недожегом, с физической теплотой шлака, покидающего топку.

Потери тепла от химического недожега, т.е. газообразные горючие элементы CO, H₂, CH₄ могут не сгореть в котельном агрегате из-за пониженной температуры или недостатка кислорода. Поэтому в котлы воздух подают с избытком, а это влечет за собой повышение расхода электроэнергии на собственные нужды и увеличение расхода топлива. Одним из возможных способов снижения объема необходимого для сжигания

воздуха и расхода топлива в котельных агрегатах, плавильных печах и т.д. – применение технологии XPlate. Сущность технологии, согласно информации фирмы-разработчика, заключается в следующем. Одиночные молекулы кислорода и азота находящиеся в атмосферном воздухе, который подается в топку котла (печи) дутьевыми вентиляторами, обладают дипольными моментами, но за счет хаотического теплового движения они слабо взаимодействуют между собой. При принудительном движении воздуха воздуходувкой котла (печи), на стальных стенках вентилятора и воздушных трубопроводов образуются электростатические заряды, поле которых выстраивает молекулы кислорода и азота находящиеся в атмосферном воздухе упорядоченно таким образом, что за счет дипольного взаимодействия между собой, они образуют молекулярные воздушные кластеры (азот+кислород).

Взаимодействие углерода топлива с кластеризованным атмосферным воздухом (химическая реакция окислительного процесса) происходит менее интенсивно, по сравнению со случаем свободных (одиночных) молекул азота и кислорода, как за счет меньшей скорости диффузии кластеров, так и за счет меньшей вероятности столкновения с поверхностью топливной частицы молекулы кислорода в составе кластера. XPlate представляет собой многослойную композитную пластину, которая нивелирует данный эффект таким образом, что после участка с установленными пластинами XPlate большая часть молекулярных кластеров атмосферного воздуха разрушается на отдельные одиночные молекулы кислорода и азота, что в дальнейшем интенсифицирует последующие процессы химической реакции окисления углерода топлива с одиночными молекулами кислорода, что обеспечивает в итоге гарантированную полноту сгорания топлива, т.е. экономию его расхода.

Технология XPlate – зарубежная и возникла она в результате более чем 10-летних научных исследований в областях квантовой физики и квантовой химии. Первичным инициатором по разработке и применению технологии XPlate является английская компания Quantum Equilibrium International Ltd (QE), которой принадлежит патент. В основу работы НАНО технологии XPlate заложена инновационная концепция: Single molecule O₂.

К сожалению, очень мало научных публикаций в международных журналах описывающих процессы, позволяющие активизировать именно молекулу кислорода в общем кластере кислород+азот. Но немало опубликованных отчетов научно-исследовательских институтов и промышленных предприятий, которые исследовали и описали результаты применения XPlate пластин.

Работа [1] зарубежных авторов посвящена необычным магнитным свойствам кислородных кластеров. Отмечается, что магнитные системы, содержащие магнито-активные молекулы или молекулярные группы, могут проявлять необычные магнитные свойства.

В статье [2] исследована стабильность кислородных кластеров с числом атомов кислорода, варьирующими от двух до девяти в кластере. При расчетах использовались аппроксимации Хартри-Фока (HF), возмущения Моллера-Плессе второго порядка (MP2) и теория функционала плотности (DFT).

Авторы публикации [3] описали экспериментальные исследования проведенные сотрудниками кафедры «Теоретические основы теплотехники» Ивановского государственного энергетического университета (ИГЭУ). Экспериментальные исследования технологии были проведены в 2011 г. в котельной санатория «Зеленый городок» Ивановской области на базе двух котлов КВа-1,0 Гн и «Факел-Г». Испытания показали, что наложение XPlate пластины на улитку дутьевого вентилятора приводит к изменению цвета пламени. Это можно отметить как положительный эффект. Но далее авторы отмечают, что обработка и анализ результатов измерений не выявили однозначной зависимости влияния рассматриваемой технологии на параметры, измеряемые в ходе экспериментов. В то же время, указывают на значительные присосы воздуха в газовый тракт котла в стыковых швах газоходов котельных агрегатов. Присосы воздуха вносят существенную погрешность в измерение коэффициента избытка воздуха в топке котла и, соответственно, содержания кислорода в уходящих газах, а также влияют на температуру уходящих газов. В условиях проведения экспериментов отсутствовала возможность оценки величины присосов воздуха в газовый тракт через неплотности газохода. Следовательно, авторы согласны с некорректностью проведенных экспериментов.

