

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ___ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»,

спеціалізації «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

на тему: «Система теплозабезпечення будинку на основі сучасного теплогенератора типу АОМ з мікрофакельним пальником» _____

Виконала: студентка II курсу, групи ТП – 61 м

Осипенко Єлизавета Олександрівна _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник д.т.н., професор Варламов Г.Б. _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти: з мат. моделювання к.т.н. Кутра Д.С. _____

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

з охорони праці к.т.н., доцент Каштанов С.Ф. _____

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний
Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки
Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,
Спеціалізація «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)
« 26 » березня _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Осипенко Єлизаветі Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Система теплозабезпечення будинку на основі сучасного теплогенератора типу АОМ з мікрофакельним пальником»,
науковий керівник дисертації Варламов Г.Б. д.т.н., професор _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від « ___ » _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації 18.05.2018 р.

3. Об'єкт дослідження Теплогенератор типу АОМ з мікрофакельним пальником

4. Предмет дослідження Система теплозабезпечення будівлі _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити Аналіз літературного пошуку, для подальшого проектування системи теплозабезпечення. Дослідження об'єкту:

-загальний опис;

-конструктивні рішення дахової котельні.

Опис конструктивних характеристик теплогенератора нового покоління марки АОМ.

Моделювання процесів у топковій частині теплогенератора та моделювання мікрофакельного пальника за допомогою програмного забезпечення Solid Works. Розробка стартап-проекту. Охорона праці.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу Загальний вигляд будівлі. Конструкція теплогенератора. Схема котельні. Схема системи опалення.

7. Орієнтовний перелік публікацій Тези доповідей на науково-технічних конференціях.

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
мат. моделювання	Кутра Д.С., доцент		
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

9. Дата видачі завдання 19.03.2018 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Літературний огляд	26.03.18 р.	
2	Дослідження архітектури будівлі		
2.1	Загальний опис	02.04.18 р.	
2.2	Розрахунок витрат теплоносія	10.04.18 р.	
3	Проектування ІТП	14.04.18 р.	
4	Моделювання процесів у теплогенераторі типу АОМ	18.04.18 р.	
6	Моделювання мікрофакельного пальника	03.05.18 р.	
7	Стартап-проект	07.05.18 р.	
8	Охорона праці	11.05.18 р.	
9	Оформлення та подання дисертації.	16.05.18 р.	

Студент

_____ (підпис)

Є.О.Осипенко
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

Г.Б. Варламов
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація на тему «Система теплозабезпечення будинку на основі сучасного теплогенератора типу АОМ з мікрофакельним пальником»: 89 с., 39 рис., 22 табл., 4 додатки, 16 джерело.

Об'єкт дослідження - сучасний теплогенератора типу АОМ .

Мета роботи – розробка системи теплозабезпечення на основі теплогенератора нового покоління марки АОМ з мікрофакельним пальником.

Наведені результати літературного пошуку техніко - економічних передумов та перспектив впровадження теплогенератора в котельню. Приведен загальний опис будівлі, опис системи опалення, вентиляції, кондиціонування, теплове навантаження об'єкту, конструктивні рішення дахової котельні. Розроблені заходи з енергозбереження, розглянуті теплове навантаження об'єкта та автоматизація опалювально-вентиляційних систем.

Здійснено опис конструктивних характеристик теплогенератора АОМ. Здійснено тепловий розрахунок теплогенератора. Опис та розрахунок Na-катіонітних фільтрів для забезпечення подачі хімводопідготовленої води. За допомогою програмного забезпечення SolidWorks було проведено моделювання процесів у пальнику.

Розраховано стартап-проект для впровадження теплогенератора на великий ринок. Розділ охорони праці розроблен на підставі всіх діючих Українських норм. Вивчила й вирішила проблеми, які пов'язані із забезпеченням здорових і безпечних умов праці людини .

Розглядання та виявлення можливих причин виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів і вимог, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні й сприятливі умови для праці людини. Комфортні й безпечні умови праці – один з основних факторів, що впливають на продуктивність і безпеку праці, здоров'я робітників.

Здійснено моделювання розподілу температури та швидкості Отримано розподіл температурного поля, тиску, температури текучого середовища, швидкості в корпусі.

Ключові слова: теплогенератор, теплозабезпечення, опалення, вентиляція, кондиціонування, дахова котельня, мікрофакельний пальник, витрати, патрубок, припливне повітря, витяжне повітря, розподіл, спіральні циліндри, теплова ефективність, газоходи.

ANNOTATION

Master's dissertation on the topic " Heat supply system of a building on the basis of a modern AOM type heat generator with a microfuel burner": 89 p., 39 fig., 22 tables, 4 annexes, 16 sources.

The object of research - is a modern AOM type heat generator.

The purpose of the work is the development of a heat supply system based on a new generation AOM heat generator with a microfuel burner.

The results of a literary search for technical and economic prerequisites and prospects for the introduction of a heat generator into a boiler room are presented. The general description of the building, the description of the heating system, ventilation, air conditioning, the thermal load of the object, the structural solutions of the boiler house are given. Measures for energy saving have been developed, the thermal load of the facility and the automation of heating and ventilation systems have been considered.

The design characteristics of the AOM heat generator are described. Thermal calculation of the heat generator is carried out. Description and calculation of Na-cation-exchange filters to ensure the supply of water-treated water. With the help of SolidWorks software, a simulation of the processes in the burner was carried out.

The start-up project is designed for the introduction of a heat generator into a large market. The section of labor protection is developed on the basis of all the current Ukrainian norms. Studied and solved the problems associated with ensuring healthy and safe working conditions for a person.

Examination and identification of possible causes of industrial accidents, occupational diseases, accidents, explosions, fires, and the development of measures and requirements aimed at eliminating these causes make it possible to create safe and favorable conditions for human labor. Comfortable and safe working conditions are one of the main factors affecting the productivity and safety of workers, the health of workers.

Modeling of temperature and velocity distribution is carried out. The distribution of the temperature field, pressure, temperature of the fluid, velocity in the body is obtained.

Key words: heat generator, heat supply, heating, ventilation, air conditioning, roof boiler room, micro-torch burner, costs, nozzle, supply air, exhaust air, distribution, spiral cylinders, thermal efficiency, flues.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень, термінів	8
Вступ.....	10
1 Конструктивні особливості теплогенератора нового покоління(літературний огляд).....	12
1.1 Тепловий розрахунок теплогенератора АОМ	14
1.2 Забезпечення хімоводопідготовки теплогенератора «АОМ»	17
1.3 Моделювання процесів у пальнику	20
1.4 Постановка задачі і програма досліджень.....	35
2 Характеристика об'єкту	36
2.1 Опис об'єкту.....	38
2.2 Опалення.....	39
2.3 Вентиляція.....	41
2.4 Кондиціонування	42
2.5 Повітроводи.....	42
2.6 Автоматизація опалювально-вентиляційних систем	43
2.7 Заходи з енергозбереження.....	44
2.8 Теплове навантаження об'єкту.....	44
2.9 Дахова котельня.....	44
2.10 Висновок з розділу 2	50
3 Моделювання процесів в топковій частині АОМ.....	51
3.1 Геометричне моделювання	51
3.2 Проведення експериментів	53
3.3 Висновки з розділу 3	60
4 Стартап проект: «модернізація теплогенератора АОМ нового покоління»	61
4.1 Резюме проекту.....	61
4.2 Автори проекту.....	61
4.3 Види та спрямованість проекту.....	62
4.4 Аналіз ідеї проекту	62
4.5 Визначення характеристик ідеї проекту	62
4.6 Технологічний аудит ідеї проекту.....	62
4.7 Правове забезпечення ідеї проекту.....	64
4.8 Висновок щодо науково-технічного рівня ідеї	64
4.9 Характеристика потенційних споживачів.....	64

