

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту

**РОЗРОБКА КОМБІНОВАНОГО КОТЛА ПАРПРОДУКТИВНІСТЮ 120
Т/ГОД ДЛЯ ТЕЦ МЕТАЛУРГІЙНИХ КОМБІНАТІВ З МЕТОЮ
ОДЕРЖАННЯ ПЕРЕГРІТОЇ ПАРИ ТЕМПЕРАТУРОЮ 390 °С**

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломного проекту

КРМ 100.066.00.00.00 ПЗ і Р

Розробив: студент групи 216-ЕМ-Д24
спеціальності 144 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)

Селезньов В.П.

Керівник: д.т.н., проф.

Редько І.О.

Рецензент: к.т.н., доц..

Тютюник Л.І.

2025 рік

Факультет механіко-енергетичний
Кафедра «Теплотехніка, теплові двигуни та енергетичний менеджмент»
Освітній рівень магістр
Спеціальність 144 «Енергетичний менеджмент»
(шифр і назва)

Завідувач кафедри К.Т.Н., ДОЦ.
О.В. Василенко
2025 року

Селезньов Віктор Павлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту (роботи) «Розробка комбінованого котла паропродуктивністю 120 т/год для ТЕЦ металургійних комбінатів з метою одержання перегрітої пари температурою 390 °С» (компл. робота)
керівник проекту (роботи) Редько Ігор Олександрович, д.т.н., професор

затверджені наказом вищого навчального закладу від “24”02 2025 року №15

2	Строк подання студентом закінченого проекту (роботи)	7.01.2026 р.
---	--	--------------

- 3 Вихідні дані до проекту (роботи). У даному проекті представлена розробка комбінованого котла паропродуктивністю 120 т/год для ТЕЦ металургійних комбінатів з метою одержання перегрітої пари температурою 390 °С. Котельний агрегат Е-120/150-3,2-390 ДКГМ призначений для одержання перегрітої пари при роботі на доменному газі з підсвічуванням природним (коковим) газом, на коксовому газі, на природному газі, на суміші цих газів і мазуті як аварійне паливо. Номінальна паропродуктивність - 120 т/г при роботі на базових режимах №1, №2; 150 т/г при роботі на природному газі; (100 т/г при роботі на мазуті; 80 т/г при роботі на коксовому газі;) Робочий тиск у барабані – 34,4 кгс/см²; Тиск перегрітої пари - 32 кгс/см²; Температура перегрітої пари – 390°С; Температура живильної води - 103°С

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; Опис котла; Розрахунок падіння тиску по паровому тракту котла; Аеродинамічний розрахунок тяги; Розрахунок на міцність; Теплогідрравлічний розрахунок при роботі на мазуті/на доменному газі; Охорона праці і навколишнього середовища; Цивільний захист; Техніко-економічний розрахунок.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація в програмному продукті Microsoft PowerPoint (25 слайдів)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

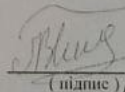
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічні розрахунки			
Нормоконтроль	Онищенко А.В.		

7 Дата видачі завдання 23.06.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Теплогідравлічний розрахунок	25.08.25 - 01.09.25	
2	Розрахунок падіння тиску по паровому тракту котла	02.09.25 - 08.09.25	
3	Аеродинамічний розрахунок.	09.09.25 - 14.09.25	
4	Розрахунок на міцність.	15.09.25 - 23.09.25	
5	Охорона праці і навколишнього середовища	24.09.25 - 03.10.25	
6	Цивільний захист	04.10.25 - 10.10.25	
7	Техніко-економічний розрахунок	17.10.25 - 20.10.25	
8	Презентація в Microsoft PowerPoint	25.11.25 - 29.12.25	

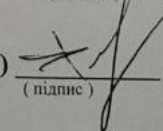
Студент


(підпис)

Селезнєв В.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Редько І.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Звіт про ДР: 134 с., 6 рис., 27 табл., 32 джерел інформації.

Ключові слова: ПАРОВИЙ КОТЕЛ, ТОПКА, ПРИРОДНА ЦИРКУЛЯЦІЯ, ПАРОДУКТИВНІСТЬ, ГАЗОПОДІБНЕ ПАЛИВО, ВИПАРНІ ПОВЕРХНІ НАГРІВУ, КАРКАС, ВОДНИЙ ТРАКТ, ГАЗОВИЙ ТРАКТ, ТЯГА, ДУТТЯ.

Об'єктом проектування є котельний агрегат Е-120/150-3,2-390 ДКГМ призначений для одержання перегрітої пари при роботі на доменному газі з підсвічуванням природним (коксовим) газом, на коксовому газі, на природному газі, на суміші цих газів і мазуті як аварійне паливо.

Методи проектування – розрахунок котла зроблено за нормативним методом, наведеним у [1, 2, 3, 4, 5].

THE ABSTRACT

Return of DW: 134 with., 6 fig., 27 tab., 32 sources of the information.

Key words: STEAM BOILER, FIREPLACE, NATURAL CIRCULATION, STEAM PRODUCTIVITY, GASEOUS FUEL, EVAPORATIVE HEATING SURFACES, FRAME, WATER TRACT, GAS TRACT, DRAFT, BLOW.

