

Айгерим Еркеновна Сатыбалдинова – техникалық ғылымдар магистрі, «Техникалық физика және жылу энергетика» кафедрасының оқытушысы; Қазақстан Республикасы, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: aigerimsemei@mail.ru.

Айым Бауыржанқызы Леонидова – техника ғылымдарының магистрі, «Техникалық физика және жылу энергетика» кафедрасының аға оқытушысы; Қазақстан Республикасы, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: aiym.leonidova@mail.ru.

Оңдасын Қорасбекұлы Құлмаханбет – «Техникалық физика» мамандығы бойынша 4-ші курс студенті; Қазақстан Республикасы, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: ongassyn@list.ru.

Сергей Львович Елистратов – техника ғылымдарының докторы, Ресей, «Жылу электр станциялары» кафедрасының доценті; e-mail: elistratov@corp.nstu.ru.

Information about the authors

Daniyar Nurgaliev* – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technical Physics and Heat Power Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: daniarsemei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1650-1077>.

Aigerim Satybaldinova – Master of Technical Sciences, Lecturer of the Department of Technical Physics and Heat Power Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aigerimsemei@mail.ru.

Aiym Leonidova – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technical Physics and Heat Power Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aiym.leonidova@mail.ru.

Ondasyn Kulmakhanbet – 4th year student of the specialty «Technical Physics»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: ongassyn@list.ru.

Sergey Elistratov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Power Plants, Russia; e-mail: elistratov@corp.nstu.ru.

Поступила в редакцию 03.09.2024
Поступила после доработки 13.09.2024
Принята к публикации 16.09.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-36](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-36)

МРНТИ: 44.31.31



Т.Н. Умыржан^{1*}, Н.Н. Умыржан¹, Ж.К. Алдажуманов¹, Н.А. Демин², С.Л. Елистратов³

¹Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20 А

²Территориальный департамент Комитета Атомного и энергетического надзора и контроля

Министерства энергетики Республики Казахстан по области Абай,

071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Лукпана Утепбаева, д.4

³Новосибирский государственный технический университет,

630073, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, корпус 1, ком.10

*e-mail: timirlan-95@mail.ru

РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛАХ

Аннотация: В данной работе проведено исследование влияния рециркуляции дымовых газов на ключевые параметры процесса сгорания топлива, такие как тепловое выделение и адиабатическая температура горения. На основе математической обработки экспериментальных данных были получены уравнения, отражающие зависимость полезного тепловыделения и адиабатической температуры горения от коэффициента рециркуляции газов. Согласно результатам исследования, полезное тепловыделение в топочной камере увеличивается пропорционально росту коэффициента рециркуляции. Это указывает на то, что повышение уровня рециркуляции способствует увеличению тепловой эффективности сгорания, улучшая теплообменные процессы внутри топочной камеры.

Аналогичная тенденция наблюдается и для адиабатической температуры горения. Установлено, что адиабатическая температура горения также возрастает с увеличением коэффициента рециркуляции, что свидетельствует о значительном влиянии рециркуляции на повышение температурных показателей в процессе горения. Повышение температуры горения связано с улучшением сжигания топлива и более полным использованием его энергетического потенциала. Это, в свою очередь, может способствовать снижению выбросов вредных веществ, таких как оксиды азота и углерода, что является важным фактором для экологической безопасности.

Таким образом, результаты исследования демонстрируют, что рециркуляция дымовых газов оказывает существенное влияние на процессы теплообмена и температуру сгорания. Это делает рециркуляцию эффективным инструментом для повышения тепловой эффективности и снижения экологической нагрузки на окружающую среду. Применение данного метода в современных энергосистемах способствует не только улучшению производственных показателей, но и выполнению экологических требований. Результаты исследования подтверждают целесообразность внедрения рециркуляции дымовых газов для повышения общей эффективности и экологической безопасности энергетических установок.

Ключевые слова: рециркуляция дымовых газов, топливо, теплообмен, полезное тепловыделение, адиабатическая температура горения, экологическая безопасность.

Введение

Современные тенденции в энергетике требуют постоянного повышения эффективности работы тепловых установок и строгого соблюдения экологических стандартов. Одним из ключевых аспектов, влияющих на производительность и экологическую безопасность топочных процессов, является оптимизация теплообмена и снижение вредных выбросов. В этом контексте особое внимание уделяется методу рециркуляции дымовых газов, который зарекомендовал себя как эффективное средство регулирования параметров сгорания топлива [1-3].