4.10 SWOT-аналіз проекту	65
4.11 Оцінка ризиків проекту	65
4.12 Обґрунтування економічних параметрів проекту	65
4.13 Технічні характеристики продукції.....	66
4.14 Планування проекту	66
4.15 Розрахунок загальних витрат на реалізацію проекту по роках	67
4.16 Прогнозування фінансово-економічної ефективності проекту	67
4.17 Висновок про комерційну, технологічну, фінансово-економічну ефективність проекту	68
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	69
5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки праці при експлуатації енергетичного і технологічного устаткування котельні.....	70
5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації обладнання.....	74
5.3 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	75
5.4 Пожежна безпека та профілактика.....	78
Висновки.....	80
Список використаної літератури	81
Додаток А Технічне завдання на науково-дослідницьку роботу	82
Додаток Б Акт впровадження результатів магістерської дисертації	84
Додаток В Список наукових праць	85
Додаток Г Перевірка магістерської дисертації на плагіат	87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**Умовні позначення**

t, T – температура;

G – масова витрата;

Q – тепловий потік, теплове навантаження, тепла потужність;

N – електрична потужність, відстань;

V – максимально-годинна витрата природного газу;

c – теплоємність;

ρ – густина;

q – питома витрата повітря;

α – коефіцієнт надлишку повітря

F, S – площа;

V – об'ємна витрата повітря;

w – швидкість;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості

U – напруга;

ξ – коефіцієнт гідравлічних втрат

r – опір;

P – тиск;

I – сила струму;

S – площа поперечного перерізу;

τ – час;

n – кількість;

Re – Число Рейнольдса;

Nu – критерій Нусельта;

Pr – критерій Прандля;

D – діаметр.

Індекси

Нижні:

заг – загальний;

в, вип – випарник;

к, кон – конденсатор;

кз – камера змішування, коротке замикання;

відх – відхідний;

рец – рециркуляція;

вол – волога;

сп – сухе повітря;

вод – вода;

пов – повітря;

сх – схема;

хол – холодильний;

сум – суміш;

р – рециркуляційний;

д – дійсний;

п – приміщення;

сум.пр. – суміжні приміщення;

ном – номінальний.

Скорочення

ТГ-теплогенератор

ТЕЦ – Теплоелектроцентрально;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ПЛАС – план локалізації та ліквідації аварійної ситуації;

ТОА – теплообмінний апарат ПУЕ – правила та умови експлуатації;

ПЛАС – план локалізації та ліквідації аварійної ситуації;

СО – система оповіщення.

ВСТУП

Проблеми енергозбереження набувають все більшої актуальності в сучасних умовах. Світова спільнота, будучи занепокоєна наступом енергетичної кризи, робить величезні зусилля по дослідженню нових технологічних і технічних рішень, спрямованих на скорочення споживаної енергії, а також збереження екологічного стану навколишнього середовища. Використання теплогенератору нового покоління є важливим і перспективним завданням для забезпечення виробничих підприємств додатковою і дешевою тепловою енергією. Удосконалення систем опалення, вентиляції та кондиціонування, а також режимів їх роботи дозволяє скоротити енергетичні витрати споруди на 30-60%. Впровадження енергозберігаючих технологій нерідко пов'язане з додатковими капітальними витратами.

В Інституті газу НАН України на основі багаторічного досвіду створено теплогенератори (ТГ) малої і середньої потужності для систем децентралізованого тепlopостачання будинків і споруд різного типу.

Поверхневі ТГ, створені з використанням останніх досягнень теплообмінної техніки – це ТГ нового покоління, що застосовуються для автономного тепlopостачання багатоквартирних житлових будинків, виробничих будинків і споруджень- агрегати серії АОМ (агрегати опалювальні модульні). Створено зразки ефективного опалювального обладнання, що працює на газовому паливі. До них відноситься водонагрівач серії АОМ ряду потужностей 0,25 ÷ 2,5 МВт .

Поверхневі котли, створені з використанням останніх досягнень теплообмінної техніки - це котли нового покоління, що застосовуються для автономного тепlopостачання багатоквартирних житлових будинків, виробничих будинків і споруджень. Це – агрегати серії АОМ (агрегати опалювальні модульні) типоряду: 0,1 МВт - 2,5 Мт. Відмінними рисами цих котлів є компактність, низька металоємність, незначний внутрішній об'єм води, застосування газопальникових пристроїв серії ДСГМ низького тиску, висока тепла ефективність (к.к.д. = 93-94%). Котли обладнані системами автоматичного управління, що забезпечує безпечний автоматичний запуск і роботу котлів у всьому діапазоні робочих навантажень. Системи автоматичного управління також розроблені вітчизняними виробниками. Це – найсучасніші мікрокомп'ютерні прилади з системами пропорційного регулювання та електронного керування співвідношенням “газ-повітря”.

Короткий опис доцільності застосування теплогенератора поверхневого типу:

- 1) Більш сучасна конструкція ніж котли;
- 2) Менша металоємність і вага при однаковій потужності;
- 3) Більш високий ККД;
- 4) Можливість регулювання в широкому діапазоні навантаження

Та інші.

Тому актуальним є проведення реконструкції котелень на нові теплогенератори поверхневого типу.

Основною метою магістерської дисертації є розробка дахової котельні зі встановленням сучасного ТГ марки АОМ.

Існує не так багато робіт, присвячених темам опалення, вентиляції та кондиціювання будівлі з використанням ТГ нового покоління. Тому дане питання є відкритим і потребує значно детальнішого дослідження.

У даній роботі розглянуто ефективність використання теплогенератора у системах опалення, вентиляції та кондиціювання повітря будівлі.

1 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА НОВОГО ПОКОЛІННЯ(ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)

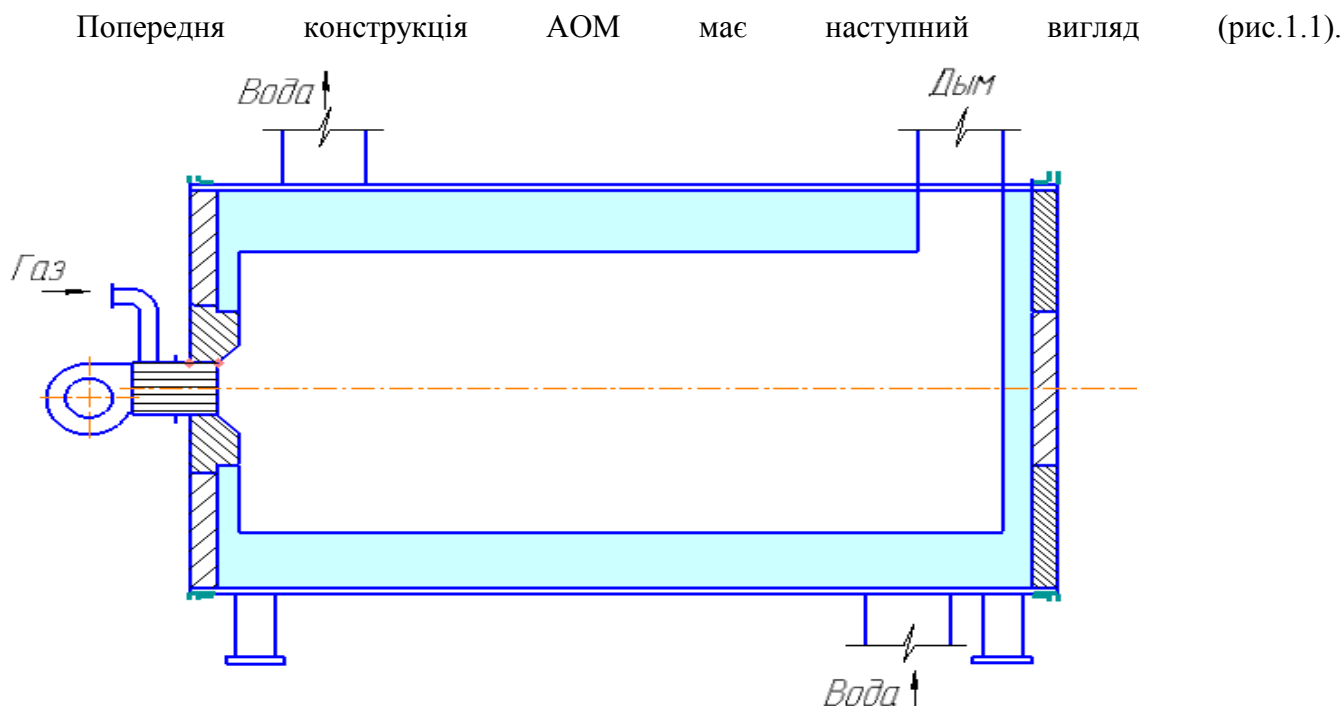


Рисунок 1.1 –Схема жаротрубного водонагрівача

Газопальниковий пристрій серії ГПМТ, має достатньо високу теплову ефективність (к.к.д. = 88-90%).

