

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту

**АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СПАЛЮВАННЯ  
МАЗУТУ В ТОПЦІ КОТЛА ПАРПРОДУКТИВНІСТЮ 25 Т/ГОД**

**Пояснювальна записка і розрахунки  
до дипломного проекту**

КРМ 100.066.00.00.00 ПЗ і Р

Розробив: студент групи 218-ЕМ-Д23  
спеціальності 144 (роботу виконано  
самостійно, відповідно до принципів  
академічної доброчесності)

Бойко С.О.

Керівник: старший викладач.

Рукавішников П.В.

Рецензент: к.т.н., доц..

Тютюник Л.І.

2024 рік

Український державний університет залізничного транспорту  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет механіко-енергетичний  
Кафедра «Теплотехніка, теплові двигуни та енергетичний менеджмент»  
Освітній рівень магістр  
Спеціальність 144 «Енергетичний менеджмент»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри к.т.н., доц.  
О.В. Василенко  
“ ” 2024 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА РОБОТУ МАГІСТРА**

Бойко Сергій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Автоматизоване керування процесом спалювання мазуту в топці котла паропродуктивністю 25 т/год» (компл. робота)  
керівник проекту (роботи) Рукавішников Павло Володимирович, ст. викладач, затверджені наказом вищого навчального закладу від “30” серпня 2024 року № 43.
2. Строк подання студентом закінченого проекту (роботи) 04.01.2025 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Місце розташування об’єкта дослідження – м. Харків Об’єктом проектування є топка парового котла з природною циркуляцією, паропродуктивністю 25 т/г. Котел призначений для роботи на рідкому паливі. Розрахункове паливо - високосірчаний мазут. Котел паровий двобарабаний водотрубний, з природною циркуляцією, зімкнутого П-подібного компонування, в газощільному виконанні, призначений для роботи з урівноваженою тягою. Котел Е-25-2,4-380 М з параметрами: тиск в барабані  $P_{пе} = 2,4$  МПа і температура перегрітої пари  $t_{пе} = 380$  °С
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; Обґрунтування вибору і опис топкового-пальникового пристрою; Розрахунок характеристик повітря і продуктів згоряння; Тепловий баланс котла; Розрахунок теплообміну в топковій камері; Основні технічні рішення по автоматизації котельної установки; Охорона праці і навколишнього середовища; Цивільний захист; Економічна частина.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)  
Презентація в програмному продукті Microsoft PowerPoint (20 слайдів).

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічні розрахунки			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання 10 червня 2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Обґрунтування вибору і опис топкового-пальникового пристрою	25.08.24 - 01.09.24	
2	Розрахунок характеристик повітря і продуктів згоряння. Тепловий баланс котла	02.09.24 - 08.09.24	
3	Розрахунок теплообміну в топковій камері	09.09.24 - 14.09.24	
4	Основні технічні рішення по автоматизації котельної установки	15.09.24 - 23.09.24	
5	Охорона праці і навколишнього середовища	24.09.24 - 03.10.24	
6	Цивільний захист	04.10.24 - 10.10.24	
7	Економічна частина	17.10.24 - 20.10.24	
8	Презентація в Microsoft PowerPoint	25.11.24 - 29.12.24	

Студент



Бойко С.О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Рукавішников П.В.  
(прізвище та ініціали)

## ПРОЄКТ

Звіт про ДПМ: 66 с., 2 рис., 11 табл., 34 джерела.

*Ключові слова:* ПАРОВИЙ КОТЕЛ, ПРИРОДНА ЦИРКУЛЯЦІЯ, ПАРПРОДУКТИВНІСТЬ, РІДКЕ ПАЛИВО, ТОПКА, ПАЛЬНИК, ПАРОПЕРЕГРІВНИК, ПОВІТРОПІДГРІВНИК, ЕКОНОМАЙЗЕР, КОТЛОВИЙ ПУЧОК, ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЯ, ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.

Об'єктом проектування є топка парового котла з природною циркуляцією, паропродуктивністю 25 т/г, який працює на рідкому паливі.

Метою проектування є визначення характеристик продуктів згоряння на виході з топки, ККД котла і витрати палива для відомих навантаження та різновиду палива.

Розрахунок котла зроблено за нормативним методом, наведеним у [1,2].

Теплота, вироблена у котлі може використовуватися на ТЕС і на ТЕЦ для виробництва електроенергії та на промислових підприємствах.

## PROJECT

Return of DPM: 66 p., 2 dr., 11 tables, 34 sources.

*Key words:* STEAM BOILER, NATURAL CIRCULATION, DISTRIBUTION PLATE, LIQUID FUEL, FIRE CHAMBER, BURNER, SUPERHEATER, AIR-HEATER, ECONOMIZER, ACTIONS TO PROTECTION OF LABOUR, ECOLOGI, ECONOMIC CALCULATION.

Design object is fire chamber of steam boiler with natural circulation, with distribution plate of 25 t/h functioning on liquid fuel.

Purpose of working is determination characteristic combustion materials at the output from fire-chamber, coefficient efficiency duty and fuel consumption for adjusted loading and fuel.

Heat producing of boiler perhaps is in use in thermoelectric power stations, industrial organizations or electric power plants for generate electricity.

