

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**Колбасенко Олег Васильович**

УДК 621.036

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ, ЕКОЛОГІЧНОЇ**  
**ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ КОТЕЛЬНИХ**  
**УСТАНОВОК АКТИВАЦІЄЮ ГОРІННЯ ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ**

Спеціальність 144 – Теплоенергетика  
Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



О. В. Колбасенко

Науковий керівник:

Кошельнік Олександр Вадимович,  
кандидат технічних наук, доцент

Харків – 2025

## АНОТАЦІЯ

*Колбасенко О.В.* Підвищення техніко-економічної, екологічної ефективності та надійності роботи котельних установок активацією горіння водопаливних емульсій. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 144 – Теплоенергетика (14 – Електрична інженерія). – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків, 2025.

Дисертаційна робота присвячена дослідженням процесів спалювання водопаливної емульсії на основі мазуту з метою удосконалення технології її використання в топкових камерах котельних установок.

*Об'єктом дослідження* є фізико-хімічні процеси, що відбуваються при спалюванні водопаливних емульсій в топкових камерах котельних установок.

*Предметом дослідження* є закономірності, що характеризують процес спалювання водопаливних емульсій та їх вплив на ефективність, екологічність та надійність роботи котельних установок.

*Метою дисертаційної роботи* є наукове обґрунтування теоретичних положень і розробка практичних рішень щодо підвищення техніко-економічних, екологічних показників роботи та надійності експлуатації котельних установок при спалюванні водопаливних емульсій.

*У вступі* обґрунтовано актуальність теми роботи, що пов'язана з проблемою використання водопаливних емульсій для підвищення енергоекологічної ефективності та надійності експлуатації котельного обладнання. Аналізуючи сучасний стан проблеми, показано, що існуючі дослідження не враховують весь комплекс параметрів, що впливає на процеси спалювання водопаливної емульсії. Визначені мета та задачі дослідження, наведено дані про її наукову новизну, практичне значення, апробацію результатів та публікації за темою роботи.

*У першому розділі* представлений аналіз джерел інформації з питань

використання водопаливних емульсій в двигунах, газотурбінних та котельних установках. Проаналізовані фактори, що впливають на процес згорання водопаливних емульсій в порівнянні з традиційними способами підвищення якості горіння – упорскуванням водяної пари або введенням води в зону горіння. Проаналізовано вплив якості води на ефективність роботи енергетичних установок та методи її підготовки, показано необхідність застосування додаткових заходів для активації робочих процесів, у тому числі кавітаційної обробки на стадії підготовки ВПЕ. Ззначається недостатня повнота інформації щодо визначення вимог до якості води для ВПЕ та параметрів робочих процесів при спалюванні емульсії за умов різного водовмісту.

*У другому розділі* розглянуто процеси вібраційного горіння та їх вплив на спалювання водопаливної емульсії. Розглянуто різні види вібраційного горіння та їх математичний опис. Визначені умови, за яких спостерігається позитивний вплив такого режиму горіння на інтенсифікацію теплообміну та зменшення шкідливих викидів у довкілля. Проаналізовані різні процеси перетворень водної фази ВПЕ, кожен з яких супроводжується різними закономірностями дроблення вихідних крапель палива.

*Третій розділ* присвячено дослідженням явища високо- та низькотемпературної корозії при спалюванні водопаливних емульсій. Представлено опис експериментальної установки та результати досліджень впливу мінеральної частини палива та води при спалюванні ВПЕ, температури поверхні металі та коефіцієнту надлишку повітря при різному солемісті води для сталі 20 та 1X18H10T. Проведено порівняльний аналіз витрат ВПЕ та мазуту, отримано залежності швидкості високотемпературної та низькотемпературної корозії при різному солемісті та коефіцієнті надлишку повітря. Шляхом обробки результатів експериментальних досліджень отримані регресійні рівняння, які дозволяють прогнозувати інтенсивність корозії при використанні ВПЕ та чистих палив, проведена оцінка погрешностей отриманих рівнянь.

