МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТУРБІН

ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з науково-
педагогічної роботи
_____ Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Плазмохімічні системи енергетичних установок
PLASMA-CHEMICAL SYSTEMS OF POWER PLANTS

рівень вищої освіти: другий (магістерський)

тип дисципліни: вибіркова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2022

Робоча програма навчальної дисципліни "Плазмохімічні системи енергетичних установок" як вибіркового курсу призначена для студентів усіх спеціальностей та освітніх програм, за якими ведеться підготовка в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова.
01 вересня 2022 року. – 18 с.

Розробник:
Сербін С.І., професор кафедри турбін, д-р техн. наук, професор.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Плазмохімічні системи енергетичних установок" розглянуто на засіданні кафедри турбін.

Протокол № 7 від «25» 04 2022 р.

Завідувач кафедри Володимир ПАТЛАЙЧУК

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Плазмохімічні системи енергетичних установок" розглянуто Методичною комісією Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 10 від «26» 05 2022 р.

Голова Сергій СЕРБІН

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Плазмохімічні системи енергетичних установок" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни "Плазмохімічні системи енергетичних установок" затверджена Навчально-методичною радою НУК.
Протокол № 6 від «29» 06 2022 р.

Голова НМР НУК Євген ТРУШЛЯКОВ

© НУК, 2022

Зміст

Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 5
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисципліни 6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 11
7. Форми поточного та підсумкового контролю 11
8. Критерії оцінювання результатів навчання 14
9. Засоби навчання 15
10. Рекомендовані джерела інформації 15
11. Зміни та доповнення 18

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на одержання базових знань про сучасні методи інтенсифікації процесів горіння вуглеводневих палив в енергетичних установках, особливості функціонування новітніх плазмохімічних систем, моделювання фізико-хімічних процесів в паливоспалюючих пристроях.

Дисципліна повинна ознайомити студентів з сучасними та перспективними методами підвищення ефективності енергетичних установок різних типів за рахунок використання систем плазмохімічної інтенсифікації, конструктивними схемами плазмохімічних елементів: плазмових запилювачів, плазмово-паливних форсунок, плазмохімічних реакторів та джерел їх живлення.

Ключові слова: плазмохімічні системи, енергетичні установки, інтенсифікація, вуглеводневі палива, горіння палив.

Abstract

The course is aimed at obtaining basic knowledge of modern methods of intensification of combustion of hydrocarbon fuels in power plants, features of the latest plasma chemical systems, modeling of physicochemical processes in combustion devices.

The course should acquaint students with modern and promising methods of improving the efficiency of various types of power plants through the use of plasma chemical intensification systems, constructive schemes of plasma chemical elements: plasma pollinators, plasma fuel injectors, plasma chemical reactors and power sources.

Keywords: plasma-chemical systems, power plants, intensification, hydrocarbon fuels, fuel combustion.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="3">Найменування показників</td><td rowspan="3">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td><td>Заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="6">Усі спеціальності та освітні програми, за якими ведеться підготовка в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 3</td><td rowspan="2">1-й</td><td rowspan="2">1-й</td></tr>
<tr><td>Електронний адрес РПНД на сайті Університету:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 150</td><td colspan="2">Семестри</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 6.</td><td rowspan="11">Освітній рівень: другий (магістерський)</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>30 год</td><td>10 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні заняття</td></tr>
<tr><td>30 год</td><td>10 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год</td><td>130 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни "Плазмохімічні системи енергетичних установок" є засвоєння базових знань про сучасні методи інтенсифікації процесів горіння вуглеводневих палив в енергетичних установках, особливості функціонування новітніх плазмохімічних систем, моделювання фізико-хімічних процесів в паливоспалюючих пристроях.

Завдання дисципліни – ознайомити студентів з сучасними та перспективними методами підвищення ефективності енергетичних установок різних типів за рахунок використання систем плазмохімічної інтенсифікації, конструктивними схемами плазмохімічних елементів: плазмових запилювачів, плазмово-паливних форсунок, плазмохімічних реакторів та джерел їх живлення.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумови для вивчення дисципліни відсутні.