Конструктивною відмінністю опалювального агрегату АОМ нового покоління є набір універсальних спіралеподібних трубчатих поверхонь нагріву, які утворюють топкову частину котла та конвективні поверхні. Топкова частина утворюється щільно навитим спіральним теплообмінником з труби $\text{Ø}57 \times 3$ з внутрішнім діаметром циліндра 800 мм(зовнішній діаметр-914 мм). Циліндр розташований горизонтально. На передньому торці встановлений пальниковий пристрій- пальник ГПМТ [2]. Торець футерований вогнетривкою сумішшю з робочою температурою 1600 °С. Пальник встановлений в пальникову вогнетривку амбразуру, яка в свою чергу встановлена в торцевий вогнетривкий диск.

З іншого боку (задній торець) також зафутерований вогнетривким кільцем, в яке по центру встановлена вставка, яка виконує роль вторинного випромінювача. Цей вторинний випромінювач нагрівається продуктами згорання до температури 900-1000 °С та випромінює тепло 4 діапазони інфрачервоного спектру і таким чином значно збільшує теплопередачу в топці. Діаметр пальникової амбразури та вторинного випромінювача становлять 600 мм, що дозволяє під час профілактичних або ремонтних робіт робітникам залазити усередину топкового простору, для

огляду топкового спірального теплообмінника. Довжина топки(від переднього до заднього торця) становить 2 м.

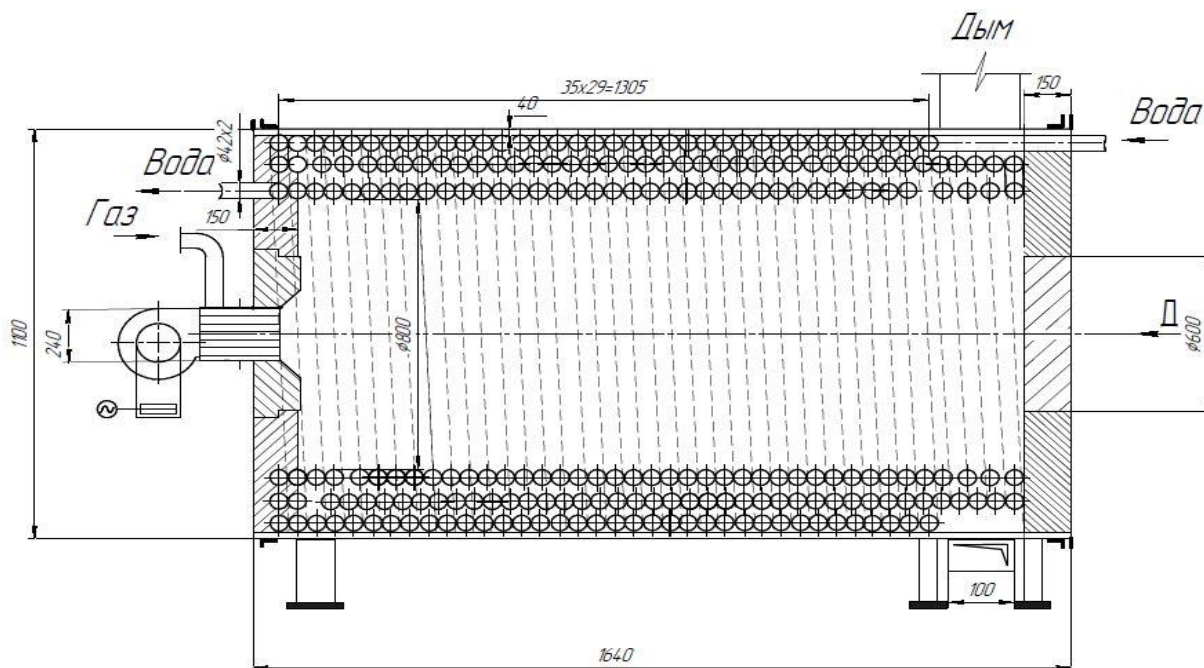


Рисунок 1.2. - Схема водонагрівача АОМ

Коаксіально до топкової спіралі розташована друга спіраль внутрішнім діаметром 988 мм (зовнішнім 1102 мм), таким чином проміжок між двома спіралями становить 37 мм.

Далі встановлена третя спіраль – $D_{\text{вн}}=1142$ $D_{\text{зов}}=1256$, проміжок між другою та третьою спіралями становить 20 мм.

Для переходу продуктів згоряння із топкової частини до конвективного газоходу між першою до другої спіралі останні чотири витка топкової спіралі розріджені.

Продукти згоряння проходять по кільцевому каналу ($\Delta=37$ мм) між I та II спіралями. Оскільки канал має стінки у вигляді трубчастих витків з зміщенням витків на $\frac{1}{2}$ шага – реалізується принцип конвективного теплообміну при поперечному омиванні шахматного розміщення труб.

Таким же чином останні ряди II спіралі (по ходу газів) розріджені, для можливості переходу газів в кільцевий проміжок між II та III спіралями, який дорівнює 20 мм. В хвостовій частині III спіраль коротша за II, таким чином утворюється кільцевий газохід, який з'єднується з димоходом для евакуації диму.

Вхід мережевої води здійснюється в III спіраль з боку заднього торця, вихід – на фронтальному торці з I спіралі. Всі спіралі між собою з'єднані послідовно.

З зовнішнього боку III спіраль вкрита обичайкою з 3-мм неіржавіючої сталі, яка закриває вогнетривкі кільця з фронтального та заднього торців. Неіржавіюча обичайка покрита шаром

рулонної теплоізоляції. Вся ця багат шарова горизонтальна конструкція розміщена всередину циліндричного силового корпусу, який має горизонтальний роз'єм. Таким чином, нижня частина силового корпусу, яка розміщена на 2 опорах, служить основою, на яку укладається система з трьох спіралей, покритих теплоізоляцією, а потім ця конструкція закривається другою половиною силового циліндра. Силовий циліндр в передній та задній частинах має кільцеві фланці, до яких приєднуються передня та задня кришки. Передня кришка має посадкове місце для пальника, задня – місце для силового фланця вторинного випромінювача.

1.1 Тепловий розрахунок теплогенератора АОМ

1.1.1 Розрахунок конвективного теплообміну

Втрати тепла конвективним теплообміном рівні,

$$Q_k = \alpha_{kf} \cdot F_k \cdot (t_\phi - \bar{t}_{CT}), \quad (1.1)$$

де: α_{kf} - коефіцієнт тепловіддачі від димових газів до стінок котла, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$

F_k - площа поверхні оболочкі, м^2 ;

t_ϕ - температура факела, $^\circ\text{C}$;

\bar{t}_{CT} - середня температура стінки, $^\circ\text{C}$;

Середня температура стінки:

$$\bar{t}_{CT} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вих}}}{2}, \quad (1.2)$$

де: $t_{\text{вх}}$ - температура води на вході в екранні труби, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{вих}}$ - температура води на виході в екранні труби, $^\circ\text{C}$;

При $t_{\text{вх}} = 60^\circ\text{C}$; $t_{\text{вих}} = 90^\circ\text{C}$, температура стінки: $\bar{t}_{CT} = \frac{60 + 90}{2} = 75^\circ\text{C}$

1.1.2 Фізичні властивості димових газів

Визначаємо фізичні властивості димових газів при температурі $t_\phi = 1700^\circ\text{C}$, [1].