Под руководством профессора В.Г. Лобанова на кафедре «Металлургии цветных металлов» Уральского Федерального Университета им. Б.Н. Ельцина были проведены испытания технологии XPlate в 2019 году [4]. В работе оценку эффективности технологии

XPlate проводили измерением окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) платинового электрода относительно хлор-серебряного электрода в различных средах. В опытах использовали иономер И-160М. Получены следующие результаты:

- в дистиллированной воде и в кислом растворе ОВП при аэрации с использованием пластин XPlate практически не отличаются от ОВП, полученных без XPlate;
- при аэрации нейтральных солевых и щелочных растворов ОВП с использованием пластин XPlate платинового электрода смещается в отрицательную сторону, что показывает термодинамическую возможность более интенсивного растворения.

Была произведена и оценка влияния технологии XPlate на кинетику растворения золота. Отмечено, что активация воздуха, используемого для окислительного растворения золота, с использованием технологии XPlate позволяет повысить скорость процесса на 15 – 20 %.

В июне 2022 года совместно РНПУП «Институт энергетики национальной академии наук Беларуси» и ООО «Квантум энеджи» провели испытания технологии XPlate на котлах ДКВР-10/13 ст.№3 мини-ТЭЦ «Восточная» филиала «Витебские тепловые сети» РУП «Витебскэнерго» [5]. Представлен очень подробный отчет. В ходе проведения испытаний подтверждено:

- снижение выбросов CO при химическом недожоге топлива около 131 ppm или на 33,8%;
- значительное снижение выбросов окислов азота в зависимости от исследуемых нагрузок котлоагрегата до 19,3 %;
- снижение удельных расходов топлива, измеренных по прямым показателям приборов в зависимости от режимов работы котлоагрегата от 1,84 % (при нагрузке 65 % от номинальной) до 3,93 % (при нагрузке близкой к номинальной) и как следствие снижение выбросов CO₂.

В работе приведены все результаты испытаний, которые показывают значительный технико-экономический эффект от внедрения XPlate пластин. Динамические сроки окупаемости для исследуемого котла составили от 1,3 до 4,47 лет.

Промышленные испытания технологии XPlate были проведены также на медеплавильной печи «AUSMEL» ЗАО «Карабашмедь» в 2014 году [6] и на колбасном заводе CPF Food and Beverage Company Limited в Таиланде в 2020 году [7]. По результатам испытаний также была отмечена положительная тенденция применения XPlate пластин.

Выше описанная технология использовалась на многих предприятиях энергетической, тяжелой, пищевой промышленности Вьетнама, Индии, Кореи, Таиланда, России [8]. Во всех случаях отмечался значительный технико-экономический эффект.

Материалы и методы (Materials and methods)

Рассмотрим химический процесс взаимодействия молекул газа – метана с кислородом воздуха при горении.

Химическое уравнение указывает на полное сгорание, когда метан вступает в реакцию с кислородом, превращаясь в углекислый газ и воду.

В атмосферном воздухе содержится азота 78% и 21% кислорода. Иллюстрация межатомных сил в молекуле кислорода и в молекуле азота показана на рисунке 1.



Рис. 1. Межатомные силы в молекуле кислорода и в молекуле азота

Fig. 1. Interatomic forces in the oxygen molecule and in the nitrogen molecule

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Одна молекула кислорода имеет 2 атома кислорода. Протон находится в центре, имея положительный заряд. Вследствие вытянутости электронных орбит в эллипс внешние электроны одних атомов кислорода притягиваются к другим атомам кислорода (и наоборот) и становятся общими для обоих атомов, что приводит к возникновению ковалентной (сцепной) связи атомов и образованию молекулы кислорода. Аналогичный процесс происходит и с атомами азота.