Рециркуляция дымовых газов заключается в возврате части отработанных газов в топочную камеру для снижения температуры в зоне сгорания. Это приводит к уменьшению выбросов оксидов азота (NO_x), которые образуются при высоких температурах, а также к улучшению теплообменных процессов в котлах. Регулирование температурного режима путем подачи дымовых газов в различные зоны топки (верхнюю или нижнюю) позволяет эффективно контролировать выходные параметры, такие как температура отходящих газов и степень перегрева пара [4-7].

Кроме того, применение рециркуляции дымовых газов способствует снижению термических напряжений на элементы котельного оборудования, что увеличивает его долговечность и снижает эксплуатационные расходы. Учитывая всё возрастающие требования к экологической безопасности и эффективности энергосистем, данный метод представляет собой важный инструмент для оптимизации топочных процессов [8-10].

Постановка задачи

Цель исследования состоит в изучении и оценке различных методов рециркуляции дымовых газов в топочных камерах, применяемых при сжигании угля в энергетических котлах.

Введение дымовых газов в процесс сгорания топлива предназначено для решения множества технологических и экологических задач, таких как:

- понижение температуры выходящих газов при высоких нагрузках достигается за счёт подачи дымовых газов в верхнюю часть топочной камеры;
- контроль температуры отходящих газов и регулирование температуры перегрева пара осуществляется через введение дымовых газов в нижнюю зону топки;
- предотвращение образования оксидов азота, связанных с топливом и воздухом, обеспечивается посредством применения рециркуляции дымовых газов.

Результаты исследований

В ходе проведенного анализа была изучена взаимосвязь между полезным тепловыделением в топке и адиабатической температурой горения в зависимости от коэффициента рециркуляции газов.

На основании проведенного экспериментального исследования были получены данные для построения графика, показывающего зависимость показателей от уровня рециркуляции газа (рис. 1).

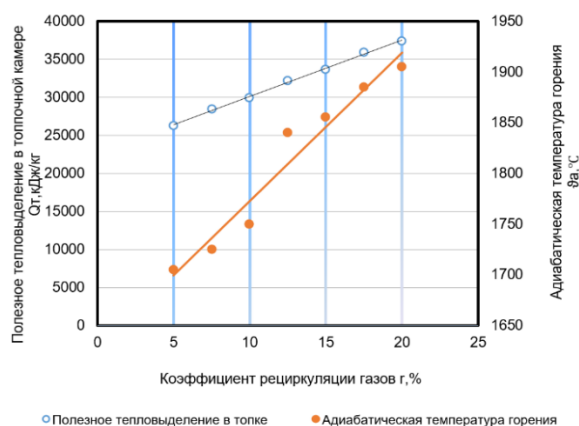


Рисунок 1 – Зависимость полезного тепловыделения в топке и адиабатической температуры горения от коэффициента рециркуляции

На основе математической обработки экспериментальных данных были получены следующие уравнения, характеризующие влияние коэффициента рециркуляции на указанные параметры:

1) изменение полезного тепловыделения в топке Q_T , выраженное в кДж/кг, в зависимости от коэффициента рециркуляции γ (в %), описывается уравнением:

$$Q_T = 742,5\gamma + 22678 \quad (1)$$

Согласно данному уравнению, с увеличением коэффициента рециркуляции наблюдается пропорциональное увеличение полезного тепловыделения. Это указывает на то, что повышение уровня рециркуляции газа способствует увеличению тепловой эффективности процесса сгорания.

2) изменение адиабатической температуры горения θ_a , °C, в зависимости от коэффициента рециркуляции γ , %, определяется уравнением:

$$\theta_a = 14,50\gamma + 1641 \quad (2)$$

Полученное уравнение показывает, что адиабатическая температура горения также увеличивается с ростом коэффициента рециркуляции. Это свидетельствует о том, что повышение уровня рециркуляции влияет на изменение температуры горения, что может иметь значительное значение для оптимизации топочного процесса и контроля выбросов.

Эти результаты демонстрируют, что применение рециркуляции дымовых газов оказывает значительное влияние на теплообмен и температурные параметры процесса горения, что подтверждает эффективность этого метода для повышения производительности и экологической безопасности энергетических установок.