$\lambda_{\text{газ}}$ - теплопровідність газів у топковій камері при температурі $t_{\text{газ}} = 1700^\circ\text{C}$, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, [1].

$$\lambda_{\text{газ}} \Big|^{1700} = 0,1687 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}};$$

$\nu_{\text{газ}}$ - кінематична в'язкість газів у топковій камері при температурі $t_{\text{газ}} = 1700^\circ\text{C}$, $\text{м}^2/\text{с}$, [1].

$$\nu_{\text{газ}} \big|^{1700} = 155 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}};$$

Pr- критерій Прандля для димових газів при температурі $t_{\text{газ}}=1700^\circ\text{C}$ [1];

$$Pr_{\text{газ}} \big|^{1700} = 0,51.$$

Визначаємо режим руху димових газів в середині топкової камери.

Число Рейнольдса :

$$Re = \frac{W_{\text{газ}} \cdot D}{\nu_{\text{газ}}}, \quad (1.3)$$

де: $W_{\text{газ}}$ – швидкість руху димових газів, що омивають внутрішню поверхню котла.

$D=0,8$ м.- діаметр топкової камери, м;

Приймаємо $w_{\text{газ}}=20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$Re = \frac{20 \cdot 0,8}{155 \cdot 10^{-6}} = 103226.$$

Так як $Re^{(1)} > 5 \cdot 10^4$, то режим руху димових газів турбулентний.

Критерій Нусельта.

Для турбулентного режиму руху критерій Нусельта визначається по формулі,

$$Nu = 0,037 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr_{\text{газ}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{\text{газ}}}{Pr_{\text{см(газ)}}} \right)^{0,25}, \quad (1.4)$$

де: $Pr_{\text{см(газ)}}$ число Прандля димових газів при температурі $t_{\text{ст}}=75^\circ\text{C}$, [1].

$$Pr_{\text{ст}} \big|^{75} = 0,7$$

$$Nu = 0,037 \cdot 103226^{0,8} \cdot 0,51^{0,43} \cdot \left(\frac{0,51}{0,7} \right)^{0,25} = 263.$$

Коефіцієнт тепловіддачі.

Коефіцієнт тепловіддачі визначаємо за формулою:

$$\alpha = Nu \cdot \frac{\lambda_{\text{газ}}}{D}, \quad (1.5)$$

$$\alpha = 263 \cdot \frac{0,1687}{0,8} = 55,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Тепловий потік, при $F_k=4,75 \text{ м}^2$; $t_{\phi}=1700^\circ\text{C}$:

$$Q_k = 55,5 \cdot 4,75 \cdot (1700 - 75) = 427 \text{ кВт}.$$

1.1.3 Внутрішній баланс котла

Баланс котла

$$Q_{\Sigma} = Q_{np} + Q_{к} \quad (1.6)$$

де Q_{np} - тепло, що виділяється при променевому теплообміні, кВт;

$Q_{к}$ - тепло, що виділяється при конвективному теплообміні, кВт;

$$Q_{\Sigma} = 305 + 427 = 732 \text{ кВт}$$

Масова витрата води

З іншої сторони:

$$Q_{\Sigma} = m_{\tau}^{\text{води}} \cdot C_p \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}) \quad (1.7)$$

де: $m_{\tau}^{\text{води}}$ – масова витрата води, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$;

$C_p = 4,191 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ – теплоємність води при температурі $\bar{t}_{\text{СТ}} = 75 \text{ } ^\circ\text{C}$ [1];

З рівняння (1.7) визначимо масову витрату води:

$$m_{\tau}^{\text{води}} = \frac{Q_{\Sigma}}{C_p \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}})} = \frac{732}{4,191 \cdot (90 - 60)} = 5,82 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (1.8)$$

Масова витрата води з іншого боку буде записана через рівняння нерозривності потоку:

$$m_{\tau}^{\text{води}} = \rho \cdot \omega_{\text{вода}} \cdot f_{\text{1тр}} \cdot n \quad (1.9)$$

де: $\rho = 974,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – густина води при температурі $\bar{t}_{\text{СТ}} = 75 \text{ } ^\circ\text{C}$ [1];

$f_{\text{1тр}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4} = 0,000154 \text{ м}^2$ – площа поперечного перерізу однієї трубки топкової камери, м^2 ;

n – кількість трубок топкової камери, шт., ($n = 140$);

$\omega_{\text{вода}}$ – швидкість руху води, м/с ;

1.1.4 Швидкість води

З рівняння нерозривності потоку (1.9) визначимо швидкість води:

$$\omega_{\text{вода}} = \frac{m_{\tau}^{\text{води}}}{\rho \cdot f_{\text{1тр}} \cdot n} = \frac{5,82}{974,8 \cdot 0,000154 \cdot 140} = 0,277 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1.10)$$

1.2 Забезпечення хімоводопідготовки теплогенератора «АОМ»

1.2.1 Технологічна схема водопідготовки

Технологічно очищення води методом іонного обміну здійснюють шляхом фільтрування води через промислові фільтри, завантажені іонами. При Na- катіонуванні відбувається обмін іонів Mg^{2+} і Ca^{2+} , які знаходяться у воді, на катіони Na^+ , які знаходяться в катіоніті. Таким чином, при Na - катіонуванні знижується один з основних технологічних показників - жорсткість.

Зазвичай Na - катіонітові фільтри застосовують лише для зниження жорсткості оброблюваної води. Якщо спочатку весь катіоніт знаходився в Na - формі, то в перебігу всього часу роботи фільтру катіони жорсткості у фільтраті будуть відсутні. Поява їх у фільтраті буде викликана наближенням концентраційного фронту катіонів жорсткості до нижніх пластів катіоніту. Зазвичай стадія роботи Na-катіонітового фільтру закінчується досягши заданої концентрації іонів жорсткості у фільтраті.

В цьому випадку, якщо на початковій стадії роботи Na - катіонітний фільтр частково містив катіони жорсткості, в процесі роботи фільтру катіони Na^+ , які виділяються з верхніх пластів, регенеруватимуть з нижніми пластами катіоніту і приведуть до збагачення фільтрату катіонами кальцію і магнію. Цей процес протікатиме до тих пір, поки кількість катіонів жорсткості не відповідатиме концентрації іонів, які виділяються з верхніх пластів катіоніту, Na^+ . Саме тому початкові порції фільтрату будуть містити деяку кількість катіонів жорсткості, яка потім зменшуватиметься. Концентрація катіонів жорсткості у фільтраті почне зростати тоді, коли концентраційний фронт іонів жорсткості наблизиться до нижніх пластів іоніту.

Під час тривалої експлуатації іоніти з маленькою міцністю подрібнюються. Ці частки, потрапляючи в проміжки між зернами, призведуть до зменшення пористості шару і збільшення його гідравлічного опору. Тому після завершення стадії роботи, проводять розпушування пласта, що фільтрує, в результаті чого відбувається зміна шару з щільного в більш рихлий, при цьому відбувається одночасне віддалення подрібнених часток. При розпушуванні зерна іоніту захоплюються висхідним потоком води і, проходячи деяку відстань, падають вниз. В результаті цього зерна, які раніше знаходилися у верхніх пластах завантаження, потрапляють в низ. Таким чином, в розпушеному пласті іоніту зерна, які знаходяться в різних іонних формах, рівномірно розподіляються по висоті шару іоніту.