*У четвертому розділі* запропоновані варіанти конструктивних рішень для

промислових та утилізаційних котлів з установкою конденсаційних поверхонь нагріву з різних матеріалів. Запропоновано використання скрубєрних технологій із застоуванням конденсаційних поверхонь із насадкою з не корозійних матеріалів. Для суднових котельних установок обґрунтовано використання електродіалізних технологій підготовки води, показана перевага їх використання. Розроблена схема технології комплексного використання паливно-енергетичних і водних ресурсів, особливістю якої є використання на етапах попередньої підготовки прісної води та палива кавітаційної обробки різної інтенсивності. Проведений аналіз впливу впорскування водяної пари на емісію шкідливих речовин при спалюванні ВПЕ у порівнянні з чистим паливом. За допомогою методів статистичної обробки даних отримано рівнянні багатовимірної регресії, що дозволяє визначити швидкість приросту забруднюючих речовин для спалювання ВПЕ з вмістом сірки до 30 %.

У висновках наведено основні результати наукової роботи щодо вирішення поставлених наукових задач дослідження.

*За результатами дослідження отримано такі наукові результати:*

– на основі проведених експериментальних досліджень отримані нові апроксимаційні залежності для визначення інтенсивності високо- та низькотемпературної корозії при використанні водопаливних емульсій з різним співвідношенням паливо/вода та вмістом сірки в діапазоні коефіцієнтів надлишку повітря 1,01-1,5;

– вперше розроблено прикладне рішення щодо компонування котельних установок з використанням скрубєрів з підігрівом повітря і підсушкою газів та надані рекомендації щодо вибору матеріалів, які забезпечують надійну роботу обладнання при температурі стінок нижче 70 °С за умов використання водопаливних емульсій, теплоти конденсації водяної пари та пари сірчаної кислоти;

– вперше запропоновано технологію комплексного використання паливно-енергетичних і водних ресурсів з електродіалізною обробкою води для суднових котлів, особливістю якої є наявність кавітаційної обробки різного

рівня інтенсивності на всіх етапах попередньої підготовки води, палива або нафтомасловмісних вод перед змішуванням у кавітаторі;

– отримано нове рівняння для визначення швидкості забруднення поверхонь нагріву котлів та газоходів, що враховують вплив коефіцієнта надлишку повітря, вмісту сірки та води у водопаливній емульсії при наявності корозійних процесів для широкого діапазону зазначених параметрів.

*Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:*

– отримано шляхом обробки експериментальних даних рівняння для визначення інтенсивності високо- та низькотемпературної корозії дозволять здійснювати довгострокове прогнозування динаміки розвитку корозійних процесів при спалюванні водопаливних емульсій різного складу;

– надано рекомендації щодо можливого рівня температури стінок поверхней нагріву котлів для різних марок сталі з урахуванням вмісту сірки та солевмісту води для приготування емульсії;

– використання розроблених конструктивних рішень щодо компонування котельних установок з використанням скрубера з підігрівом повітря і підсушкою газів дозволить забезпечити майже 100 % утилізацію теплоти конденсації пари сірчаної кислоти і водяної пари при надійній роботі конденсаційних поверхонь котлів і їх газоходів при температурі стінок менше 70 °С при спалюванні водопаливної емульсії;

– запропоновано технологію комплексного використання паливно-енергетичних і водних ресурсів з електродіалізною обробкою води для отримання ВПЕ, яка передбачає використання ділюату для кавітаційного приготування ВПЕ та католіту для зрошення скрубєрів з використанням теплоти конденсації пари  $H_2SO_4$  і  $H_2O$  та забезпечує підвищення екологічних і техніко-економічних показників роботи енергетичних установок;

– отримане рівняння багатовимірної регресії дозволить прогнозувати інтенсивність забруднення поверхонь нагріву та газоходів котельних установок при спалюванні ВПЕ з урахуванням впливу комплексу параметрів – коефіцієнту надлишку повітря, вмісту сірки та вологовмісту емульсії у

широкому діапазоні, що відповідає реальним режимам роботи обладнання.