При нагнетании воздуха под давлением возникают сильные межмолекулярные связи между молекулами кислорода и азота. Ядра атомов кислорода притягивают электроны азота, заряжаются отрицательно, а атомы азота – положительно. Вследствие этого атомы кислорода притягиваются к атомам азота, то есть они «слипаются» и образуют кластер. Атомы кислорода находятся под оболочкой «шубой» атомов азота. Это явление показано на рисунке 2.

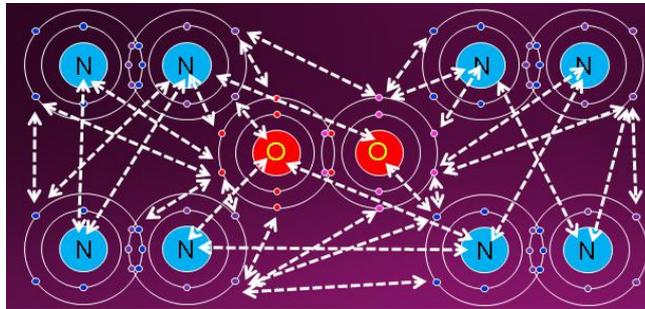


Рис. 2. Межатомные силы между молекулами кислорода и азота *Fig. 2. Interatomic forces between oxygen and nitrogen molecules*

*Источник: Составлено авторами *Source: compiled by the author.*

Существует много сил между молекулами, которые связывают их вместе. Кислород составляет всего 20% или в четыре раза меньше, чем азот. Таким образом, азот имеет более высокую способность окружать кислород, захватив его внутрь. Далее будут образовываться более крупные кластеры (рис. 3).

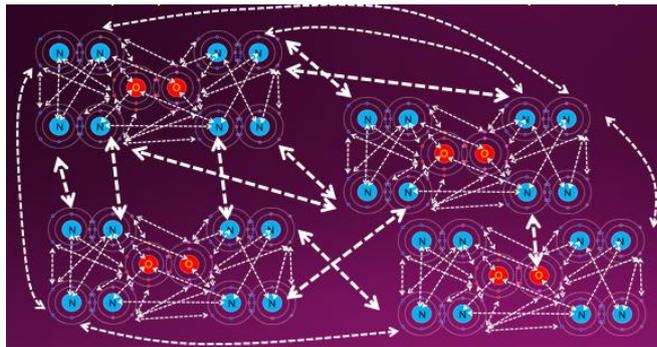


Рис. 3. Формирование молекулярного кластера воздуха *Fig. 3. Formation of a molecular cluster of air*

*Источник: Составлено авторами *Source: compiled by the author.*

В таком кластере молекуле углерода в составе метана трудно «отыскать» молекулу кислорода для вступления в химическую реакцию окисления, что хорошо иллюстрировано на рисунке 4.

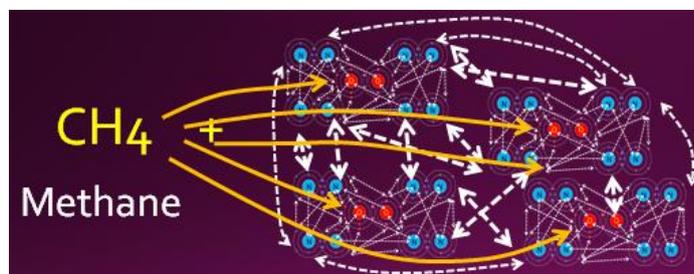


Рис. 4. Горение топлива с кластером кислорода *Fig. 4. Combustion of fuel with an oxygen cluster. Gorenje*

*Источник: Составлено авторами *Source: compiled by the author.*

Одиночные молекулы кислорода и азота находящиеся в атмосферном воздухе, который подается в топку котла дутьевыми вентиляторами, обладают дипольными моментами, но за счет хаотичного теплового движения они слабо взаимодействуют между собой.

При принудительном движении воздуха воздуходувкой котла, на стальных стенках вентилятора и воздушных трубопроводах образуются электростатические заряды, поле которых выстраивает молекулы кислорода и азота, находящиеся в атмосферном воздухе упорядоченно таким образом, что за счет дипольного взаимодействия между собой, они образуют молекулярные воздушные кластеры (азот+кислород) (рис. 5).