## ЗМІСТ

Вступ	4
1 Обґрунтування вибору і опис топкового-пальникового пристрою	5
2 Розрахунок характеристик повітря і продуктів згоряння	9
3 Тепловий баланс котла	18
4 Розрахунок теплообміну в топковій камері	25
5 Охорона праці і навколишнього середовища	36
6 Економічна частина	60
7 Основні технічні рішення по автоматизації котельної установки	59
8. Цивільний захист	75
Висновки	84
Список джерел інформації	86

## ВСТУП

Процвітання та безпека України залежить в першу чергу від надійної, економічної та екологічної роботи енергетики. Однак більшість електростанцій та енергокомплексів були введені в експлуатацію в 50-60 роки минулого століття. Обладнання парових котлів цих об'єктів на теперішній час зношене та морально застаріле, а в більшості випадків підлягає ремонту. Це призводить до наднормативних рівнів забруднення атмосферного повітря викидами ТЕС та ТЕЦ. Враховуючи ці фактори актуальна задача, що стоїть перед енергетикою України є заміна та реконструкція обладнання, яке відпрацювало свій ресурс. При заміні чи реконструкції обладнання котлів повинні виконуватися всі сучасні вимоги з урахуванням відомих на сьогоднішній день прогресивних рішень, що до технології виготовлення елементів котла.

Котельні установки, що входять до складу теплоенергетичного обладнання, також підлягають реконструкції, що дозволяє збільшити їх коефіцієнт корисної дії (ККД), зменшити собівартість теплової енергії, шкідливі викиди в атмосферу і кількість спалюваного палива.

Сучасні котельні установки, що працюють на різних видах палива (твердому, рідкому, газоподібному) придбали високу надійність, пожежо-, вибухо-і електробезпека, автоматизацію багатьох процесів. З цього випливає, що необхідно по можливості замінювати старе обладнання новим або хоча б проводити реконструкції та перевірки обладнання на відповідність його стандартам безпеки.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Тепловий розрахунок котельних агрегатів /нормативний метод/ під ред. Кузнецова Н.В. і Митора В.В. - М.:Енергія, 1973.
2. Липов Ю.М., Самойлов Ю.Ф., Модель З.Г. Компановка й тепловий розрахунок парогенератора. - М.: Енергія, 1975.



3. Резников М.И., Липов Ю.М. Парові котли теплових електростанцій. - М.: Енергоіздат, 1981.
4. Гідравлічний розрахунок котельних агрегатів /нормативний метод/ під ред. Локшина В.А., Петерсона Д.Ф. і ін. - М.: Енергія, 1978.
5. Аеродинамічний розрахунок котельних агрегатів /нормативний метод/ під ред. Мочана С.И. - Ленінград: Енергія, 1977.
6. Закон України "Про охорону праці", Введений в дію Постановою ВР України № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669 (Із змінами, внесеними згідно із Законами).
7. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу": Наказ МОЗ України від 08.04.2014 р №248. Офіційний вісник України. 2014. № 41. С. 94. Ст. 1098.
8. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Чинний від 01.01.2014 року. Затверджено наказами Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.01.2013 року №24 та від 28.08.2013 року № 410.
9. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.// Затверджено постановою Головного санітарного лікаря України від 01.12.1999 року. № 42.
10. ДСТУ ОHSAS 18002:2015 Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог ОHSAS 18002:2007 (ОHSAS 18002:2008, IDT). Чинний від 01.01.2007.
11. ДБН В.2.5-28:2018 Державні будівельні норми України. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Київ: Мінрегіон України, 2018. 137 с.
12. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.// Затверджено постановою Головного санітарного лікаря України від 01.12.1999 року № 37.

- 13.ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008. Вібраційна безпека. Загальна безпека. Чинний від 01.02.2009.
- 14.Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. – М.: «Энергоиздат»-1989.
- 15.ГОСТ 2457-81. Расчет пропускной способности предохранительных устройств. – Введ.01.01.82.
- 16.ПУЕ-2016 Правила улаштування електроустановок. Накази Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 30.07.2015 № 478, від 30.07.2015 № 479, від 23.06.2015 № 394, від 31.07.2015 № 480.
- 17.НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. (Затв. наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 20.06.1998 р. № 469).
- 18.ДБН В.1.1-7:2016 Державні будівельні норми України. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 39 с.
- 19.ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 2017-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 66 с.
- 20.ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008. 54 с.
- 21.НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском.
- 22.Економіка підприємства: учбов. посіб /. С.П. Сударкіна. – Х. : НТУ „ХПІ”, 2011. – 365 с.

23. Кодекс цивільного захисту України – ВРУ №5403-VI, від 2.10.2012, № 5403 - VI. (із змінами і доповненнями від 02.06.2016 р., № 1404-VIII).
24. Закон «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру». – Бюлл. ВРУ №1809-III.– К., 2000.
25. Закон України «Про правовий режим надзвичайного стану» Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, № 23, ст.176. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-14#Text>
26. Наказ МВС України «Про затвердження правил пожежної безпеки в Україні», 2014, №1417, ст.767. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>
27. Стеблюк М.І. Цивільна оборона: Підручник.-К.: Знання, 2006 – 487 с.
28. СТЗВО-ХПІ-2.01-2021 Дипломні проекти та дипломні роботи. Загальні вимоги до виконання.
29. СТЗВО-ХПІ-3.01.-2021 Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання.
30. СТВУЗ-ХПІ-3.03.-2006 ССОУП Конструкторські документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання. – Чинний від 01.07.2006.
31. СТВУЗ-ХПІ-3.04.-2006 ССОУП Формати. Основні надписи. Вимоги до виконання.
32. СТВУЗ-ХПІ-3.05.-2002 ССОУП Конструкторські документи. Креслення. Вимоги до виконання.
33. СТВУЗ-ХПІ-3.06.-2002 ССОУП Конструкторські документи. Специфікація. Вимоги до виконання.
34. СТВУЗ-ХПІ-3.07.-2007 ССОУП Конструкторські документи у сфері навчального процесу. Схеми.