Выводы

Рециркуляция дымовых газов существенно влияет на эффективность топочного процесса, обеспечивая пропорциональное увеличение полезного тепловыделения и рост адиабатической температуры горения с повышением коэффициента рециркуляции. Полученные результаты подтверждают, что использование рециркуляции дымовых газов оптимизирует процессы теплообмена, повышает тепловую эффективность сгорания и способствует снижению экологического воздействия. Это делает данный метод эффективным инструментом для повышения производительности и улучшения экологической безопасности энергетических установок.

Список литературы

1. К вопросу эффективности применения рециркуляции дымовых газов в энергетических котлах, работающих на твердом топливе / Т.Н. Умыржан и др. // Энергетика и энергосбережение: теория и практика: Сборник материалов VII международной научно-практической конференции, Кемерово, 07-09 декабря 2022 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2023. – С. 171-1-171-5.

2. Бусыгин С.В. Моделирование процесса рециркуляции дымовых газов энергетического котла с применением комплекса программ для оценки эффективности мероприятий направленных на подавление выбросов NOx при сжигании природного газа на ТЭС / С.В. Бусыгин // Развитие методов прикладной математики для решения междисциплинарных проблем энергетики: Материалы I Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Ульяновск, 06–07 октября 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2021. – С. 176-179.
3. Effects of flue gas recirculation on self-excited combustion instability and NOx emission of a premixed flame / D. Pan et al // Thermal Science and Engineering Progress. – 2022. – Т. 30. – С. 101252.
4. Junwei S. Influence of Different Flue Gas Recirculation Schemes on 1000 MW Ultra-supercritical Double Reheat Boiler / S. Junwei, D. Weibao, Y. Weiping // [J]. JOURNAL OF ENGINEERING FOR THERMAL ENERGY AND POWER. – 2019. – № 34(5). – Р. 49-56.
5. Умыржан, Н.Н. Рециркуляция дымовых газов как способ эффективного регулирования топочного процесса / Н.Н. Умыржан, А.И. Мануленко, Т.Н. Умыржан // Энергия-2022. Теплоэнергетика: Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. В 6 т., Иваново, 11-13 мая 2022 года. Том 1. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 18.
6. Characteristics and flame appearance of oxy-fuel combustion using flue gas recirculation / M. Abdelaal et al // Fuel. – 2021. – Т. 297. – С. 120775.
7. Ahn J. Combustion characteristics of 0.5 MW class oxy-fuel FGR (flue gas recirculation) boiler for CO2 capture / J. Ahn, H.J. Kim // Energies. – 2021. – Т. 14, № 14. – С. 4333.
8. Рециркуляция дымовых газов как способ внедрения экологических технологий в энергетических котлах / Н. Умыржан и др. // Вестник КазАТК. – 2021. – Т. 119, № 4. – С. 113-120.
9. Патент № 2761254 С1 Российская Федерация, МПК F23C 13/00. Устройство рециркуляции дымовых газов: № 2021107646: заявл. 22.03.2021: опубл. 06.12.2021 / С.В. Александров.
10. Zhu Y. Combustion characteristic study with a flue gas internal and external double recirculation burner / Y. Zhu, C. Wang, X. Chen // Chemical Engineering and Processing-Process Intensification. – 2021. – Т. 162. – С. 108345.

References

1. K voprosu ehffektivnosti primeneniya retsirkulyatsii dymovykh gazov v ehnergeticheskikh kotlakh, rabotayushchikh na tverdom toplive / T.N. Umyrzhani i dr. // Ehnergetika i ehnergobezopasnost: teoriya i praktika: Sbornik materialov VII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Kemerovo, 07-09 dekabrya 2022 goda. – Kemerovo: Kuzbasskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni T.F. Gorbacheva, 2023. – S. 171-1-171-5. (In Russian).
2. Busygin, S.V. Modelirovanie protsessa retsirkulyatsii dymovykh gazov ehnergeticheskogo kotla s primeneniem kompleksa programm dlya otsenki ehffektivnosti meropriyatiy napravlennykh na podavlenie vybrosov NOx pri szhigani prirodnogo gaza na TEHS / S V. Busygin // Razvitie metodov prikladnoi matematiki dlya resheniya mezhdistsiplinarykh problem ehnergetiki: Materialy I Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Ul'yanovsk, 06–07 oktyabrya 2021 goda. – Ul'yanovsk: Ul'yanovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2021. – S. 176-179. (In Russian).
3. Effects of flue gas recirculation on self-excited combustion instability and NOx emission of a premixed flame / D. Pan et al // Thermal Science and Engineering Progress. – 2022. – Т. 30. – S. 101252. (In English).
4. Junwei S. Influence of Different Flue Gas Recirculation Schemes on 1000 MW Ultra-supercritical Double Reheat Boiler / S. Junwei, D. Weibao, Y. Weiping // [J]. Journal of Engineering for Thermal Energy And Power. – 2019. – № 34(5). – R. 49-56. (In English).
5. Umyrzhani, N.N. Retsirkulyatsiya dymovykh gazov kak sposob ehffektivnogo regulirovaniya topochnogo protsessa / N.N. Umyrzhani, A.I. Manulenko, T.N. Umyrzhani // Ehnergiya-2022. Teploehnergetika: Semnadtsataya vserossiiskaya (devyataya mezhdunarodnaya) nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. V 6 t., Ivanovo, 11–13 maya 2022 goda. Tom 1. – Ivanovo: Ivanovskii gosudarstvennyi ehnergeticheskii universitet im. V.I. Lenina, 2022. – S. 18. (In Russian).