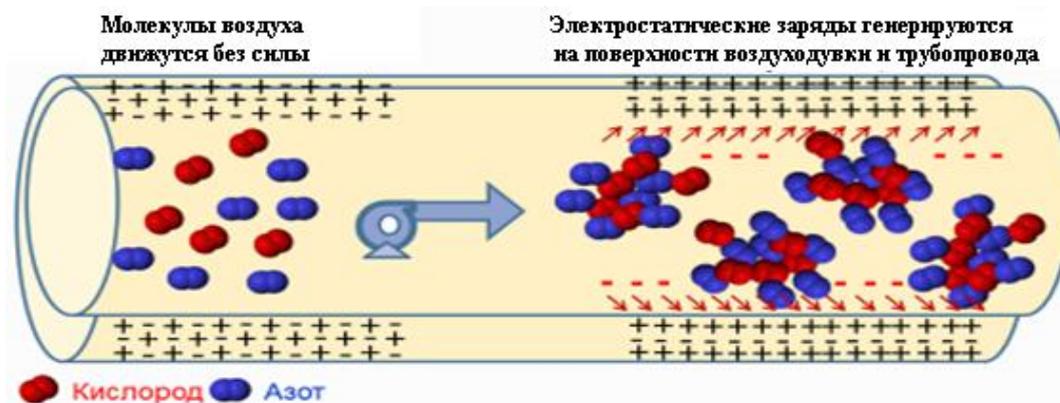


Рис. 5. Поток воздуха в трубе

Fig. 5. Air flow in the pipe

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Взаимодействие углерода топлива с кластеризованным атмосферным воздухом (химическая реакция окислительного процесса) происходит менее интенсивно, по сравнению со случаем свободных (одиночных) молекул азота и кислорода, как за счет меньшей скорости диффузии кластеров, так и за счет меньшей вероятности столкновения с поверхностью топливной частицы молекулы кислорода в составе кластера.

В начале, когда поток атмосферного воздуха попадает в дутьевой вентилятор подачи воздуха на горение в котел, находящиеся в нем молекулы кислорода и азота находятся в свободном произвольном пространстве, и в этот момент сильного взаимодействия между ними нет. При попадании в воздуходувку, молекулы (кислород + азот) подвергаются воздействию давления, что заставляет их двигаться в одном направлении. И хотя кислород и азот являются неполярными молекулами, исследования в области квантовой физики показали, что эти неполярные молекулы, на самом деле являются неполярными только при наблюдении за ними в течение какого-то периода времени. Если сделать моментальные фотографии таких молекул, то они показали бы, что в определенный момент времени, колебаниям электронов вокруг ядра имеет место помеха в управлении электроном, которой достаточно, чтобы вызвать временный момент диполя. Этот момент диполя, быстро меняя свою магнитуду и направление, приходит к нулю в течение краткого периода времени. Однако, эти быстро меняющиеся диполи, производят электрическое поле, которое затем индуцирует диполи окружающих молекул. В результате этого индуцирования, возникает сила притяжения, которая иногда называется сила – «индуцированный диполь – индуцированный диполь».

XPlate представляет собой многослойную композитную пластину, которая нивелирует данный эффект таким образом, что после участка с установленными пластинами XPlate большая часть молекулярных кластеров атмосферного воздуха разрушается на отдельные одиночные молекулы кислорода и азота, что в дальнейшем интенсифицирует последующие процессы химической реакции окисления углерода топлива с одиночными молекулами кислорода, что обеспечивает в итоге гарантированную полноту сгорания топлива, т.е. экономию его расхода.

Xplate пластина должна заставить тот же положительный заряд (+) на внешней поверхности улитки вентилятора и трубопровода вернуться в нейтральное состояние. Как только второй слой станет нейтральным, третий слой, четвертый и другие слои последуют за ним. Возвращение к самому внутреннему слою станет уже окончательно нейтральным. Теперь это уже другая ориентация заряда, которая изменит ориентацию молекул кислорода и азота в воздухе (рис. 6).

