



НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ КОНФЕРЕНЦІЇ

Національний університет кораблебудування

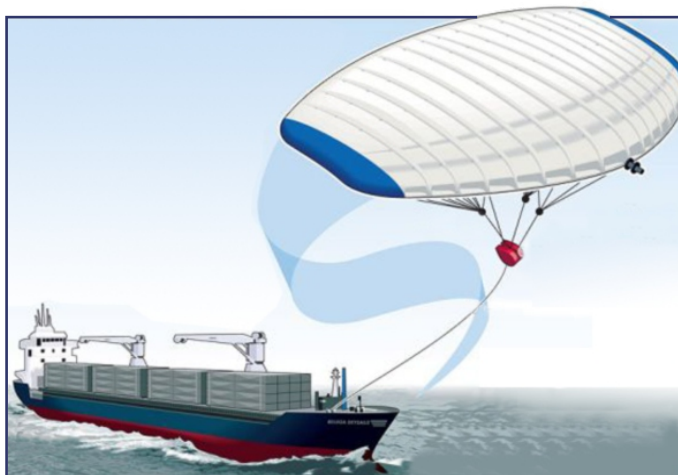
**СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА:
СТАН ТА ПРОБЛЕМИ**

МАТЕРІАЛИ

**ХІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**присвяченої пам'яті професора
Горбова Віктора Михайловича**

07–08 листопада 2023 р.



Миколаїв ■ 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
Одеський національний морський університет
Херсонська державна морська академія
ДП Науково-Виробничий Комплекс Газотурбобудування
«Зоря»-«Машпроект»
Kielce University of Technology (Poland)
Jiangsu University of Science and Technology (China)
Batumi Navigation Teaching University (Georgia)
Bureau Veritas (Marine & Offshore) (Canada)

СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА: СТАН ТА ПРОБЛЕМИ

**XI Міжнародна науково-технічна конференція
*присвячується пам'яті професора Горбова Віктора Михайловича***

07-08 листопада 2023 року

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, вул. Героїв України, 9
Машинобудівний навчально-науковий інститут
вул. Кузнецька, 5*

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Миколаїв
Видавець Торубара В.В.
2023

УДК 62-8
С89

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
Одеський національний морський університет
Херсонська державна морська академія
ДП Науково-Виробничий Комплекс Газотурбобудування
«Зоря»-«Машпроект»
Kielce University of Technology (Poland)
Jiangsu University of Science and Technology (China)
Batumi Navigation Teaching University (Georgia)
Bureau Veritas (Marine & Offshore) (Canada)

*Матеріали публікуються за оригіналами, які представлені авторами.
Петенції щодо змісту та якості матеріалів не приймаються.*

Відповідальний за випуск:
Личко Богдан Михайлович

С89 Суднова енергетика: стан та проблеми : Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : Видавець Торубара В.В., 2023. — 240 с.

ISBN 978-617-8355-03-6

У збірнику наведенні матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

© Національний університет
кораблебудування, 2023

ISBN 978-617-8355-03-6

general, oxy-fuel combustion does not significantly affect the composition of ash produced. Measurements have shown similar mineral and heavy metal concentrations regardless of whether an air or oxyfuel environment was used.