Для відновлення здатності іоніту, який відпрацював, проводять регенерацію. При Na-катіонуванні для регенерації застосовують розчин хлористого натрію $NaCl$. Регенерацію виконують шляхом пропуску регенераційного розчину через пласт що відпрацював і розпушують іоніт. Розрізняють прямоточну і протиточну регенерацію. Прямоточною регенерацією називають такий

процес регенерації, при якому регенераційний розчин пропускають через пласт іоніту у напрямі подачі на фільтр оброблюваної води. Протиточною регенерацією називається такий процес регенерації, при якому пропуск регенераційного розчину через пласт іоніту здійснюють в напрямі зворотному пропуску оброблюваної води.

На практиці водопідготовка прагне якнайповніше відрегенерувати іоніти. Одним з найбільш простих способів досягнення цього є безперервне пропускання регенераційного розчину через пласт іоніту.

Стадія регенерації завжди займає менший інтервал часу порівняно із стадією роботи, і чим більша різниця в часі проведення цих стадій, тим краще з технологічної точки зору організований процес очищення.

Малий час регенерації досягається завдяки вживанню порівняно великих концентрацій регенераційних розчинів.

Після закінчення регенерації проводять відмивання іонітів. В процесі відмивання з іонітів віддаляються як продукти регенерації, так і агенти, які регенерують. Зазвичай процес відмивання іонітів починається безпосередньо після пропуску розчину, який регенерує, при цьому частина останнього ще залишається у фільтрі. Такий режим відмивання приводить не лише до збільшення кількості відмивних вод, але і до сильного ускладнення опису процесу відмивання, тому цей процес проводиться таким чином. Після пропуску регенераційного розчину залишки його цілком видаляються через нижню дренажну систему. Фільтр знизу заповнюється відмивною водою до верхнього рівня матеріалу, що фільтрує. Потім відмивна вода подається зверху і утворює звичайну водяну подушку. Після закінчення цієї операції починається пропуск відмивної води з швидкістю, приблизно рівній швидкості пропускання регенераційного розчину.

Дренаж системи хімоводоочистки подаються на станцію нейтралізації котельні.

1.2.2 Розрахунок Na-катіонітних фільтрів

Площа фільтрації

$$F = V_{\text{ХВП}} / w, \quad (1.11)$$

де w - швидкість фільтрації, по [2] для фільтрів I рівня приймаю 30 м/ГОД, для фільтрів

II рівня приймаю 60 м/ГОД.

Для фільтрів I рівня $F = 0,32/30 = 0,01 \text{ м}^2$;

Для фільтрів II рівня $F = 0,32/60 = 0,005 \text{ м}^2$.

Кількість іонітних фільтрів

$$n = F/f, \quad (1.12)$$

де f_I - площа перетину стандартного фільтру I рівня, $f_I = 0,196 \text{ м}^2$;

f_{II} - площа перетину стандартного фільтру II рівня, $f_{II} = 0,785 \text{ м}^2$

Для фільтрів I рівня $n = 0,01/0,196 = 0,05 \approx 1$ фільтр;

Для фільтрів II рівня $n = 0,005/0,785 = 0,006 \approx 1$ фільтр.

В котельній встановлюємо два фільтри I рівня ФИПа I-0,5-0,6 На діаметром 500мм і висотою фільтруючого слоя 1000мм.

1.2.3 Розрахунок бака хімоочищеної води

Об'єм бака

$$V = 0,5 \cdot V_{\text{ХВП}} \quad (1.13)$$

$$V = 0,5 \cdot 0,32 = 0,16 \text{ м}^3$$

Приймаю один бак об'ємом 1 м³

1.2.4 Розрахунок насосів хімоочищеної води

Подачу насосів хімоочищеної води визначають за об'ємною витратою хімоочищеної води, яка була отримана при розрахунку теплової схеми котельні.

Об'ємна витрата, яку необхідно забезпечити:

$$V_{\text{ХВП}} = 0,32 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибір насоса:

Обираю два насоси, один з яких резервний

Тип : Willo-Star E 25 /1-5

Подача : $Q = 1 \text{ м}^3/\text{год}$

Потужність : $N = 50 \text{ Вт}$

Напор : $H = 4,5 \text{ м}$

1.3 Моделювання процесів у пальнику

Процеси аеро-, газодинаміки та сумішоутворення описуються складними математичними рівняннями. Тому їх можна досліджувати двома способами: моделювання на експериментальних стендах або комп'ютерне моделювання. Розробка експериментальної установки потребує великих затрат часу та коштів. Тому раціонально зробити моделювання у сучасних САПР, оскільки на сьогоднішній день вони забезпечують високу точність розрахунків. Моделювання пальників та аеродинамічних процесів в них було зроблено у сучасній САПР «SolidWorks» та за допомогою програми-доповнення «Flow Simulation».

1.3.1 Аналіз моделювання аеродинамічних процесів у штатному пальнику

В результаті моделювання аеродинамічних процесів у штатному пальнику були отримані такі результати (рис. 1.3).

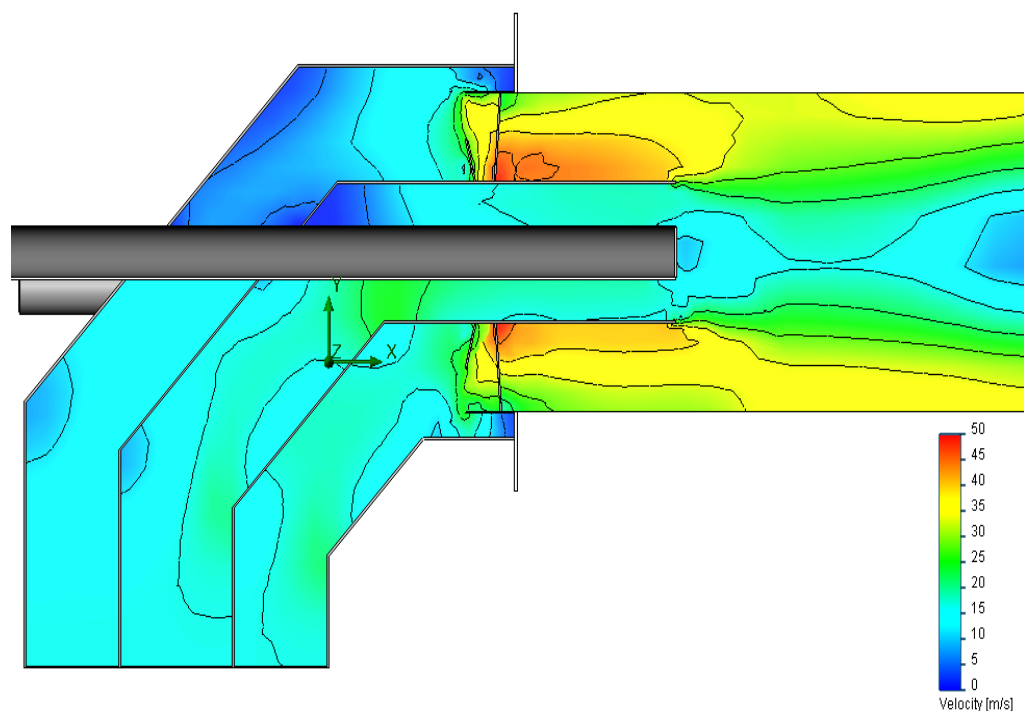


Рисунок 1.3 – Розподіл швидкостей повітря у повздовжньому розрізі у штатному пальнику