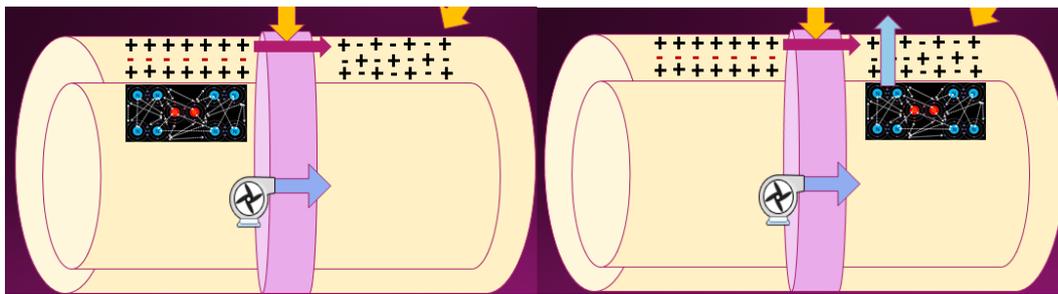


Рис. 6. Процесс нейтрализации зарядов на поверхностях, на которых установлены пластины XPLate

Fig. 6. The process of neutralizing charges on the surfaces on which the XPLate plates are installed

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Практические результаты (Practical results)

Пластины Xplate, как утверждают производители, можно внедрять в различные технологические процессы, например, в процесс производства электро-теплоэнергии на ТЭС; в печах для производства цемента, обжига керамики, то есть на любых промышленных объектах сжигающих любое топливо при смешении с кислородом воздуха, а также в химических процессах, в основе которых лежит процесс окисления.

Пластины были применены на многих промышленных объектах мира и России в том числе. Представим некоторые результаты внедрения этой технологии.

Xplate пластины прошли апробацию на работающем газовом котле ТГМЕ-464 ст. № 4 ПАО «ТАТНЕФТЬ» ООО «Нижнекамская ТЭЦ» на энергетических котлах ТГМЕ-464, на водогрейных котлах КВГМ-4, работающих на газе, а также использующих технологическую нефть или различные марки мазута, на предприятиях ПАО «Северсталь» и ПАО «ЛУКОЙЛ». Xplate пластина устанавливается на внешней поверхности улитки дутьевого вентилятора. Внешний вид наружной поверхности пластины Xplate™ и ее внутренний композитный состав показаны на рисунке 7.

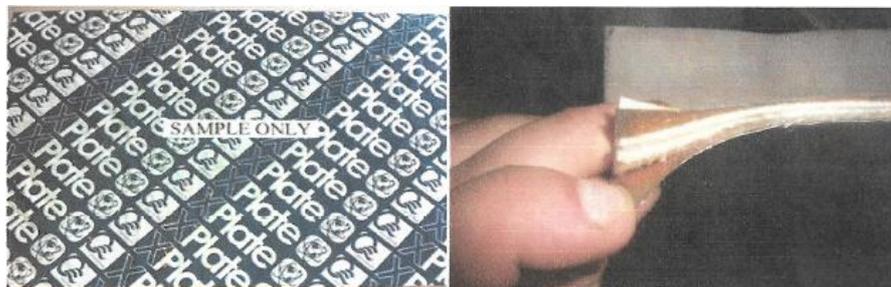


Рис. 7. Внешний вид наружной поверхности пластины Xplate™ и ее внутренний композитный состав

Fig. 7. The appearance of the outer surface of the Xplate plate and its internal composite composition

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Примеры установки Xplate пластины на вентиляторах (воздуходувках), на газопроводах перед горелкой и т.д. показаны на рисунках 8 и 9.



Рис. 8. Установка XPLate пластин на воздушный вентилятор работающего котла ТГМЕ-464

Fig. 8. Installation of XPLate plates on the air fan of a working TGME-464 boiler

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.



Рис. 9. Установка XPLate пластин на вентилятор водогрейного котла КВГМ-4 и на газовой трубопровод перед газовой горелкой

Fig. 9. Installation of XPLate plates on the fan of the KVGM-4 hot water boiler and on the gas pipeline in front of the gas burner

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Результаты (Results)

При применении Xplate технологии на ПАО «ЛУКОЙЛ», в марте 2019 года с нефтяным топливом произошли следующие изменения:

- коэффициент избытка воздуха уменьшился на 0,4%.
- пламя горелки стало объёмным и коротким, что исключило обгорание выступающих дымогарных труб (колокольчиков) в поворотной камере;
- цвет пламени горелки котла изменился с желтого пульсирующего на спокойный молочно-белого цвета с красным отливом;
- сгорание нефти стало более полным;
- температура теплоносителя в течение 10 минут увеличилась на 5 градусов;
- снижение удельного расхода нефти на выработанную тепловую энергию:
 - малое горение: на 26,02%;
 - большое горение: на 9,06%;
 - в среднем: на 17,54%.