6. Characteristics and flame appearance of oxy-fuel combustion using flue gas recirculation / M. Abdelaal et al // Fuel. – 2021. – Т. 297. – S. 120775. (In English).
7. Ahn J. Combustion characteristics of 0.5 MW class oxy-fuel FGR (flue gas recirculation) boiler for CO₂ capture / J. Ahn, H.J. Kim // Energies. – 2021. – Т. 14, № 14. – S. 4333. (In English).
8. Retsirkulyatsiya dymovykh gazov kak sposob vnedreniya ehkologicheskikh tekhnologii v ehnergeticheskikh kotlakh / N. Umyrzhaniy dr. // Vestnik KAZATK. – 2021. – Т. 119, № 4. – S. 113-120. (In Russian).
9. Patent № 2761254 C1 Rossiiskaya Federatsiya, MPK F23C 13/00. Ustroistvo retsirkulyatsii dymovykh gazov: № 2021107646: zayavl. 22.03.2021: opubl. 06.12.2021 / S.V. Aleksandrov. (In Russian).
10. Zhu Y. Combustion characteristic study with a flue gas internal and external double recirculation burner / Y. Zhu, C. Wang, X. Chen // Chemical Engineering and Processing-Process Intensification. – 2021. – Т. 162. – S. 108345. (In English).

Т.Н. Өміржан^{1*}, Н.Н. Өміржан¹, Ж.К. Алдажуманов¹, Н.А. Демин², С.Л. Елистратов³

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

²Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі Атом және энергетикалық қадағалау және бақылау комитетінің Абай облысы бойынша аумақтық департаменті,
071400, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Лұқпан Өтепбаев көшесі, 4-үй

³Новосібір мемлекеттік техникалық университеті,
630073, Ресей Федерациясы, Новосибирск қ., Маркс даңғылы, 20, 1 корпус, ком.10
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

ТҮТІН ГАЗЫН ҚАЙТА ӨңДЕУ ЖЫЛУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ ҚАЗАНДЫҚТАРЫНДАҒЫ ШЫҒАРЫНДЫЛАРДЫ АЗАЙТУ ТӘСІЛІ РЕТІНДЕ

Бұл жұмыста түтін газдарын рециркуляциялау отынның жану процесінің негізгі параметрлеріне, атап айтқанда, жылу бөлінуі мен адиабаталық жану температурасына әсері зерттелді. Эксперименттік деректерді математикалық өңдеу негізінде түтін газдарының рециркуляция коэффициентіне байланысты пайдалы жылу бөлінуі мен адиабаталық жану температурасының тәуелділігін көрсететін теңдеулер алынды. Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, рециркуляция коэффициентінің өсуімен пештегі пайдалы жылу бөлінуі пропорционалды түрде артады. Бұл рециркуляция деңгейінің жоғарылауы жану процесінің жылу тиімділігін арттыруға, пеш ішіндегі жылу алмасу процесстерін жақсартуға ықпал ететінін көрсетеді.