Підтверджено практичну та теоретичну цінність отриманих результатів дослідження, надано практичні рекомендації щодо їх застосування, розглянуто перспективи їх подальшого розвитку.

*Ключові слова:* котельні установки, водопаливна емульсія, горіння, активація, водовміст, термоакустичні процеси, економія палива, зменшення шкідливих викидів, корозія, забруднення поверхонь, ефективність, надійність.

#### *Список публікацій здобувача*

*Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати:*

1. Колбасенко О.В., Димо Б.В., Горячкін А.В., Корнієнко В.С. Результати досліджень низькотемпературної корозії при спалюванні водопаливних емульсій. *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія : «Технічні науки»*. Маріуполь: ПДТУ, 2018. № 37. С. 44-52.

(Б)

2. Філіпщук О.М., Колбасенко О.В. Теплові і шкідливі викиди димових газів при спалюванні водопаливних емульсій. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. Миколаїв: НУК, 2019. № 3 (477). С. 10-17. (Б)

3. Колбасенко О.В. Вплив способів вводу води в полум'я на ефективність горіння і викиди оксидів азоту. *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія : «Технічні науки»*. Маріуполь: ПДТУ, 2020. № 40. С. 150-158. (Б)

4. Філіпщук О.М., Колбасенко О.В. Підвищення техніко-економічної ефективності суднових котельних установок при спалюванні водопаливних емульсій. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. Миколаїв: НУК, 2020. № 1 (479). С. 51-60. (Б)

*Опубліковані праці апробаційного характеру:*

5. Горячкін В. Ю., Горячкін А. В., Колбасенко О. В. Переваги спалювання кавітаційних водопаливних емульсій. *Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика* : Тези доповідей III Всеукр. науково-практ. конф. молодих вчених, фахівців, аспірантів, м. Маріуполь, 11-12 травня 2017 р. Маріуполь: Приазовський державний технічний університет, 2017. – С. 102-103.

6. Горячкін А. В., Колбасенко О. В. Доцільність і переваги використання скрубєрних технологій. *Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика* : Тези доповідей III Всеукр. науково-практ. конф. молодих вчених, фахівців, аспірантів, м. Маріуполь, 11–12 травня 2017 р. Маріуполь: Приазовський державний технічний університет, 2017. – С. 104-105.

7. Колбасенко О. В., Горячкін А. В., Дем'яненко В. С. Ефективність спалювання водопаливних емульсій в ДВЗ. *Сучасний стан та проблеми двигунобудування* : Матеріали V Міжнар. науково-техн. конф. присвяченої 160-річчю з дня народження Рудольфа Дизеля, м. Миколаїв, 21–22 листопада 2018 р. Миколаїв : Видавець Торубара В.В., 2018. – С. 80-82.

8. Димо Б.В., Колбасенко О.В., Горячкін А.В., Язловецький А.В. Підвищення екологічних, техніко-економічних показників та надійності роботи елементів СЕУ при спалюванні водопаливних емульсій. *Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування* : Матеріали X-ї Міжнар. науково-практ. конф., м. Херсон, 12–13 вересня 2019 р. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2019. – С. 110-112.

9. Kolbasenko O., Kundenko M., Vakhonina L., Rudenko A., Mardziavko V. Improving the reliability of elements of energy installations when combustion of different quality fuel. *IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)* (м. Кременчук, 27-30 вересня 2023 р.). Kremenchuk, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 2023. – P. 1-6 (Scopus).

10. Kolbasenko O., Kundenko M., Sadovoy O., Rudenko A., Mardziavko V. Research of the vibration mode of combustion of water-fuel emulsion for improving

the efficiency indicators of the power plant. *IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)* (м. Кременчук, 27-30 вересня 2023 р.). Kremenchuk, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 2023. – P. 1-7 (Scopus).

