



ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ



ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ



**SHIPBUILDING
& MARINE INFRASTRUCTURE**
СУДОБУДОВАННЯ І МОРСЬКА ІНФРАСТРУКТУРА



СУДОХОДСТВО
SHIPPING

Науково-дослідна частина
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

Просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
Тел.: (0512) 70-91-04; <http://conference.nuos.edu.ua>
e-mail: conference@nuos.edu.ua

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ XV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

2024



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ
ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

XV МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

26-27 вересня 2024 року



Миколаїв ■ 2024

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

XV Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

26–27 вересня 2024 рік

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



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2024

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); 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); Таджикиський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикістан); Кошалінський технічний університет, ректор (Польща); Гданьський технологічний 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 : XV Міжнародна науково-технічна
I-66 конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2024. – 1032 с.

ISBN 978-966-321-473-3

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

УДК 001.895:629.5

ISBN 978-966-321-473-3

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2024

УДК 621.438(075)

КИСНЕВО-ПАЛИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Патлайчук В. М.

кандидат технічних наук,

завідувач кафедри турбін

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. Проаналізовані переваги, недоліки та особливості створення енергетичних установок, використовуючих спалювання викопного палива в середовищі чистого кисню. Розглянуті перспективи їх впровадження в енергетику.

Ключові слова: енергетична установка; кисневе спалювання; уловлювання вуглекислого газу; камера згоряння; вплив на атмосферу.

Киснево-паливне спалювання – це процес спалювання палива з використанням чистого кисню або суміші кисню та рециркуляційних випускних газів замість повітря. Оскільки азотна складова повітря не нагрівається, споживання палива зменшується і є досяжними значно вищі температури полум'я.

Історично склалося так, що кисневе спалювання до недавнього часу використовувалося, головним чином, для зварювання та різання металів, особливо сталі, саме через можливість досягнення високих температур полум'я. В останнє десятиліття дана технологія також привернула багато уваги як потенційна можливість створення енергетичних установок з нульовим викидом вуглекислого газу до атмосфери.

В даний час проводяться дослідження щодо спалювання викопного палива в енергетичних установках в середовищі киснево-збагаченої суміші замість повітря. В таких установках майже весь азот попередньо видаляється з вхідного повітря, утворюючи потік, який приблизно на 95 % складається з кисню. Спалювання чистим киснем призводить до надто високої температури полум'я в котлі (камері згоряння), що не є в даному випадку бажаним, тому суміш попередньо розбавляють шляхом змішування з рециркуляційними продуктами згоряння або організують поетапне спалювання.

Рециркуляційні продукти згоряння також можуть бути використані для транспортування палива в котел і забезпечення адекватної конвективної передачі тепла в усі зони котла. Дослідники відзначають, що кисневе спалювання генерує приблизно на 75 % менше випускних газів, ніж повітряне спалювання, а продукти згоряння складаються переважно з вуглекислого газу (CO_2) та водяної пари (H_2O) [1].

Метою використання кисневого спалювання в подібних установках є виробництво продуктів згоряння з високим вмістом CO_2 , готового до подальшого уловлювання та зберігання. Кисневе спалювання має також інші значні переваги перед традиційними установками, що працюють на повітрі. Серед них:

- маса та об'єм продуктів згоряння зменшуються приблизно на 75 %;
- оскільки маса продуктів згоряння зменшується, з ними втрачається менше тепла;
- розмір обладнання для очищення продуктів згоряння можна зменшити на 75 %;
- продукти згоряння складаються переважно з CO_2 , придатного для подальшої секвестрації;
- концентрація забруднюючих речовин у продуктах згоряння вища, що полегшує відділення;
- більшість продуктів згоряння конденсуються; це робить можливим їх компресійне розділення;
- тепло конденсації можна уловлювати та використовувати повторно, а не втрачати з випускними газами;
- оскільки в повітрі відсутній азот, утворення оксидів азоту значно знижується;
- якщо паливо містить сірку, сірчану кислоту можна відновити, а не викидати як небезпечний забруднювач навколишнього середовища або «втрачати» під час десульфурації випускних газів.