4. Очікувані результати навчання

Внаслідок вивчення дисципліни студент повинен:

знати: фізико-хімічну сутність плазмохімічного ініціювання процесів горіння органічних палив, параметри та характеристики сучасних плазмових генераторів та систем, особливості математичного моделювання процесів турбулентного горіння, основні напрямки удосконалювання систем плазмохімічної інтенсифікації;

уміти: працювати зі спеціальною науково-технічною літературою, аналізувати можливості методу плазмохімічної інтенсифікації в енергетичних установках різних типів, вибирати типи плазмових генераторів для впровадження в судновій енергетиці, проводити техніко-економічний аналіз доцільності використання плазмових запилювачів, плазмово-паливних форсунок та плазмохімічних реакторів в складі установок;

мати уявлення: про перспективу розвитку плазмохімічного методу інтенсифікації горіння рідких та газоподібних палив в енергетичних установках, можливості поліпшення ресурсних та енергетичних характеристик елементів систем інтенсифікації.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні напрямки підвищення ефективності спалювання палив в енергетичних установках

Тема 1. Загальна характеристика методів інтенсифікації горіння палив в СЕУ [1] стор. 6-16.

Тема 2. Плазмохімічний метод вдосконалення процесів згоряння в топкових пристроях суднової енергетики [1] стор. 16-20, [2], стор. 13-53.

Тема 3. Перспективні схеми використання плазмохімічного методу [1] стор. 20-29, [2], стор. 53-96.

Змістовий модуль 2. Елементи систем плазмохімічної інтенсифікації горіння палив в енергетичних установках

Тема 4. Обґрунтування підходу до моделювання процесів плазмохімічної інтенсифікації [1] стор. 29-40.

Тема 5. Генератори низькотемпературної плазми [1] стор. 152-156.

Тема 6. Плазмохімічні реактори [1] стор. 156-172, [2] стор. 10-13.

Тема 7. Плазмово-паливні форсунки [1] стор. 172-177.

Тема 8. Плазмохімічні генератори водневмісного газу [1] стор. 177-184.

Тема 9. Плазмові запальники [1] стор. 184-190.

Тема 10. Джерела живлення систем плазмохімічної інтенсифікації [1] стор. 190-197, [2], стор. 104-106.

Змістовий модуль 3. Ефективність енергетичних установок з системами плазмохімічної інтенсифікації

Тема 11. Розробка систем плазмохімічної інтенсифікації [1] стор. 197-209.

Тема 12. Ефективність газотурбінних камер згоряння з системами плазмохімічної інтенсифікації. Ефективність плазмохімічних реакторів [1] стор. 209-213, [2], стор. 116-133.

Тема 13. Ефективність газотурбінних камер згоряння з системами плазмохімічної інтенсифікації. Вплив плазмових систем на нагароутворення камер згоряння [1] стор. 213-219, [2], стор. 116-133.

Тема 14. Ефективність газотурбінних камер згоряння з системами плазмохімічної інтенсифікації. Вплив плазмових систем на екологічні характеристики камер згоряння [1] стор. 219-224, [2], стор. 116-133.