Кроме того, после останова и вскрытия котла был установлен ярко выраженный эффект резкого снижения загрязнения поверхностей нагрева котла продуктами сгорания нефти. Эти загрязнения были полностью смыты при промывке водой поверхностей нагрева котла в течение 30 минут. Тем самым достигнуто резкое снижение трудовых и финансовых затрат на очистку котла, а также снижены затраты вследствие простоя котла.

При установке Xplate пластин на дутьевой вентилятор котла ТГМЕ-464 ПАО «ТАТНЕФТЬ» ООО «Нижнекамская ТЭЦ» в марте 2021 года получены следующие результаты:

- увеличение выработки пара без изменения расхода природного газа;
- отмечен рост КПД котла на 0,6% (с 91,5% до 92%);
- удельный расход пара снизился на 1,2% при паровой нагрузке 360 т/час;
- максимальная паровая нагрузка по пару составила 517 т/час, при этом без применения технологии XPlate максимальная нагрузка по пару составляла 495 т/час;
- зафиксировано снижение NOx на 5% на аналогичных паровых нагрузках;
- при наработке котлом 5.000 ч/год, расходе газа котлом 30.000 м³/час и экономии газа в 1,2%, снижение выбросов CO₂ (парниковые газы) в воздушный бассейн Нижнекамского промышленного узла составил ~ 4,3 тыс.т.н.т./год.

При переводе котла на сжигание резервного топлива (мазут) в который уже была введена присадка АВ-12 для снижения вязкости и экономии его, технология XPlate обеспечила:

- в диапазоне эксплуатационных нагрузок экономию мазута более 2,2%;
- при достигнутой экономии мазута соответственно уменьшаются выбросы CO₂ при средней нагрузке 360 т/ч, так, например, при расходе топлива 20 т/ч снижение составляет 0,62 т. экв. CO₂ – «углеродный след»;
- зафиксировано снижение NOx и SOx на 3-5% на аналогичных паровых нагрузках по сравнению с эксплуатацией до установки Xplate.

Исследования на Нижнекамской ТЭЦ проводились при участии ООО «Квантум Энерджи» и авторов статьи, сотрудников кафедры «Атомные и тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Заключение (Conclusion)

XPlate – это инновационная топливосберегающая НАНО технология, не имеющая на сегодняшний день аналогов в мире. Xplate работает в автономном режиме без внешнего источника электропитания, что дополнительно обеспечивает безопасность ее эксплуатации на опасных технологических объектах. Для установки (инсталляции) Xplate пластин не требуется остановки работы энергоагрегата (котел, печь, сушильный барабан) или производственного цеха, а сама установка легко происходит в течение 30-40 минут на внешнюю поверхность улитки вентилятора подачи воздуха, силами одного, двух специалистов. Временной срок окупаемости: 10-16 месяцев.

В части инструментов по декарбонизации – снижению «углеродного следа» применение технологии XPlate может являться наименее затратным способом и наиболее эффективным. Гарантийный срок работы XPlate пластин – 2 года. Общий временной срок работы – 10 лет.

Инженерно-технические мероприятия с установкой XPlate пластин на энергетическом оборудовании, связанном с процессом горения в присутствии воздуха будет способствовать высоким экономическим результатам предприятия и получению прибыли.

XPlate технология может обеспечить экономию расхода топлива при использовании природного газа – 1,5-3,0%, при использовании мазута и тяжелых нефтяных остатков (ТНО) – 2,5-3,5%, при использовании нефти – 2-5%, при использовании биомассы более 5%.