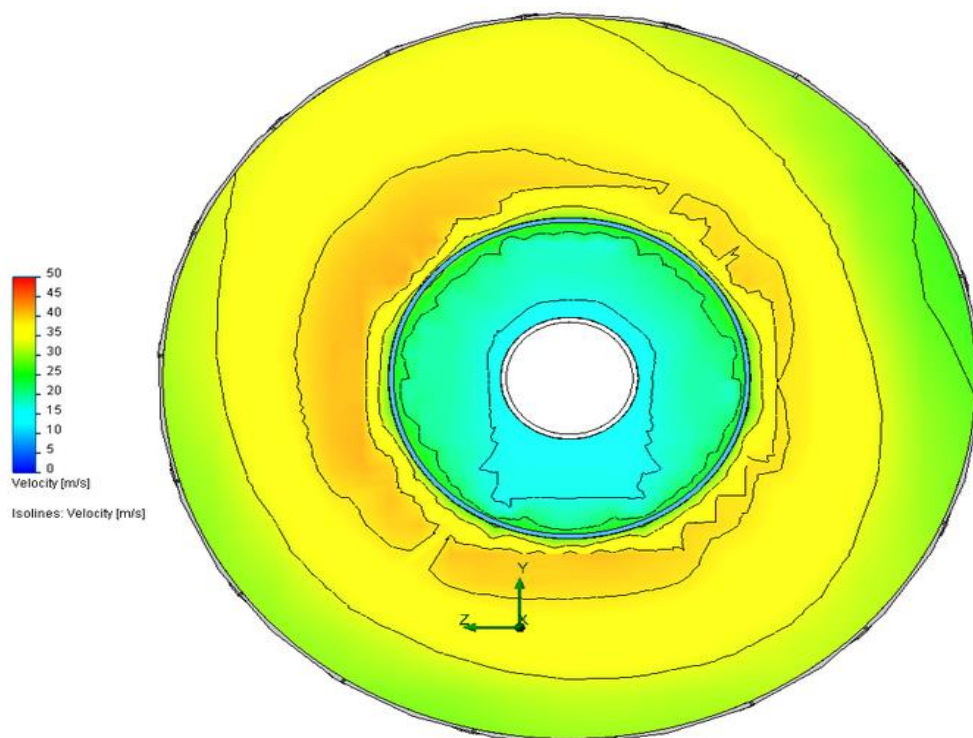


Рисунок 1.4 – Розподіл швидкостей повітря у штатному пальнику у поперечному розрізі на вході в котел

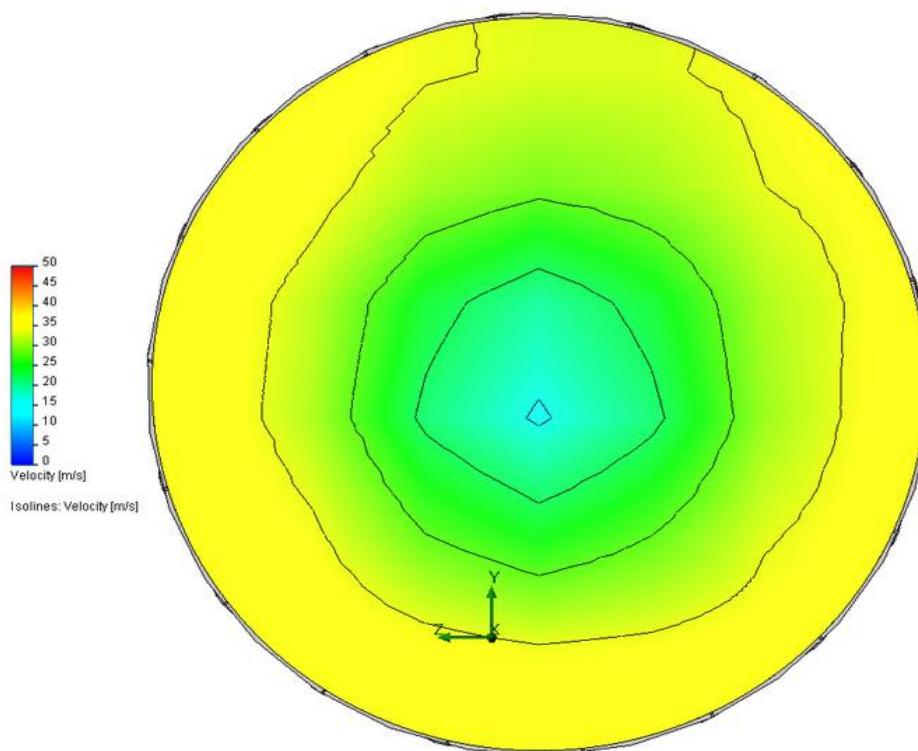


Рисунок 1.5 – Розподіл швидкостей повітря у поперечному розрізі на відстані 200 мм від входу штатного пальника в котел

Як бачимо з рис. 1.3-1.5 штатний пальник має нерівномірний розподіл швидкостей повітря на виході з пальника. Таким чином має місце нерівномірне спалювання газу та, як наслідок, нерівномірний розподіл температур по об'єму топки котла. Це спричиняє локальних перегрів екранних трубок котла, що зменшує термін їх експлуатації.

Крім того існують зони з малою швидкістю руху повітря. Через це в них відбувається підвищення температури продуктів згорання. Таким чином в цих зонах утворюються оксиди азоту (NOX).

Були змодельовані 3 варіанта виконання пальників трубчастого типу (рис. 1.6-1.8) та були проведені дослідження аеродинамічних процесів в них. Була поставлена задача обрати з трьох варіантів виконання повітряного патрубком по такий, який б забезпечував найменший аеродинамічний опір пальника та рівномірний розподіл повітря по повітряним трубкам пальника, оскільки це необхідно для успішної реалізації мікрофакельного паливоспалювання.

1.3.2 Розрахунок аеродинамічного опору трубчастого пальника першого варіанту

Розглянемо трубчастий пальник з повітряним патрубком з гострими кромками.

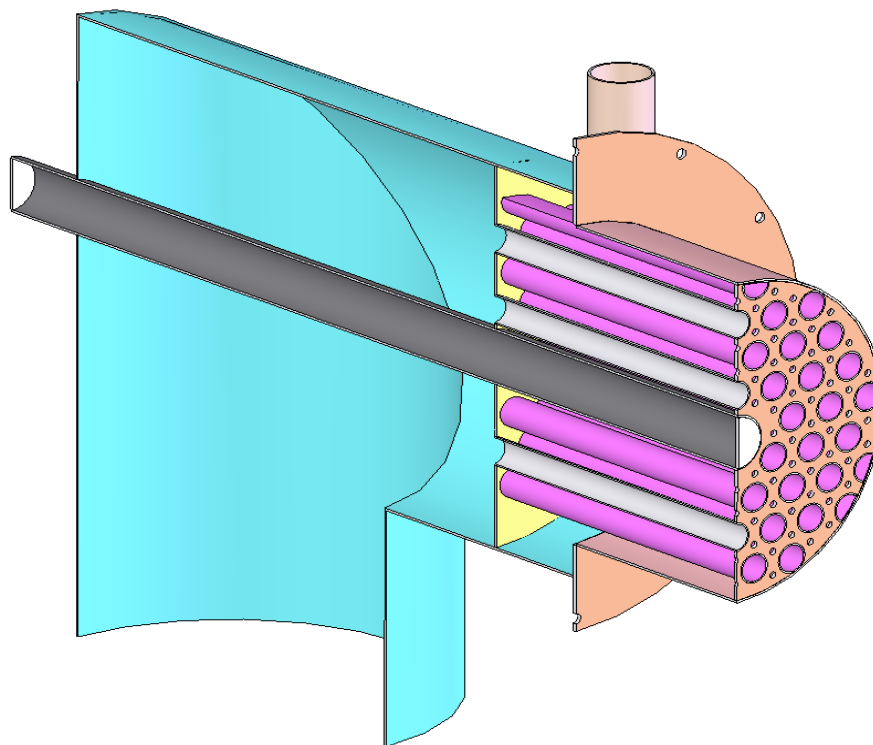


Рисунок 1.6 – Модель трубчастого пальника варіант №1 (з повітряним патрубком з гострими кромками)

Перший варіант виконання повітряного патрубку має просту конструкцію та дешевий у виготовленні.