11. Колбасенко О.В., Димо Б.В., Анастасенко С.М., Стельмах О.І. Підвищення ефективності спалювання водопаливних емульсій в ДВЗ. *Суднова енергетика: стан та проблеми* : Матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф., м. Миколаїв, 07-08 листопада 2023 р. Миколаїв : Видавець Торубара В.В., 2023. – С.181-188.

12. Kolbasenko O., Dymo B., Anastasenko S., Stelmakh O. Increasing the efficiency of combustion of water fuel emulsions in internal combustion engines. *Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування* : Матеріали 15-ої Міжнар. наук.-практ. конф., м. Херсон, 13-15 березня 2024 р. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2024. – С.42-45.

13. Kolbasenko O., Dymo B. Efficiency of water input into the flame on combustion quality and nitrogen oxide emissions. *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці* : Матеріали XV Міжнар. наук.-техн. конф., м. Миколаїв, 26–27 вересня 2024 р. Миколаїв : НУК, 2024. – С.172-175.

## ABSTRACT

*Kolbasenko O.V.* Improving the technical, economic, environmental efficiency and reliability of boiler installations by means of activating the combustion of water-fuel emulsions. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in specialty 144 – Thermal power engineering (14 – Electrical engineering). – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, 2025.

The results of research into the combustion of water-fuel emulsion are presented in the dissertation, as well as practical recommendations for improving the technology of its use in combustion chambers of boiler installations that have been developed.

*The object of the study* is the physicochemical processes that occur during the combustion of water-fuel emulsions in the combustion chambers of boiler installations.

*The subject of the study* is the patterns that characterize the process of burning water-fuel emulsions and their influence on the efficiency, environmental friendliness and reliability of the operation of boiler installations.

*The objective of the dissertation* is scientific development of the theoretical basis and practical solutions to improve the technical, economic, environmental performance and reliability of boiler installations when using water-fuel emulsions.

The *introduction* demonstrates the relevance of the topic of the dissertation, defines the research objectives, provides data on its scientific originality, practical significance, testing of the results, and publications made on the topic of the work.

*The first chapter* presents an analysis of sources of information on the use of water-fuel emulsions in engines, gas turbines, and boiler installations. Factors affecting the combustion process of water-fuel emulsions are analyzed in comparison with traditional methods of improving the quality of combustion, such as injecting steam or introducing water into the combustion zone. The influence of water quality on the efficiency of power generating installations and methods of its preparation are

analyzed, and the need for additional measures to activate work processes, including cavitation processing at the stage of preparation of the water-fuel emulsions, is shown. The lack of complete information on determining water quality requirements for water-fuel emulsions and work processes parameters when burning emulsion under conditions of different water content is pointed out.

In *the second chapter*, the processes of vibrational combustion and their influence on the combustion of water-fuel emulsion are examined. Different types of vibrational combustion and their mathematical description are considered. The conditions under which a positive effect of such combustion mode on the intensification of heat transfer and the reduction of harmful emissions into the environment is observed are determined. Various processes of transformation of the water phase of the water-fuel emulsions are analyzed, each of which is accompanied by different patterns of fragmentation of the initial fuel droplets.

*The third chapter* is devoted to the study of the phenomenon of high- and low-temperature corrosion during the combustion of water-fuel emulsions. A description of the experimental setup and the results of studies of the influence of the mineral part of the fuel and water during the combustion of water-fuel emulsions, as well as of the metal surface temperature and the excess air coefficient at different water salinity for steel 20 and 1X18N10T, are presented. A comparative analysis of the consumption of water-fuel emulsions and heavy fuel oil was conducted, and the dependences of the rate of high-temperature and low-temperature corrosion at different salt content and excess air coefficient were obtained. On the basis of processing the results of experimental studies, regression equations were obtained that allow predicting the intensity of corrosion when using water-fuel emulsions and pure fuels, and an assessment of the errors of the obtained equations was carried out.