Тема 15. Характеристики дизельних двигунів з плазмовими системами [1] стор. 224-230.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Змістовий модуль 1. Основні напрямки підвищення ефективності спалювання палив в енергетичних установках										
Тема 1. Загальна характеристика методів інтенсифікації горіння палив в СЕУ.	10	2	2	–	6	10	1	–	–	9
Тема 2. Плазмохімічний метод вдосконалення процесів згоряння в топкових пристроях суднової енергетики.	10	2	2	–	6	10	–	1	–	9
Тема 3. Перспективні схеми використання плазмохімічного методу.	10	2	2	–	6	10	–	1	–	9
Разом за змістовим модулем 1	30	6	6	–	18	30	1	2	–	27
Змістовий модуль 2. Елементи систем плазмохімічної інтенсифікації горіння палив в енергетичних установках										
Тема 4. Обґрунтування підходу до моделювання процесів плазмохімічної інтенсифікації.	9	2	2	–	5	9	1	1	–	7
Тема 5. Генератори низькотемпературної плазми.	8	2	2	–	4	8	1	–	–	7
Тема 6. Плазмохімічні реактори.	9	2	2	–	5	9	1	1	–	7
Тема 7. Плазмово-паливні форсунки.	8	2	2	–	4	8	1	–	–	7
Тема 8. Плазмохімічні генератори водневмісного газу.	9	2	2	–	5	9	1	1	–	7
Тема 9. Плазмові запальники.	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 10. Джерела живлення систем плазмохімічної інтенсифікації.	9	2	2	–	5	9	–	1	–	8
Разом за змістовим модулем 2	60	14	14	–	32	60	6	5	–	49
Змістовий модуль 3. Ефективність енергетичних установок з системами плазмохімічної інтенсифікації										
Тема 11. Розробка систем плазмохімічної інтенсифікації.	12	2	2	–	8	12	1	1	–	10
Тема 12. Ефективність газотурбінних камер згоряння з системами плазмохімічної інтенсифікації.	12	2	2	–	8	12	1	–	–	11

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Ефективність плазмохімічних реакторів.										
Тема 13. Ефективність газотурбінних камер згоряння з системами плазмохімічної інтенсифікації. Вплив плазмових систем на нагароутворення камер згоряння.	12	2	2	–	8	12	1	–	–	11
Тема 14. Ефективність газотурбінних камер згоряння з системами плазмохімічної інтенсифікації. Вплив плазмових систем на екологічні характеристики камер згоряння.	12	2	2	–	8	12	–	1	–	11
Тема 15. Характеристики дизельних двигунів з плазмовими системами.	12	2	2	–	8	12	–	1	–	11
Разом за змістовим модулем 3	60	10	10	–	40	60	3	3	–	54
Усього годин	150	30	30	–	90	150	10	10	–	130

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Основні напрямки використання плазмових систем в енергетиці.	2	–
2	Поточний стан розвитку плазмових систем для енергетичного машинобудування.	2	1
3	Особливості використання плазмових систем в енергетичному машинобудуванні.	2	1
4	Типи і особливості плазмових систем для використання в енергетичному машинобудуванні.	2	1
5	Генератори низькотемпературної плазми. Плазмотрони однокамерної схеми.	2	–
6	Плазмотрони двокамерної схеми.	2	1
7	Плазмові генератори з міжелектродною вставкою.	2	–
8	Плазмотрони з фіксацією довжини дуги уступом.	2	1
9	Узагальнені рівняння вольт-амперної характеристики плазмотронів.	2	1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
10	Узагальнені рівняння теплового ККД плазмотронів.	2	1
11	Ресурсні характеристики плазмових генераторів.	2	1
12	Особливості джерел живлення плазмотронів.	2	–
13	Основні конструктивні вузли плазмотронів постійного струму.	2	–
14	Основні напрямки вдосконалення схем плазмових пристроїв.	2	1
15	Способи підвищення надійності вузлів плазмотронів постійного струму та джерел їх живлення.	2	1
	РАЗОМ	**30**	**10**

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної та заочної форм навчання:

– підготовка до лекційних занять – 1 година на 1 лекцію;

– підготовка до практичних занять – 2 год/1 заняття;

– написання рефератів, есе, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, домашньої контрольної роботи, перекладу, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботі 10-20 аркушів А4) – мінімум 10 годин на 1 роботу;

– підготовка до контрольних заходів – (15-30) год. на 1 захід.