1.3.3 Розрахунок аеродинамічного опору трубчастого пальника першого варіанту

- 1) Площа поперечного перерізу патрубки:

$$f_{\text{патр}} = \frac{\pi d_{\text{патр}}^2}{4}, \quad (1.14)$$

$$f_{\text{патр}} = \frac{3,14 \cdot 0,523^2}{4} = 0,2148 \text{ м}^2.$$

- 2) Швидкість повітря в патрубку:

$$W_{\text{патр}} = \frac{V_{\text{пов}}}{f_{\text{патр}}}, \quad (1.15)$$

$$W_{\text{патр}} = \frac{3,514}{0,2148} = 16,357 \text{ м/с}.$$

- 3) Число Рейнольдса в патрубку:

$$\text{Re}_{\text{патр}} = \frac{W_{\text{патр}} d_{\text{патр}}}{\nu}, \quad (1.16)$$

$$\text{Re}_{\text{патр}} = \frac{16,357 \cdot 0,523}{15,06 \cdot 10^{-6}} = 568042.$$

- 4) За $\text{Re}_{\text{патр}} = 568042$ коефіцієнт лінійного опору $\lambda_{\text{патр}} = 0,013$.

- 5) Коефіцієнт місцевого опору повороту

$$\xi_{\text{повор}} = C_1 A \xi_M, \quad (1.17)$$

де $C_1=1,0$ для круглого перетину, $A=1,2$ та $\xi_M = 0,99$ для куту повороту потоку $\delta = 90^\circ$

$$\xi_{\text{повор}} = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,99 = 1,188$$

6) Число Рейнольдса в трубній системі:

$$\text{Re}_{\text{тр}} = \frac{W_{\text{пов}}^{\text{тр}} d_{\text{пов}}^{\text{тр}}}{\nu}, \quad (1.18)$$

$$\text{Re}_{\text{тр}} = \frac{71,92 \cdot 0,036}{15,06 \cdot 10^{-6}} = 171920.$$

7) За $\text{Re}_{\text{тр}} = 171920$ коефіцієнт лінійного опору патрубку $\lambda_{\text{тр}} = 0,017$.

8) Коефіцієнт закриття трубної дошки буде визначатися з рівняння

$$K_f = 1 - \frac{\pi}{2} \cdot \frac{(d_{\text{пов}}^{\text{тр}})^2}{S_{\text{пов-пов}}^2} \cdot \frac{1}{\sin 60^\circ}, \quad (1.19)$$

$$K_f = 1 - \frac{3,14}{2} \cdot \frac{0,036^2}{0,056^2} \cdot \frac{1}{\sin 60^\circ} = 0,250$$

9) Довжини прямих ділянок патрубку та трубної системи:

– $l_1 = 0,3265 \text{ м}$ - довжина прямої ділянки патрубку перед поворотом;

– $l_2 = 0,1875 \text{ м}$ - довжина прямої ділянки патрубку після повороту;

– $l_3 = 0,414 \text{ м}$ - довжина прямої ділянки трубної системи.

10) Коефіцієнт гідравлічних втрат трубної системи:

$$\xi_{\text{тр}} = [0,5 + K_f^{3/2} + K_f^2 + \lambda_{\text{тр}} \frac{l_3}{d_{\text{пов}}^{\text{тр}}}] / (1 - K_f)^2, \quad (1.20)$$

$$\xi_{\text{тр}} = [0,5 + 0,250^{\frac{3}{2}} + 0,250^2 + 0,017 \frac{0,414}{0,036}] / (1 - 0,250)^2 = 1,584.$$

11) Для $t_{\text{пов}} = 20^\circ\text{C}$ густина повітря $\rho = 1,205 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

12) Аеродинамічний опір пальника першого варіанту:

$$\Delta P_{\text{пальн}} = (\lambda_{\text{патр}} \frac{l_1 + l_2}{d_{\text{патр}}} + \xi_{\text{повор}} + \xi_{\text{тр}}) \frac{\rho W_{\text{патр}}^2}{2}, \quad (1.21)$$

$$\Delta P_{\text{пальн}} = (0,013 \frac{0,3265 + 0,1875}{0,523} + 1,188 + 1,584) \frac{1,205 \cdot 16,357^2}{2} = 448,9 \text{ Па} .$$

1.3.4 Розрахунок аеродинамічного опору трубчастого пальника другого варіанту

Розглянемо трубчастий пальник з повітряним патрубком з однаково заокругленими внутрішньою та зовнішньою кромками з однаковим радіусом заокруглення $r = 100$ мм.

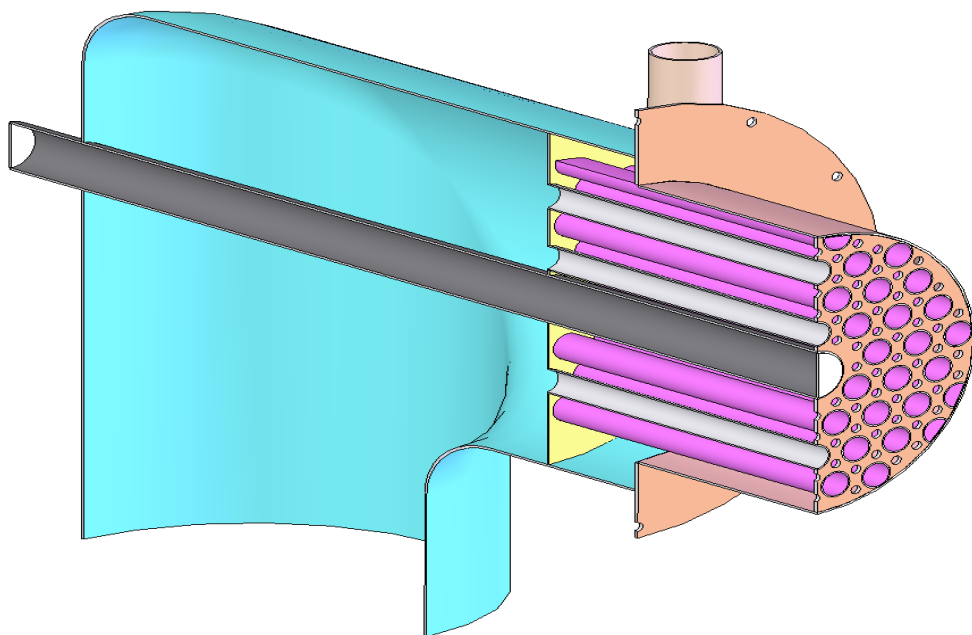


Рисунок 1.7 – Модель трубчастого пальника варіант №2 (з повітряним патрубком з однаково заокругленими внутрішньою та зовнішньою кромками)

1.3.5 Розрахунок аеродинамічного опору трубчастого пальника другого варіанту

1) Коефіцієнт місцевого опору повороту складається з місцевого опору та опору на тертя:

$$\xi_{\text{повор}} = \xi_{\text{м}} + \xi_{\text{тр}} . \quad (1.22)$$

Коефіцієнт місцевого опору:

$$\xi_{\text{м}} = A_1 B_1 C_1 , \quad (1.23)$$

де $A=1,0$ для куту повороту потоку $\delta = 90^\circ$,
 $C_1=1,0$ для круглого перетину,

$$B_1 = 0,155 \left(\frac{r}{d_{\text{патр}}} \right)^{-0,595}, \quad (1.24)$$

$$B_1 = 0,155 \left(\frac{0,1}{0,523} \right)^{-0,595} = 0,415,$$

$$\xi_M = 1,0 \cdot 0,415 \cdot 1,0 = 0,415.$$

Коефіцієнт опору на тертя:

$$\xi_{\text{тр}} = \left(1 + 0,0175 \delta \frac{r}{d_{\text{патр}}} \right) \lambda, \quad (1.25)$$

$$\xi_{\text{тр}} = \left(1 + 0,0175 \cdot 90 \frac{0,1}{0,523} \right) 0,013 = 0,017$$