З економічної точки зору, енергетичні установки, засновані на кисневому спалюванні, мають вартість значно більшу, ніж традиційні установки на повітрі. Основною проблемою, яка суттєво ускладнює установку і збільшує собівартість генеруємої електроенергії, є попереднє приготування чистого кисню в установках розділення повітря. Цей процес є дуже енергозатратним і майже 15 % електроенергії типової вугільної електростанції може бути спожито на нього.

Дана проблема може бути частково подолана розвитком нових, більш економічних технологій отримання кисню. Зараз в стадії досліджень знаходяться декілька подібних проєктів, зокрема проєкт «хімічного петльового спалювання», в рамках якого передбачається, що кисень, необхідний для спалювання викопного палива, виробляється всередині цього палива за допомогою реакцій окислення та відновлення, на відміну від використання дорожчих методів його генерації шляхом відділення від повітря [2].

На даний момент, якщо не враховувати необхідність зниження викидів CO_2 , киснево-паливні установки не є конкурентоспроможними порівняно з традиційними енергетичними установками. Якщо враховувати необхідність зниження, то кисневе спалювання з подальшою секвестрацією CO_2 є життєздатною альтернативою іншим існуючим методам зменшення викидів вуглекислого газу.

Використання кисневого спалювання також може бути економічно ефективним при спалюванні небезпечних відходів з низьким значенням теплотворної здатності. Його також часто поєднують із поступовим спалюванням для відновлення оксиду азоту, оскільки чистий кисень може стабілізувати характеристики горіння полум'я.

В даний час енергетичні установки з кисневим спалюванням переважно знаходяться лише на стадії експериментальних випробувань і досліджень.

Однією з перших спроб дослідження кисневого спалювання був проєкт White Rose у Північному Йоркширі, Великобританія [3]. Планувалося створення дослідної киснево-паливної енергетичної установки в поєднанні з установкою розділення повітря для уловлювання двох мільйонів тонн вуглекислого газу на рік. Далі вуглекислий газ мав доставлятися по трубопроводу для зберігання в солоному водоносному шарі під Північним

морем. Однак наприкінці 2015 та на початку 2016 року, після припинення фінансування проєкту компанією Drax Group та урядом Великобританії, будівництво було призупинене.

В даний час проходять початкове тестування на підтвердження концепції, щоб оцінити технології для масштабування до комерційних установок, такі пілотні установки:

- електростанція Callide A в Квінсленді, Австралія [4–5];
- Schwarze Pumpe Power Station у Шпремберзі, Німеччина [6];
- проєкт CIUDEN в Кубіллос-дель-Сіл, Іспанія;
- демонстраційна установка компанії NET Power (США) [7].

Як свідчать результати робіт [4–7], проводимі дослідження в цілому підтверджують результати попередніх розрахунків, але проєкти потребують подальшого фінансування і доопрацювання. Певною загрозою для них в останні роки є стрімке здешевлення кремнієвих фотоелементів і відповідний розвиток сонячної енергетики.

Література

- [1]. Allam R. NET Power's CO₂ cycle: the breakthrough that CCS needs. Modern Power Systems. URL: <http://surl.li/flcdax>.
- [2]. Strohle J., Orth M., Epple B. Design and operation of a 1 MWth chemical looping plant. Applied Energy. 2014. Vol. 113. P. 1490–1495.
- [3]. White Rose Project Fact Sheet: Carbon Dioxide Capture and Storage Project. Carbon Capture and Sequestration Technologies Program at MIT. URL: <http://surl.li/wnctcz>.
- [4]. Greig C., Bongers G., Stott C., Byrom S. Overview of CCS Roadmaps and Projects. URL: <http://surl.li/nrzcjq>.
- [5]. Rollo W. Clean coal trial hoped to help lower power station carbon emissions. ABC News, 2015. URL: <http://surl.li/srchia>.
- [6]. Vattenfall abandons research on CO₂ storage. The Local, 2014. URL: <http://surl.li/ubxwyu>.
- [7]. Isles J. Gearing up for a new supercritical CO₂ power cycle system. Gas Turbine World. 2014. Vol. 44 (6). P. 14–18.

OXY-FUEL COMBUSTION AS AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL POWER GENERATION

Patlaichuk V. M.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The advantages, disadvantages and features of the design of power plants using fossil fuel combustion in pure oxygen are analyzed. The prospects of their implementation in the energy sector are considered.

Keywords: power plant; carbon capture and storage; oxy-fuel combustion; combustion chamber; environmental impact.