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	10
2	Підготовка до практичних занять	30	20
3	Підготовка рефератів/аналітичних оглядів	15	70
4	Підготовка до заліку	30	30
	РАЗОМ	**90**	**130**

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи студентів.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та практичних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на практичних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань практичних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину заняття повністю проводяться дистанційно в режимі відеоконференцій за допомогою онлайн-платформи Zoom.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Плазмохімічні системи енергетичних установок" є:

– усні та письмові відповіді на практичних заняттях;

– підготовка рефератів/аналітичних оглядів;

– залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати максимум

60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний залік надається студенту, який з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і заключного заліку може набрати разом не менше **60 балів.** Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Залік проводиться у комбінованій формі (письмові відповіді та усний захист). До білету входить чотири питання. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форма контролю	**Максимальна кількість балів**	
	Денна форма	**Заочна форма**
Відповіді на практичних заняттях	15 х 2 бали = 30 балів	10 х 2 бали = 20 балів
Підготовка рефератів/аналітичних оглядів	2 х 15 балів = 30 балів	2 х 20 балів = 40 балів
Залік	40 балів	40 балів
Всього	**100**	**100**

Відповідь на практичному занятті	**Критерії оцінювання**
2	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
1	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.
0	Студент не дає відповіді або відповідь містить значну кількість суттєвих помилок.
Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 30 для денної форми навчання та 20 за заочною формою навчання (відповідно 15 та 10 занять по 2 бали).	

Підготовка реферату /аналітичного огляду (у дужках для заочної форми)	**Критерії оцінювання**
13-15 (17-20)	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання.
10-12 (13-16)	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання.
7-9 (9-12)	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
4-6 (5-8)	Студент виявляє знання і розуміння більшості положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
0-3 (0-4)	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає пред'являємим вимогам. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 30 для денної форми навчання (2 реферати по 15 балів) та 40 за заочною формою навчання (2 реферати по 20 балів).	

Відповідь на питання заліку	**Критерії оцінювання**
9-10	Відповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання з питання білету, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
7-8	Студент спроможний чітко та стисло зробити доповідь, дає правильну відповідь на запитання білету, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
5-6	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, належно обґрунтовує матеріал, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання.
3-4	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію, але надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
1-2	Студент невпорядковано дає відповідь на питання білету, не спроможний аргументувати свою позицію, не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії.

Відповідь на питання заліку	Критерії оцінювання
0	Студент не дає відповіді на питання білету.
Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 40 (4 питання по 10 балів)	

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	**Бали**	**Вид роботи**	**Бали**
ЗМ1	Т1	Практичне заняття №1	2	–	–
	Т2	Практичне заняття №2	2	Практичне заняття №1	2
	Т3	Практичне заняття №3	2	Практичне заняття №2	2
ЗМ2	Т4	Практичне заняття №4	2	Практичне заняття №3	2
	Т5	Практичне заняття №5	2	–	–
	Т6	Практичне заняття №6	2	Практичне заняття №4	2
	Т7	Практичне заняття №7	2	–	–
	Т8	Практичне заняття №8	2	Практичне заняття №5	2
	Т9	Практичне заняття №9	2	Практичне заняття №6	2
	Т10	Практичне заняття №10	2	Практичне заняття №7	2
	Т4-Т10	Підготовка реферату / аналітичного огляду	15	Підготовка реферату / аналітичного огляду	20
ЗМ3	Т11	Практичне заняття №11	2	Практичне заняття №8	2
	Т12	Практичне заняття №12	2	–	–
	Т13	Практичне заняття №13	2	–	–
	Т14	Практичне заняття №14	2	Практичне заняття №9	2
	Т15	Практичне заняття №15	2	Практичне заняття №10	2
	Т11-Т15	Підготовка реферату / аналітичного огляду	15	Підготовка реферату / аналітичного огляду	20

	Денне відділення		Заочне відділення	
	Вид роботи	**Бали**	**Вид роботи**	**Бали**
Підсумковий контроль	Залік	40	Залік	40
Сума		**100**		**100**

9. Засоби навчання

1. Мультимедійне обладнання.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Романовський Г.Ф., Сербін С.І. Плазмохімічні системи суднової енергетики. Миколаїв: УГМТУ, 1998. 246 с.
2. Романовський Г.Ф., Матвеєв І.Б., Сербін С.І. Плазмові системи газоперекачувальних агрегатів. Київ: Надра, 1992. 142 с.