In *the fourth chapter* design solutions for industrial and waste-to-energy boilers equipped with the condensing heating surfaces made of various materials are proposed. The use of scrubber technologies that envision condensation surfaces with a nozzle made of non-corrosive materials is proposed. For ship boiler installations, the use of electro dialysis technologies for water preparation is substantiated, and the

advantage of their use is shown. A scheme of the technology for the integrated use of fuel, energy and water resources has been developed, the feature of which is the use of cavitation processing of various levels of intensity at all stages of preliminary preparation of fresh water and fuel. An analysis of the influence of water vapor injection on the emission of harmful substances during the combustion of water-fuel emulsions in comparison with pure fuel was carried out. Using statistical data processing methods, multivariate regression equations were obtained, which allows determining the rate of increase in pollutants for the combustion of water-fuel emulsions with a sulfur content of up to 30%.

*In the conclusions*, the main results of the scientific work regarding the solution of the scientific problems set in the research are presented.

*The scientific originality* of the conducted research is attested by the following outcomes achieved for the first time:

- based on the conducted experimental studies, new approximation equations were obtained for determining the intensity of high- and low-temperature corrosion when using water-fuel emulsions with different fuel to water ratios and sulfur content in the range of excess air coefficients 1,01-1,5;

- applied solutions for the layout of boiler installations that use scrubbers with air heating and gas drying are proposed and recommendations are given for the selection of materials that ensure reliable operation of the equipment at a wall temperature below 70 °C under the conditions of burning water-fuel emulsions and using steam and sulfuric acid vapor heat of condensation;

- a technology for the integrated use of fuel, energy and water resources with electro dialysis water preparation for ship boilers has been proposed, a feature of which is the presence of cavitation processing of various levels of intensity at all stages of preliminary preparation of water, fuel or waters containing petroleum oil before mixing in a cavitator;

- a new equation was obtained to determine the rate of contamination of heating surfaces of boilers and gas ducts, which takes into account the influence of the excess air coefficient, sulfur and water content in the water-fuel emulsion in the

presence of corrosion processes for a wide range of these parameters.

*The practical significance of the results obtained is as follows:*

- the equations for determining the intensity of high- and low-temperature corrosion obtained by means of processing experimental data make possible long-term forecasting of the dynamics of corrosion processes during the combustion of water-fuel emulsions of various compositions;

- recommendations are provided regarding the possible temperature level of the walls of the heating surfaces of boilers for different grades of steel, taking into account the salt and sulfur content of the water for preparing the emulsion;

- the use of the developed design solutions for the layout of boiler installation using a scrubber with air heating and gas drying make possible ensuring almost 100% utilization of the condensation heat of sulfuric acid vapor and water vapor with reliable operation of the condensing surfaces of boilers and their gas ducts at a wall temperature of less than 70 °C during a water-fuel emulsion combustion;

- the proposed technology for the integrated use of fuel, energy and water resources with electro dialysis water processing to obtain a water-fuel emulsion involves the use of dilute in the scheme for cavitation preparation of water-fuel emulsions and catholyte for scrubber bedewing, which makes possible using the heat of condensation of  $H_2SO_4$  and  $H_2O$  vapors and ensures an increase in the environmental and economic indicators of power generating installations;

- the obtained multivariate regression equation makes possible predicting the intensity of contamination of boiler installation heating surfaces and gas ducts during the combustion of a water-fuel emulsion, taking into account the influence of the set of the parameters composed of excess air coefficient, sulfur content, and emulsion moisture content in a wide range that corresponds to real operating modes of the equipment.

The practical and theoretical value of the research results are confirmed, practical recommendations for their application are provided, and the prospects for their further development have been considered.

*Keywords:* boiler installations, water-fuel emulsion, combustion, activation, water content, thermoacoustic processes, fuel economy, reduction of harmful emissions, corrosion, surface contamination, efficiency, reliability.