The design object is the boiler unit E-120/150-3.2-390 DKGM designed to produce superheated steam when operating on blast furnace gas with illumination by natural (coke oven) gas, on coke oven gas, on natural gas, on a mixture of these gases and fuel oil as an emergency fuel.

Methods of designing - is the calculation of steam boiler is executed on the normative method offered in sources of the information [1, 2, 3, 4, 5].

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Опис котла.....	9
2 Теплогідравлічний розрахунок котла.....	21
3 Розрахунок падіння тиску по паровому тракту котла.....	31
4 Аеродинамічний розрахунок тяги.....	66
5 Розрахунки на міцність	96
6 Охорона праці і навколишнього середовища	102
7 Цивільний захист.....	116
8 Техніко-економічний розрахунок	122
Висновки.....	130
Список джерел інформації.....	132

ВСТУП

Сучасний глобальний розвиток важкої промисловості, зокрема металургії, проходить у умовах посилення конкурентної боротьби, різкого зростання вартості первинних енергоносіїв та посилення екологічних вимог. У цьому контексті енергетична ефективність, ресурсозбереження та замкненість технологічних циклів стають не просто конкурентними перевагами, а критичними факторами виживання та розвитку підприємств. Металургійні комбінати, як найбільші промислові енергоспоживачі, постають перед стратегічним завданням кардинального підвищення ефективності власної енергетики. Вирішення цього завдання неможливе без фундаментальної модернізації серцевини будь-якої ТЕЦ – котельного обладнання, шляхом інтеграції найсучасніших технологій утилізації внутрішніх енергетичних ресурсів.

Теплоенергетичний комплекс металургійного підприємства має специфічну, двояку функцію: забезпечення безперебійного енергопостачання як технологічних перерізів виробництва (аглофабрики, прокатні стани, ТВЧ), так і соціально-побутової інфраструктури. Низька ефективність або ненадійність роботи ТЕЦ призводить до прямих втрат металургійного виробництва, а отже, і до значних фінансових збитків. Традиційні парові котли, розраховані на спалювання стандартного палива (природного газу, вугілля), не реалізують колосального енергетичного потенціалу самого металургійного циклу. Одночасно з цим, утилізація вторинних енергоресурсів (ВЕР) – горючих технологічних газів та фізичної теплоти відхідних газів від різних агрегатів – є обов'язковою вимогою сучасної екологічної та господарської політики.

У зв'язку з цим, науково-технічна актуальність дипломного проекту обумовлена гострою потребою у створенні спеціалізованих котельних агрегатів нового покоління для металургійних ТЕЦ. Такі агрегати повинні бути не просто джерелом пари, а високотехнологічними енергоперетворювачами,

інтегрованими в технологічний ланцюг, здатними ефективно та стабільно працювати на змінних за складом і параметрами потоках комбінованого палива. Розробка такого агрегату вимагає комплексного підходу, що поєднує передові рішення в галузі теплотехніки, газодинаміки, матеріалознавства та систем автоматизованого управління.

Метою даного дипломного проекту є комплексна розробка та тепловий розрахунок комбінованого котла паропродуктивністю 120 т/год для генерації перегрітої пари з температурою 390 °С на ТЕЦ металургійного комбінату. Котел повинен бути оптимізований для роботи в умовах змінного паливного балансу з максимальним використанням місцевих горючих газів та теплоти відхідних газів

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Тепловий розрахунок котельних агрегатів /нормативний метод/ під ред. Кузнєцова 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. Рєзников 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 (OHSAS 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.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.
- 15.НПА ОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. (Затв. наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 20.06.1998 р. № 469).
- 16.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.
- 17.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.
- 18.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.
- 19.НПА ОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском.

20. Економіка підприємства: учбов. посіб /. С.П. Сударкіна. – Х. : НТУ „ХП”, 2011. – 365 с.
21. Кодекс цивільного захисту України – ВРУ №5403-VI, від 2.10.2012, № 5403 - VI. (із змінами і доповненнями від 02.06.2016 р., № 1404-VIII).
22. Закон «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру». – Бюлл. ВРУ №1809-III.– К., 2000.
23. 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>
24. 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>
25. Стеблюк М.І. Цивільна оборона: Підручник.-К.: Знання, 2006 – 487 с.
26. СТЗВО-ХП-2.01-2021 Дипломні проекти та дипломні роботи. Загальні вимоги до виконання.
27. СТЗВО-ХП-3.01.-2021 Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання.
28. СТВУЗ-ХП-3.03.-2006 ССОУП Конструкторські документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання. – Чинний від 01.07.2006.
29. СТВУЗ-ХП-3.04.-2006 ССОУП Формати. Основні надписи. Вимоги до виконання.
30. СТВУЗ-ХП-3.05.-2002 ССОУП Конструкторські документи. Креслення. Вимоги до виконання.
31. СТВУЗ-ХП-3.06.-2002 ССОУП Конструкторські документи. Специфікація. Вимоги до виконання.
32. СТВУЗ-ХП-3.07.-2007 ССОУП Конструкторські документи у сфері навчального процесу. Схеми.