Допоміжна література

1. Serbin S. Features of Liquid Fuel Plasma-Chemical Gasification for Diesel Engines // IEEE Transactions on Plasma Science, 2006. - Vol. 34. - № 6. - pp. 2488-2496.
2. Matveev I.B., Matveeva S.A., Kirchuk E.Y., Serbin S.I., Bazarov V.G. Plasma Fuel Nozzle as a Prospective Way to Plasma-Assisted Combustion // IEEE Transactions on Plasma Science, 2010. – Vol. 38, Issue 12. – Pp. 3313-3318.
3. Serbin S., Mostipanenko A., Matveev I. Investigation of the Working Processes in a Gas Turbine Combustor with Steam Injection // Proceedings of the ASME/JSME 2011 8th Thermal Engineering Joint Conference AJTEC2011. - March 13-17, 2011, Honolulu, Hawaii, USA, AJTEC2011-44042. – 6 p.
4. Serbin S., Vilkul S., Matveev I. Development of Synthesis Gas Afterburner Based on Injector Type Plasma Assisted Combustion System // 7-th Int.

Workshop and Exhibition on Plasma Assisted Combustion (IWEPAC), 13-15 September 2011, Las Vegas, Nevada, USA. – P.44-46.
5. Matveev I.B., Serbin S.I. Low Power DC Plasma Torches. In: Plasma Assisted Combustion, Gasification, and Pollution Control. Volume 1. Methods of Plasma Generation for PAC. – Printed in the USA: Outskirts Press, Inc., ISBN: 978-4327-8688-5, Library of Congress Control Number 2013909359, 2013. – P. 131-145.
6. Serbin S.I. Investigation of the thermo-acoustic processes in low emission combustion chamber of gas turbine engine capacity of 25 MW / S.I. Serbin, A.B. Mostipanenko, A.V. Kozlovskiy // Shipbuilding and marine infrastructure, 2014. – Vol. 1. – Pp. 127-134.
7. Serbin S. Chapter 1. Mathematical Modeling and Theoretical Investigations of Plasma-Chemical Combustion Processes. In: Plasma Assisted Combustion, Gasification, and Pollution Control. Volume 2. Combustion and Gasification. – Printed in the USA: Outskirts Press, Inc., ISBN: 978-1-4787-6920-0, Library of Congress Control Number 2015909359, 2016. – P.10-89.
8. Serbin S.I., Kozlovskyi A.V., Burunsuz K.S. Investigations of Nonstationary Processes in Low Emissive Gas Turbine Combustor with Plasma Assistance // IEEE Transactions on Plasma Science, Special Issue on Plasma-Assisted Technologies, 2016. – Vol. 44, Issue 12. – Pp. 2960-2964.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Applied Plasma Technologies. ICP/RF Plasma Torches, Available: http://www.plasmacombustion.com/product-torches.html. 2021.
2. S. Serbin, K. Burunsuz, “Numerical study of the parameters of a gas turbine combustion chamber with steam injection operating on distillate fuel,” International Journal of Turbo and Jet Engines 2020. Available from: https://doi.org/10.1515/tjeng-2020-0029.
3. Applied Plasma Technologies. The new millennium tools, Available: http://www.plasmacombustion.com/product-tornado_combustor.html.
4. S. Serbin., A. Kozlovskyi, K. Burunsuz, “Influence of plasma-chemical products on process stability in a low-emission gas turbine combustion chamber.” International Journal of Turbo and Jet Engines 2021. Available from:

https://doi.org/10.1515/tjeng-2020-0046.

5. Fontanarosa D., Mehdi G., De Giorgi M. G., Ficarella A. Assessment of the impact of nanosecond plasma discharge on the combustion of methane air flames E3S Web of Conferencesб 2020, vol. 197, 10001, 12 p. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/57/e3sconf_ati2020_10001.pdf.

11. Зміни та доповнення