Осындай үрдіс адиабаталық жану температурасына да тән. Адиабаталық жану температурасы рециркуляция коэффициентінің өсуімен де артады, бұл рециркуляцияның жану процесінің температуралық параметрлерін арттыруға айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді. Жану температурасының көтерілуі отынның жақсы жануымен және оның энергетикалық әлеуетін неғұрлым толық пайдаланумен байланысты. Бұл өз кезегінде азот оксидтері мен көміртегі сияқты зиянды заттардың шығарындыларын азайтуға ықпал етуі мүмкін, бұл экологиялық қауіпсіздік үшін маңызды фактор болып табылады.

Осылайша, зерттеу нәтижелері түтін газдарының рециркуляциясы жылу алмасу процесстеріне және жану температурасына айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді. Бұл рециркуляцияны жылу тиімділігін арттыру және қоршаған ортаға әсерді азайту үшін тиімді құрал етеді. Бұл әдісті қазіргі заманғы энергетикалық жүйелерде қолдану өндірістік көрсеткіштерді жақсартуға ғана емес, сонымен қатар экологиялық талаптарды орындауға да ықпал етеді. Зерттеу нәтижелері түтін газдарын рециркуляциялауды энергетикалық қондырғылардың жалпы тиімділігін және экологиялық қауіпсіздігін арттырудың орындылығын растайды.

Түйін сөздер: түтін газдарының рециркуляциясы, отын, жылу алмасу, пайдалы жылу шығару, адиабаттық жану температурасы, экологиялық қауіпсіздік.

T.N. Umyrzhaniy^{1*}, N.N. Umyrzhaniy¹, J.K. Aldazhumanov¹, N.A. Demin², S.L. Elistratov³

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

²Territorial Department of the Committee for Atomic and Energy Supervision and Control of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan in the Abai region,
071400, Republic of Kazakhstan, Semey, Lukpan Utepbaev str., 4

³Novosibirsk State Technical University,
630073, Russian Federation, Novosibirsk, K. Marx Ave., 20, building 1, room.10
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

FLUE GAS RECIRCULATION AS A WAY TO IMPROVE THERMAL EFFICIENCY AND REDUCE EMISSIONS IN POWER BOILERS

This study investigates the impact of flue gas recirculation on key parameters of the fuel combustion process, such as heat release and adiabatic combustion temperature. Based on the mathematical processing of experimental data, equations were obtained that reflect the dependence of useful heat release and adiabatic combustion temperature on the gas recirculation coefficient. According to the results of the study, the useful heat release in the furnace increases proportionally with the growth of the recirculation coefficient. This indicates that an increase in the level of recirculation contributes to an increase in combustion thermal efficiency, improving heat exchange processes within the furnace.

A similar trend is observed for the adiabatic combustion temperature. It was found that the adiabatic combustion temperature also increases with an increase in the recirculation coefficient, which indicates the significant influence of recirculation on raising the temperature parameters of the combustion process. The rise in combustion temperature is associated with improved fuel combustion and more complete utilization of its energy potential. This, in turn, can contribute to a reduction in emissions of harmful substances such as nitrogen oxides and carbon, which is an important factor for environmental safety.

Thus, the results of the study demonstrate that flue gas recirculation has a significant impact on heat exchange processes and combustion temperature. This makes recirculation an effective tool for increasing thermal efficiency and reducing the environmental impact. The application of this method in modern energy systems not only improves production performance but also ensures compliance with environmental requirements. The study results confirm the feasibility of implementing flue gas recirculation to enhance overall efficiency and environmental safety in energy installations.

Key words: flue gas recirculation, fuel, heat exchange, useful heat release, adiabatic combustion temperature, environmental safety.

Сведения об авторах

Темірлан Нұрланұлы Умыржан* – докторант образовательной программы 8D05302-«Техническая физика» кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: timirlan-95@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9111-1975>.

Нұржан Нұрланұлы Умыржан – магистрант кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: nurka20029568@gmail.com.

Жан Касенович Алдажуманов – старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: jean1974@mail.ru.

Николай Александрович Демин – заместитель руководителя территориального департамента Комитета атомного и энергетического надзора и контроля Министерства энергетики Республики Казахстан по области Абай, Республика Казахстан; e-mail: nik.dyomin87@mail.ru.

Сергей Львович Елистратов – доктор технических наук, профессор кафедры «Тепловых электрических станций»; Новосибирский государственный технический университет, Российская Федерация; e-mail: elistratov@corp.nstu.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Темірлан Нұрланұлы Умыржан* – «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының 8D05302 «Техникалық физика» білім беру бағдарламасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: timirlan-95@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9111-1975>.