REFERENCES

- [1] White Rose Project Fact Sheet: Carbon Dioxide Capture and Storage Project. *Carbon Capture and Sequestration Technologies Program at MIT*. URL: https://sequestration.mit.edu/tools/projects/white_rose.html.
- [2] Rollo W. Clean coal trial hoped to help lower power station carbon emissions. *ABC News*, 2015. URL: <https://www.abc.net.au/news/2015-03-14/engineers-hope-clean-coal-project-will-have-global-application/6296826>.
- [3] Greig C., Bongers G., Stott C., Byrom S. Overview of CCS Roadmaps and Projects. URL: <http://anlecrd.com.au/wp-content/uploads/2017/02/Overview-of-CCS-Roadmaps-and-Projects.pdf>.
- [4] Mansel T. Germany plans CO₂-free power plant. *BBC News*, 2005. URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/4642837.stm>.
- [5] Vattenfall abandons research on CO₂ storage. *The Local*, 2014. URL: <https://www.thelocal.se/20140507/vattenfall-abandons-research-on-co2-storage>.
- [6] Isles J. Gearing up for a new supercritical CO₂ power cycle system. *Gas Turbine World*. 2014. Vol. 44 (6). P. 14-18.
- [7] Allam R. NET Power's CO₂ cycle: the breakthrough that CCS needs. *Modern Power Systems*. URL: <https://www.modernpowersystems.com/features/featurenet-powers-co2-cycle-the-breakthrough-that-ccs-needs>.

УДК 621.438 (075)

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ, ВИКОНАНОЇ ЗА ЦИКЛОМ АЛЛАМА

Патлайчук В. М.

кандидат технічних наук,
завідувач кафедри турбін

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Кутняк І.В.

студент групи 6231м

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянута теплова схема енергетичної установки, яка виконана на основі термодинамічного циклу Аллама. Проведені математичне моделювання та аналіз параметрів такої установки.

Ключові слова: цикл Аллама; енергетична установка; нульові викиди; турбіна; камера згоряння; вуглекислий газ; тепловий баланс.

В останні роки у зв'язку із загальним трендом до декарбонізації енергогенеруючих потужностей (тобто до зменшення викидів від них вуглекислого газу до атмосфери) набувають розвитку дослідження енергетичних установок, в яких спалювання палива відбувається не в традиційному середовищі атмосферного повітря, а в середовищі чистого

кисню. Випускні гази від таких установок складаються майже на 100% з вуглекислого газу (CO_2) та водяної пари (H_2O).

Різновидом енергетичних установок на чистому кисні є установки, виконані за циклом Аллама, які в даний час ще проходять експериментальні дослідження. Пілотний проєкт ефективною потужністю 25 МВт був введений в дію у Ла-Порте, штат Техас, у травні 2018 року [1; 2; 3].