Литература

1. Фрейман Ю.А., Ежовский А., Сумароков В.В. Теория аномалии теплового расширения твердого азота из-за примеси O_2 // Journal of physics C: Физика твердого тела. – 2008.– Т.19, № 27.
2. Адхикари Н.П. Фундаментальное исследование кислородных кластеров $(O)_n$, $n = 2 - 9$ и озона. // American Scientific Publishers Квантовая материя – 2016.– Т.5, № 3 – С. 379-382.
3. Бухмиров, В. В. Экспериментальное исследование новой технологии повышения эффективности сжигания топлива / В. В. Бухмиров, А. К. Гаськов, А. В. Данилов // Новости теплоснабжения. – 2012. – № 11. – С. 20-21. – EDN YRXBDP.
4. Лобанов В.Г. Технический отчет по результатам испытаний технологии XPlate на кафедре «Металлургии цветных металлов» Уральского Федерального Университета им. Б.Н. Ельцина// В.Г. Лобанов, К.Д. Наумов – 2019.»
5. Исследование влияния топливосберегающей технологии XPlate™ на эффективность работы котлоагрегатов // Отчет о научно-исследовательской работе РНПУП «Институт энергетики национальной академии наук Беларуси» – 2022
6. Отчет по итогам проведения промышленных испытаний технологии XPlate™ на медеплавильной печи «AUSMEL» ЗАО «Карабашмедь» – 2014. / <https://kvantenergo.by/xplate>
7. Отчет о результатах внедрения технологии XPlate™ на колбасном заводе CPF Food and Beverage Company Limited. Таиланд – 2020.
8. Neo Tech Energy Официальный диллер XPlate™ и MXT9 «Инновационная топливосберегающая технология XPlate™» <https://neotechenergy.ru/xplate>

Авторы публикации

Низамова Альфия Шарифовна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Атомные и тепловые электрические станции (АТЭС) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ), г. Казань, Россия. nizamova_tes@mail.ru

Шагиева Гузель Камилевна – канд. техн. наук, ассистент кафедры «Атомные и тепловые электрические станции (АТЭС) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ), г. Казань, Россия. h.g.ka@mail.ru

References

1. Frejman Yu.A., Ezhovskij A., Sumarokov V.V. Teoriya anomalii teplovogo rasshireniya tverdogo azota iz-za primesi O_2 // Journal of physics C: Fizika tverdogo tela. – 2008.– Т.19, № 27.
2. Adhikari N.P. Fundamental'noe issledovanie kislородnyh klasterov $(O)_n$, $n = 2 - 9$ i ozona.// American Scientific Publishers Kvantovaya materiya – 2016.– Т.5, № 3 – S. 379-382.
3. Buhmirov, V. V. Eksperimental'noe issledovanie novoj tekhnologii povysheniya effektivnosti szhiganiya topliva / V. V. Buhmirov, A. K. Gas'kov, A. V. Danilov // Novosti teplosnabzheniya. – 2012. – № 11. – S. 20-21. – EDN YRXBDP.

4. Lobanov V.G. Tekhnicheskij otchet po rezul'tatam ispytaniy tekhnologii XPlate na kafedre «Metallurgii cvetnyh metallov» Ural'skogo Federal'nogo Universiteta im. B.N. El'cina// V.G. Lobanov, K.D. Naumov – 2019.»

5. Issledovanie vliyaniya toplivosberegayushchej tekhnologii XPlatetm na effektivnost' raboty kotloagregatov // Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote RNPUP «Institut energetiki nacional'noj akademii nauk Belarusi» – 2022

6. Otchet po itogam provedeniya promyshlennyh ispytaniyah tekhnologii XPlatetm na medeplavil'noj pechi «AUSMEL» ZAO «Karabashmed» – 2014. / <https://kvantenergo.by/xplate>

7. Otchet o rezul'tatah vnedreniya tekhnologii XPlatetm na kolbasnom zavode CPF Food and Beverage Company Limited. Tailand – 2020.

8. Neo Tech Energy Oficial'nyj diller XPlatetm i MXT9 «Innovacionnaya toplivosberegayushchaya tekhnologiya XPlatetm » <https://neotechenergy.ru/xplate> Authors of the publication

Authors of the publication

Alfiya Sh. Nizamova – Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia. nizamova_tes@mail.ru

Guzel' K. Shagieva – Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia. h.g.ka@mail.ru

Шифр научной специальности: 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Получено **28.11.2024г.**

Отредактировано **14.02.2025 г.**

Принято **17.03.2025 г.**