Нұржан Нұрланұлы Умыржан – «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: nurka20029568@gmail.com.

Жан Касенович Алдажуманов – «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: jean1974@mail.ru.

Николай Александрович Демин – Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі Атомдық және энергетикалық қадағалау мен бақылау комитеті Абай облысы бойынша аумақтық департаменті басшысының орынбасары, Қазақстан Республикасы; e-mail: nik.dyomin87@mail.ru.

Сергей Львович Елистратов – техника ғылымдарының докторы, «Жылу электр станциялары» кафедрасының профессоры; Новосибир мемлекеттік техникалық университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: elistratov@corp.nstu.ru.

Information about the authors

Temirlan Nurlanuly Umyrzhan* – doctoral student of the educational programme 8D05302 «Technical Physics» of the Department of «Technical Physics and Heat Power Engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: timirlan-95@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9111-1975>.

Nurzhhan Nurlanuly Umyrzhan – master's student of the Department of «Technical Physics and Heat Power Engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: nurka20029568@gmail.com.

Zhan Kasenovich Aldazhumanov – senior lecturer, Department of «Technical Physics and Heat Power Engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: jean1974@mail.ru.

Nikolay Aleksandrovich Demin – deputy head of the territorial department of the atomic and energy supervision and control committee of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan for the Abay region, Republic of Kazakhstan; e-mail: nik.dyomin87@mail.ru.

Sergey Lvovich Elistratov – doctor of technical sciences, professor of the Department of «Heat Power Plants»; Novosibirsk State Technical University, Russian Federation; e-mail: elistratov@corp.nstu.ru.

Поступила в редакцию 06.09.2024

Поступила после доработки 19.09.2024

Принята к публикации 20.09.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-37](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-37)



FTAXP: 44.31.31

Т.Н. Умыржан^{1*}, Н.Н. Умыржан¹, А.Н. Шалаганова¹, А.С. Кузкенов², С.Л. Елистратов³

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Глинка көшесі, 20 А

²«Теплокоммунэнерго» ММК,
070000, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Әуезов даңғылы, 111

³Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті,
630073, Ресей Федерациясы, Новосибирск қаласы, Маркс даңғылы, 20, 1 корпус, ком.10
*e-mail: timirlan-95@mail.ru

КЕУЕКТІ МЕТАЛДАРДЫҢ ЖЫЛУ АЛМАСУ АППАРАТТАРЫНДА ҚОЛДАНЫЛУ ТИІМДІЛІГІНІҢ ТАЛДАУЫ

Аңдатпа: Бұл зерттеуде кеуекті металдардың жылу алмасу аппараттарында қолданылу тиімділігін талдауға бағытталған, олардың жылу алмасу процестерін жақсартуға әсеріне ерекше назар аударады. Кеуекті металдар өздерінің ерекше құрылымы арқасында жоғары жылу өткізгіштікке және кеңейтілген байланыс бетіне ие, бұл жылу алмасудың тиімділігін арттырады. Зерттеу барысында кеуекті коэффициенттің жылу алмасу сипаттамаларына әсерін бағалау үшін эксперименттер мен теориялық талдаулар жүргізілді. Масса шығыны мен жылу мөлшерінің кеуекті коэффициентке тәуелділігінің графигі осы тәуелділіктердің сызықты сипатын көрсетеді. Математикалық деректерді өңдеу кеуекті коэффициенттің ұлғаюы фреонның жылу мөлшері мен массалық шығынын арттыратынын көрсетті, бұл жылу алмасудың тиімділігін арттыруды көрсетеді. Нәтижелер кеуекті металдардың жылу алмасушылардың және энергия үнемдеу көрсеткіштерінің едәуір жақсаратынын растайды. Жүргізілген зерттеу негізінде кеуекті металдарды жылу алмасу аппараттарында қолдануды әрі қарай зерттеу және енгізу ұсынылады, бұл олардың жұмысын оңтайландырып, жүйенің жалпы тиімділігін арттырады. Бұл нәтижелер кеуекті металдардың энергия және машина жасау сияқты әртүрлі салаларда қолдануға жаңа перспективаларды ашады.

Түйін сөздер: кеуекті металдар, жылу алмастырғыштар, жылу алмасу тиімділігі, кеуектілік коэффициенті, жылу техникасы, эксперименттік зерттеу, сызықтық тәуелділік.