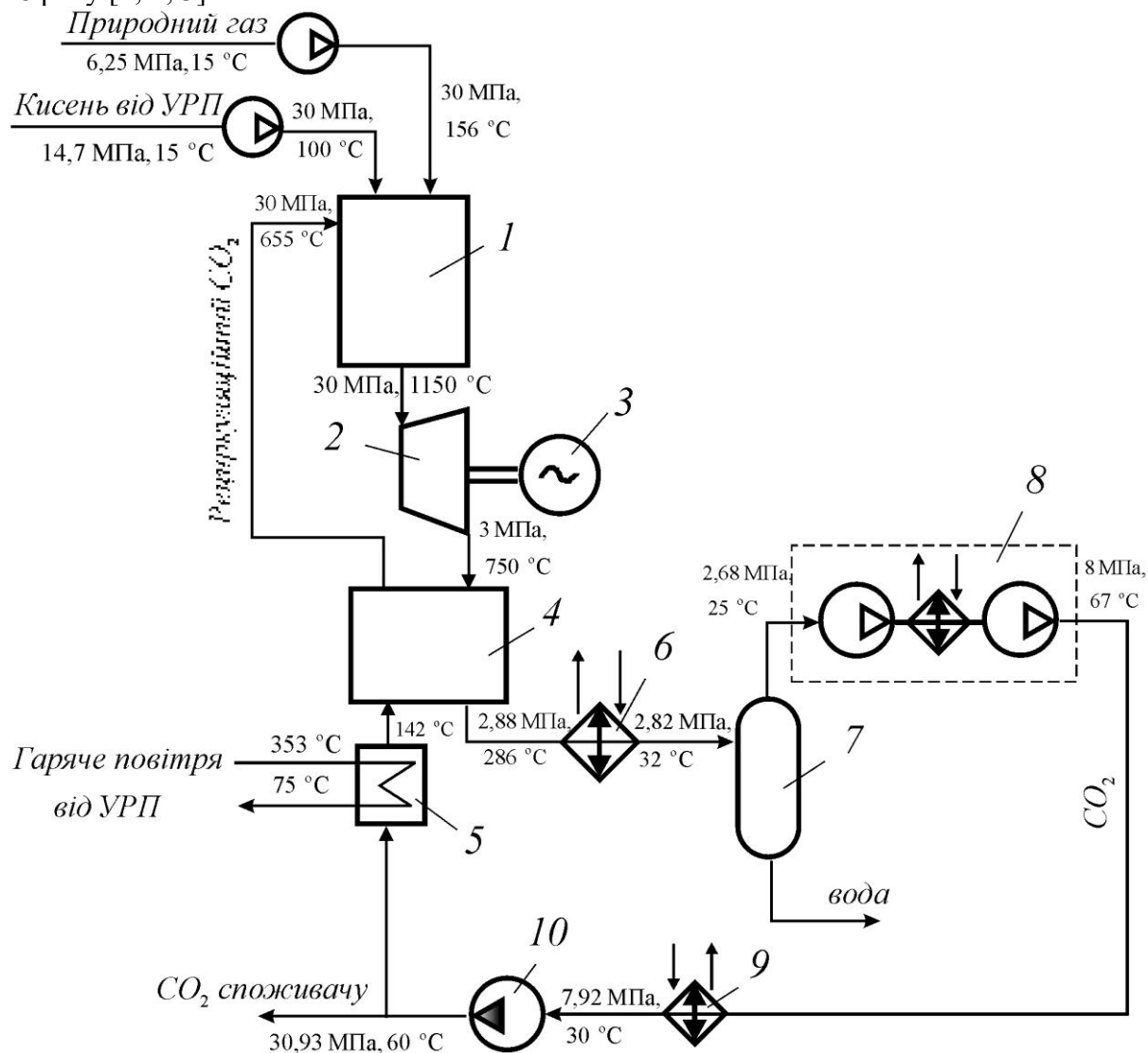


Рис. 1. Теплова схема спроектованої енергетичної установки:

1 – камера згоряння; 2 – турбіна; 3 – електрогенератор; 4 – високотемпературна секція регенератора; 5 – низькотемпературна секція регенератора; 6 – охолоджувач випускних газів; 7 – сепараційна установка; 8 – двосекційний з проміжним охолодженням компресор вуглекислого газу; 9 – охолоджувач вуглекислого газу; 10 – насос вуглекислого газу; УРП – установка розділення повітря

Спалення природного газу в таких установках відбувається в середовищі кисню при тиску 20...40 МПа [4].. Для зниження температури випускних газів (до 1100...1200 °С) в камеру згоряння 1 також подається рециркуляційний потік вуглекислого газу (рис. 1).

Після розширення в турбіні 2 випускні гази, які приблизно на 97% складаються з вуглекислого газу та на 3% з водяної пари, охолоджуються в високотемпературній секції регенератора 4 та в охолоджувальній системі 6. Відділення від них сконденсованої водяної пари відбувається в сепараційній установці 7.

Отриманий внаслідок сепарації чистий потік вуглекислого газу стискається в компресорній 8 та насосній 10 установках, після чого частина його (приблизно 3,5% від

загальної кількості) поступає споживачу, інша частина (т.зв. рециркуляційний CO_2) повертається до камери згоряння, попередньо підігрівшись у низькотемпературній 5 та високотемпературній 4 секціях регенератора.

Спираючись на опубліковану інформацію з пілотного проекту, розроблена математична модель такої енергетичної установки та проведені параметричні розрахунки її термодинамічного циклу. Деякі результати з них наведені на рис. 1.