*List of the applicant's publications*

*Scientific works in which the main scientific results are published:*

1. Kolbasenko O.V., Dymo B.V., Goryachkin A.V., Kornienko V.S. Results of studies of low-temperature corrosion during the combustion of water-fuel emulsions. *Reporter of the Priazovskyi State Technical University (Section: Technical sciences)*. Mariupol : PSTU, 2018. № 37. P. 44-52. (B)
2. Filipshchuk O.M., Kolbasenko O.V. Heat and harmful emissions from gases burning of water-fuel emulsions. *Collection of Scientific Papers of Admiral Makarov National University of Shipbuilding*. Mykolaiv : National University of Shipbuilding, 2019. № 3 (477). C. 10-17. (B)
3. Kolbasenko O.V. Influence of methods of introducing water into the flame on combustion efficiency and nitrogen oxide emissions. *Reporter of the Priazovskyi State Technical University. Section: Technical sciences*. Mariupol : PSTU, 2020. № 40. P. 150-158. (B)
4. Filipshchuk O.M., Kolbasenko O.V. Improvement of technical and economic efficiency of ship boiler units for combustion of waterfuel emulsions. *Collection of Scientific Papers of Admiral Makarov National University of Shipbuilding*. Mykolaiv: National University of Shipbuilding, 2020. № 1 (479). P. 51-60. (B)

*Proceeding and materials of conferences (Approbation):*

5. Goryachkin V.Y, Goryachkin A.V., Kolbasenko O.V. Advantages of cavitation processed water-fuel emulsion combustion. *Problems of energy saving in the industrial region. Science and practice : III All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists, specialists, postgraduate students, Mariupol, May*

11-12, 2017 : theses of reports. Mariupol: PSTU, 2017. – P. 102-103.

6. Goryachkin A.V., Kolbasenko O.V. The feasibility and benefits of using scrubber technologies. *Problems of energy saving in the industrial region. Science and practice* : III All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists, specialists, postgraduate students, Mariupol, May 11-12, 2017 : theses of reports. Mariupol: PSTU, 2017. – P. 104-105.

7. Kolbasenko O.V., Goryachkin A.V., Demyanenko V.S. Efficiency of combustion of water-fuel emulsions in ICE. *Problems of the Modern Engine Manufacturing : Proceedings of the International Scientific and Technical Conference*. Mykolaiv : Publisher Torubara V.V., 2018. – P. 80-82.

8. Dymo B.V., Kolbasenko O.V., Goryachkin A.V., Yazlovetsky A.V. Improvement of environmental, technical and economic indicators and reliability of SEI elements during combustion of water-fuel emulsions. Proceedings of the X International Scientific and Technical Conference. *Modern installations generating installations in transport, technologies and equipment for their maintenance*, Kherson, September 12-13, 2019. Kherson : KSMA, 2019. – P. 110-112.

9. Kolbasenko O., Kundenko M., Vakhonina L., Rudenko A., Mardziavko V. Improving the reliability of elements of energy installations when combustion of different quality fuel. *IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)* (Kremenchuk, September 27-30, 2023). Kremenchuk, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 2023. – P. 1-6 (Scopus).

10. Kolbasenko O., Kundenko M., Sadovoy O., Rudenko A., Mardziavko V. Research of the vibration mode of combustion of water-fuel emulsion for improving the efficiency indicators of the power plant. *IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)* (Kremenchuk, September 27-30, 2023). Kremenchuk, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 2023. – P. 1-7 (Scopus).

11. Kolbasenko O.V., Dymo B.V., Anastasenko S.M., Stelmakh O.. Increasing the efficiency of combustion of water-fuel emulsions in the ICE. *Ship*

*power engineering: state and problems* : Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference, Mykolaiv, November 07-08, 2023. Mykolaiv : Publisher Torubara V.V., 2023. – P. 181-188.

