

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ
АДМІНІСТРАЦІЇ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XIV Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

20-21 вересня 2023 рік

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9*

Миколаїв 2023

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України; ДП «Адміністрація морських портів» (Україна); ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (КНР); Університет науки і технологій Цзянсу (КНР); Шаньдунський науково-технічний університет (КНР); Таджикиський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикистан); Гданьський технологічний університет (Польща); Західно-Померанський технологічний університет (Польща); Кошалінський технічний університет (Польща); Празький університет хімії і технології (Чеська республіка); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія); ДУ Національний антарктичний науковий центр.

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»

Відповідальний за випуск

Павлов Геннадій Вікторович

Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність наведених даних та посилань. Матеріали публікуються в авторській редакції

Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XIV Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2023. – 756 с.
ISBN 978-966-321-462-7

У збірнику наведені матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці". Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК УДК 001.895:629.5

УДК 621.438 (075)

ПАРАМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОДИНАМІЧНОГО ЦИКЛУ АЛЛАМА

Патлайчук В. М.*кандидат технічних наук, завідувач кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна**volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua***Патлайчук О. В.***студент гр.6231м
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
alexpatlaichuk@gmail.com*

Анотація. Розглянута теплова схема енергетичної установки, яка виконана на основі термодинамічного циклу Аллама. Проведені математичне моделювання та параметричне дослідження 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 тепловою потужністю 50 МВт був введений в дію у Ла-Порте, штат Техас, у травні 2018 року [1; 2; 3].

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 проєкту, розроблена математична модель такої енергетичної установки та проведені параметричні розрахунки її термодинамічного циклу. Деякі результати з них наведені на рис. 1.

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.

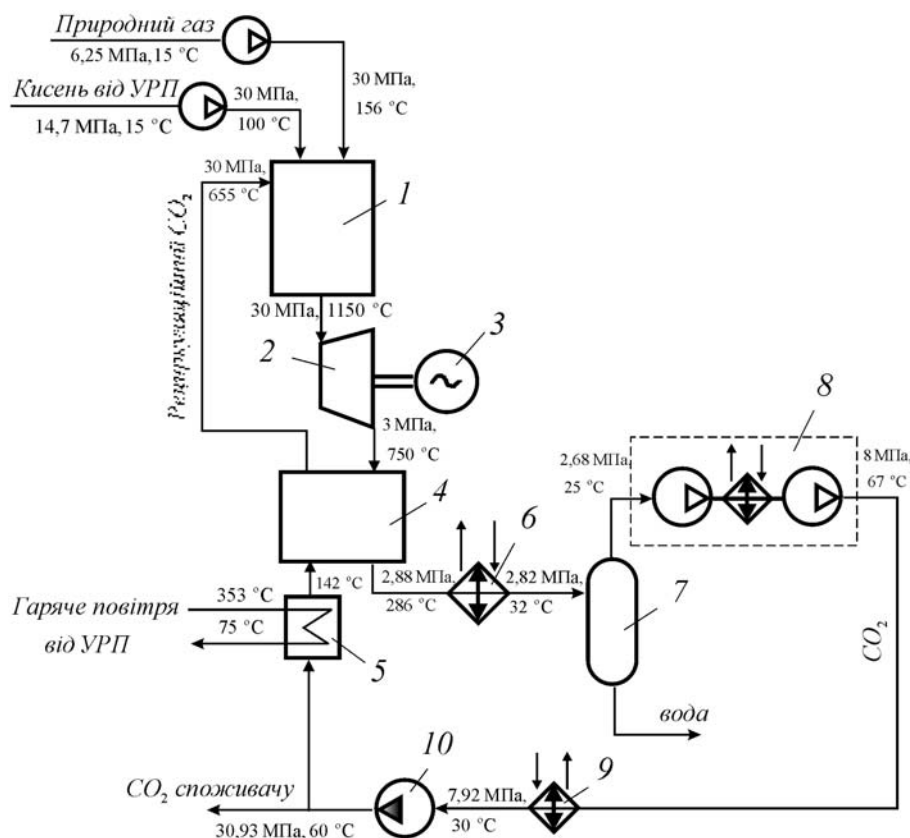


Рис. 1. Теплова схема спроектованої енергетичної установки:

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

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.

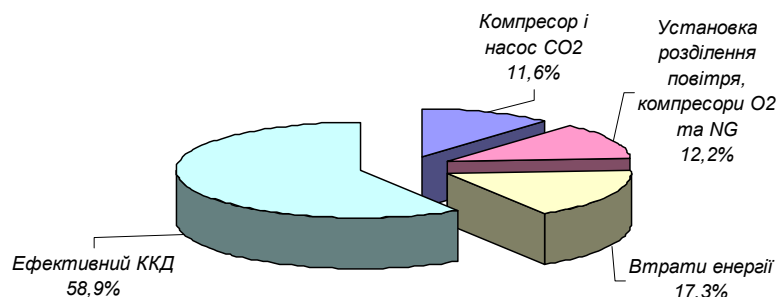


Рис. 2. Розподіл теплового балансу базової установки у Ла-Порте

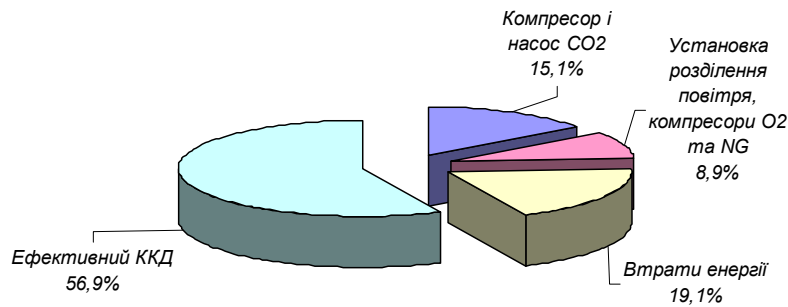


Рис. 3. Розподіл теплового балансу спроектованої установки

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-ground-breaker-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.

Parametric analysis of the Allam thermodynamic cycle

Patlaichuk V. M., Patlaichuk O. 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 621.9.048.4

ВЗАЄМОДІЯ ПАЛИВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ З ПАЛИВНОЮ АПАРАТУРОЮ ДИЗЕЛЯ

Швець І.А.

старший викладач кафедри енергетичного машинобудування

Первомайського навчального-наукового інституту

Національного університету кораблебудування

імені адмірала Макарова м. Первомайськ, Україна

ihor.shvets@nuos.edu.ua