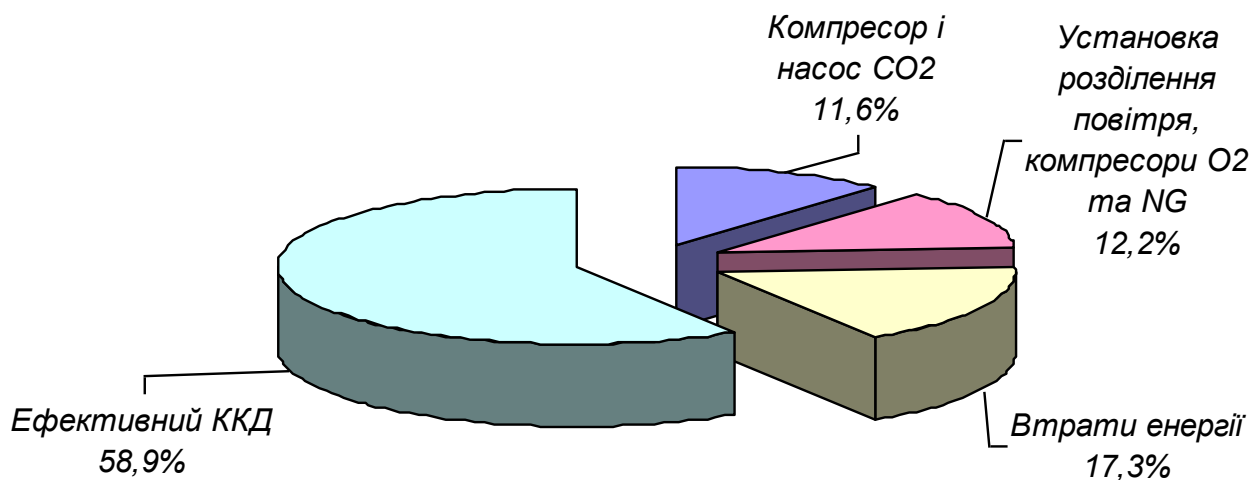


Рис. 2. Розподіл теплового балансу базової установки у Ла-Порте

На рис. 2 та 3 для порівняння наведені розподіл теплового балансу базової установки у Ла-Порте [1] та розподіл теплового балансу спроектованої установки. Порівняння цієї інформації свідчить про те, що виконане математичне моделювання циклу Аллама в цілому адекватно описує фізичні процеси, що відбуваються в цій енергетичній установці.