12. Kolbasenko Oleh, Dymo Borys, Anastasenko Serhii, Stelmakh Oleksiy. Increasing the efficiency of combustion of water fuel emulsions in internal combustion engines. *Modern installations generating installations in transport, technologies and equipment for their maintenance*. 15th International Scientific and Technical Conference, Kherson, March 13-15, 2024. Kherson : Kherson State Maritime Academy, 2024. – P. 42-45.

13. Kolbasenko O., Dymo B. Efficiency of water input into the flame on combustion quality and nitrogen oxide emissions. *Innovations in shipbuilding and ocean engineering* : XV International Scientific and Technical Conference : proceedings, Mykolaiv, September 26-27, 2024. Mykolaiv : National University of Shipbuilding, 2024. – P. 72-175.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ ПРОЦЕСІВ СПАЛЮВАННЯ ВОДОПАЛИВНОЇ ЕМУЛЬСІЇ У НИЗЬКОЕМІСІЙНИХ ПАЛИВНИХ ПРИСТРОЯХ.....	15
1.1 Основні напрямки дослідження процесів горіння палива в низькоемісійних камерах згорання.....	15
1.2 Вплив води на процеси горіння в паливних установках.....	16
1.3 Особливості спалювання водопаливних емульсій.....	22
1.3.1 Вплив перемішування на процес горіння на процес горіння паливних сумішей в низькоемісійній камері згорання.....	22
1.3.2 Вплив упорскування водяної пари на нестійкість горіння і токсичність димових газів.....	23
1.3.3 Вплив якості води.....	26
1.4 Організація процесу дифузійного горіння емульсій.....	30
1.5 Активація передполум'яних процесів та промотування горіння розпиленого рідкого палива.....	32
1.6 Методи керування нестійким режимом горіння.....	33
Висновки до розділу 1.....	42
РОЗДІЛ 2. ТЕРМОАКУСТИЧНІ ПРОЦЕСИ У КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПОПЕРЕДНЬО ПІДГОТОВЛЕНОЇ ВПЕ.....	44
2.1 Процес виникнення коливань при горінні паливних сумішей.....	44
2.2 Основні теоретичні підходи до вивчення термоакустичних коливань.....	46
2.3. Особливості процесу мікрровибуху краплі водопаливної емульсії.....	48
2.4 Дослідження вібраційного режиму горіння водопаливної емульсії для підвищення показників ефективності енергетичної установки.....	51
2.5 Процес горіння окремих частинок вуглецю в акустично пульсуючому потоці.....	56

2.6 Механізми фазових перетворень у краплях водо-паливної емульсії.....	59
Висновки до розділу 2.....	63
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОРОЗІЇ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ НАГРІВУ ПРИ СПАЛЮВАННІ ВОДОПАЛИВНОЇ ЕМУЛЬСІЇ.....	65
3.1 Виникнення високо- і низькотемпературної корозії при спалюванні рідких палив.....	65
3.2 Корекція фізико-хімічного складу водопаливних емульсій при спалюванні в котельних установках.....	70
3.3 Експериментальні дослідження корозії при спалюванні ВПЕ.....	75
3.4 Дослідження інтенсивності корозії при використанні водопаливної емульсії.....	81
3.5 Дослідження кінетики корозійних процесів.....	88
Висновки до розділу 3.....	96
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПАЛЮВАННЯ ВОДОПАЛИВНОЇ ЕМУЛСІЇ В КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВКАХ.....	99
4.1 Конструктивні рішення для підвищення ефективності робіт котлів на мазуті з урахуванням впливу корозії на поверхні нагріву.....	99
4.2 Вплив способів введення води в полум'я на ефективність горіння і викиди оксидів азоту при спалюванні ВПЕ.....	108
4.3 Вплив пасивації поверхонь нагрівання на інтенсивність низькотемпературної корозії.....	116
4.4 Підвищення надійності елементів енергетичних установок при спалюванні палива різної якості.....	119
Висновки до розділу 4.....	125
ВИСНОВКИ.....	129
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	133
ДОДАТОК А. СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ.....	146

ДОДАТОК Б. АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ .....	149
------------------------------------	-----