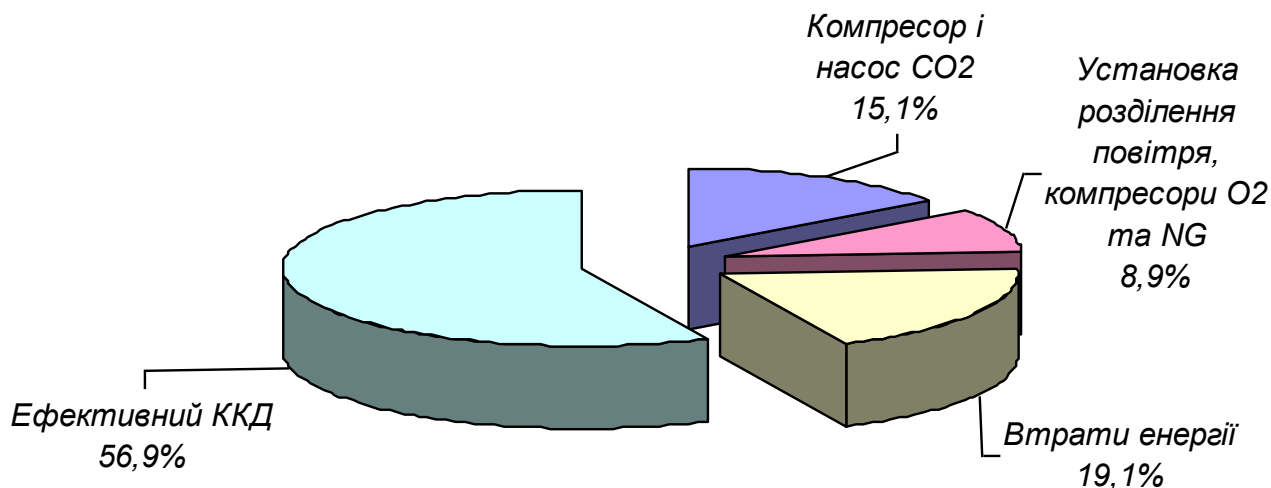


Рис. 3. Розподіл теплового балансу спроектованої установки

Висока ефективність подібних установок та повна відсутність будь-яких викидів від них в атмосферу створює гарні перспективи для їх використання в енергетиці. Суттєвим недоліком подібних установок є надто висока на даний момент собівартість виробництва ними електроенергії (головним чином, внаслідок використання спеціальних установок розділення повітря) та недостатня технічна досконалість головних елементів (камера згоряння, турбіна, регенератор), які знаходяться лише на початковій стадії свого дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Isles J. Gearing up for a new supercritical CO₂ power cycle system. *Gas Turbine World*. 2014. Vol. 44 (6). P. 14-18.
- [2] Breaking ground for a groundbreaker: the first Allam Cycle power plant. *Modern Power Systems*. URL: <https://www.modernpowersystems.com/features/featurebreaking-ground-for-a-groundbreaker-the-first-allam-cycle-power-plant-4893271>.
- [3] Dodge E. CCS Breakthrough: CO₂ Power Cycles Offer Improved Efficiency and Integrated Carbon Capture. *Breaking Energy*. URL: <https://breakingenergy.com/2014/11/14/ccs-breakthrough-sco2-power-cycles-offer-improved-efficiency-and-integrated-carbon-capture>.
- [4] Allam R., Martin S., Forrest B., Fetvedt J., Lu X., Freed D., Brown G., Sasaki T., Itoh M., Manning J. Demonstration of the Allam Cycle: An Update on the Development Status of a High Efficiency Supercritical Carbon Dioxide Power Process Employing Full Carbon Capture. *Energy Procedia*: 13th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, GHGT-13, 14–18 November 2016. Vol. 114. P. 5948–5966.

Analysis of the parameters of a power plant made according to the Allam cycle

Patlaichuk V. M., Kutnyak I. V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The thermal scheme of the power plant, which is made on the basis of the Allam thermodynamic cycle, is considered. Mathematical modeling and parametric research of such a power plant were carried out.

Keywords: Allam cycle; power plant; zero emissions; turbine; combustion chamber; carbon dioxide; thermal balance.

УДК 62-713

РОЗРОБКА СУЧАСНИХ ОХОЛОДЖУВАЧІВ НАДДУВНОГО ПОВІТРЯ

Гогоренко О. А.

в.о. завідувача кафедри Двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації, кандидат технічних наук, доцент

Мошенцев Ю. Л.

професор кафедри Двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації, кандидат технічних наук

Немченко А. В.

здобувач освіти другого (магістерського) рівня

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна*

Анотація. Представлені рекомендації щодо конструювання, виготовлення з використанням низькотемпературних олов'янистих припаїв та результати випробувань конструкції сучасного охолоджувача наддувного повітря. Результати випробувань свідчать про можливість переходу до подібних теплообмінників. Цей крок сприятиме зменшенню витрат під час їх виробництва і одночасно допоможе досягти максимального зниження температури наддувного повітря в ресивері двигуна. При цьому буде досягнуто зниження повітряного опору при інших рівних умовах експлуатації.

Ключові слова: водяний канал, коефіцієнт теплової ефективності, охолоджувач наддувного повітря, пучок, теплообмінний елемент.

Чимало двигунів, які використовують наддув і охолодження наддувного повітря, призначені для загального використання як на суші, так і на водному транспорті. Як наслідок, охолоджувачі наддувного повітря (ОНП) для таких двигунів у всьому світі