Таким чином, коефіцієнт місцевого опору повороту

$$\xi_{\text{повор}} = 0,415 + 0,017 = 0,432$$

1) Довжини прямих ділянок патрубку:

– $l_1 = 0,2265 \text{ м}$ - довжина прямої ділянки патрубку перед поворотом;

– $l_2 = 0,0875 \text{ м}$ - довжина прямої ділянки патрубку після повороту;

2) Аеродинамічний опір пальника другого варіанту:

$$\Delta P_{\text{пальн}} = \left(\lambda_{\text{патр}} \frac{l_1 + l_2}{d_{\text{патр}}} + \xi_{\text{повор}} + \xi_{\text{тр}} \right) \frac{\rho W_{\text{патр}}^2}{2}, \quad (1.26)$$

де $\lambda_{\text{патр}}$ – коефіцієнт лінійного опору патрубку; з аеродинамічного розрахунку першого варіанту трубчастого пальника $\lambda_{\text{патр}} = 0,013$;

$\xi_{\text{тр}}$ – коефіцієнт гідравлічних втрат трубної системи; з аеродинамічного розрахунку першого варіанту трубчастого пальника $\xi_{\text{тр}} = 1,584$;

$$\Delta P_{\text{пальн}} = \left(0,013 \frac{0,2265 + 0,0875}{0,523} + 0,432 + 1,584 \right) \frac{1,205 \cdot 16,357^2}{2} = 326,2 \text{ Па}.$$

1.3.6 Розрахунок аеродинамічного опору трубчастого пальника третього варіанту

Розглянемо трубчастий пальник з нормальним коліном в повітряному патрубку з радіусом повороту $R = 444$ мм.

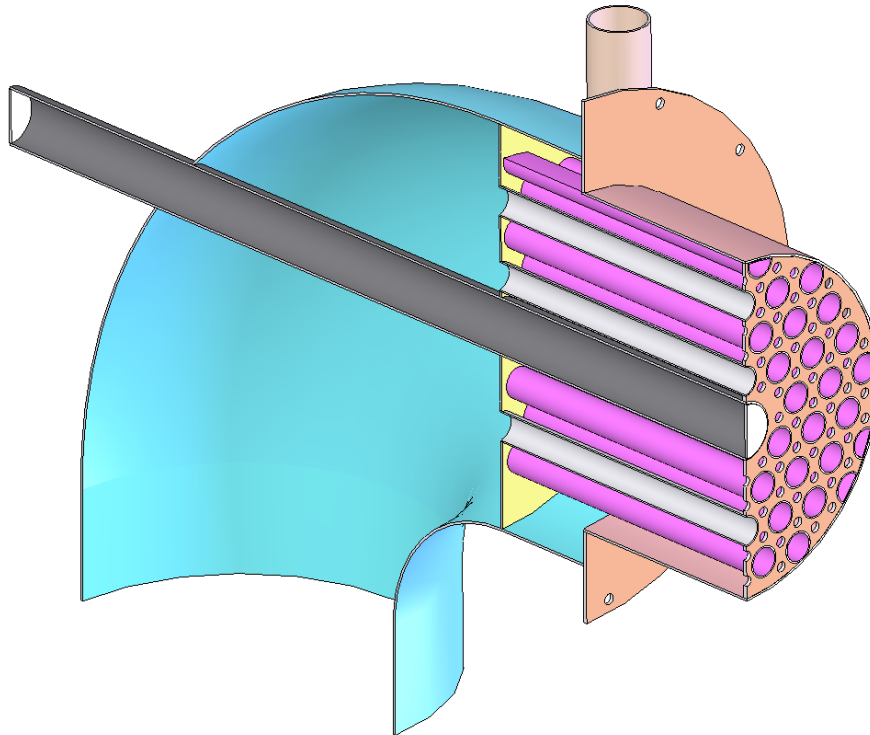


Рисунок 1.8 – Модель трубчастого пальника варіант №3 (з нормальним коліном в повітряному патрубку)

1.3.7 Розрахунок аеродинамічного опору трубчастого пальника третього варіанту

1) Коефіцієнт місцевого опору повороту складається з місцевого опору та опору на тертя:

$$\xi_{\text{повор}} = \xi_{\text{м}} + \xi_{\text{тр}} \quad (1.27)$$

Коефіцієнт місцевого опору:

$$\xi_{\text{м}} = A_1 B_1 C_1, \quad (1.28)$$

де $A=1,0$ для куту повороту потоку $\delta = 90^\circ$,

$C_1=1,0$ для круглого перетину,

$$B_1 = 0,21 \left(\frac{R}{d_{\text{патр}}} \right)^{-2,5}, \quad (1.29)$$

$$B_1 = 0,21 \left(\frac{0,444}{0,523} \right)^{-2,5} = 0,316,$$

$$\xi_M = 1,0 \cdot 0,316 \cdot 1,0 = 0,316.$$

Коефіцієнт опору на тертя в коліні:

$$\xi_{\text{тр}} = 0,0175 \delta \lambda \frac{R}{d_{\text{патр}}}, \quad (1.30)$$

$$\xi_{\text{тр}} = 0,0175 \cdot 90 \cdot 0,013 \frac{0,444}{0,523} = 0,017$$

Коефіцієнт місцевого опору повороту

$$\xi_{\text{повор}} = 0,316 + 0,017 = 0,333$$

Довжини прямих ділянок патрубку:

$l_1 = 0,144 \text{ м}$ - довжина прямої ділянки патрубку перед поворотом;

$l_2 = 0 \text{ м}$ - довжина прямої ділянки патрубку після повороту;

Аеродинамічний опір пальника третього варіанту:

$$\Delta P_{\text{пальн}} = \left(\lambda_{\text{патр}} \frac{l_1 + l_2}{d_{\text{патр}}} + \xi_{\text{повор}} + \xi_{\text{тр}} \right) \frac{\rho W_{\text{патр}}^2}{2}, \quad (1.31)$$

де $\lambda_{\text{патр}}$ – коефіцієнт лінійного опору патрубку; з аеродинамічного розрахунку першого варіанту трубчастого пальника $\lambda_{\text{патр}} = 0,013$;

$\xi_{\text{тр}}$ – коефіцієнт гідравлічних втрат трубної системи; з аеродинамічного розрахунку першого варіанту трубчастого пальника $\xi_{\text{тр}} = 1,584$;

$$\Delta P_{\text{пальн}} = \left(0,013 \frac{0,144 + 0}{0,523} + 0,333 + 1,584 \right) \frac{1,205 \cdot 16,357^2}{2} = 309,6 \text{ Па}.$$

Результати розрахунків аеродинамічного опору по трьом варіантам пальників зводимо у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати розрахунків аеродинамічного опору штатного та трьох варіантів трубчастих пальників

	Штатний пальник	Варіант №1	Варіант №2	Варіант №3
Аеродинамічний опір пальника, Па	1075,4	448,9	326,2	309,6
Зменшення аеродинамічного опору пальника в порівнянні зі штатним, %	0	58,3	69,7	71,2

Таким чином в порівнянні зі штатним пальником аеродинамічний опір трубчастого пальника зменшується до 71,2%. Найменший опір має пальник з третім варіантом виконання патрубку по повітрю.

1.3.8 Аналіз моделювання аеродинамічних процесів у трьох пальниках трубчастого типу

В результаті моделювання аеродинамічних процесів у трьох пальниках трубчастого типу були отримані:

розподіли швидкостей повітря у повздовжніх розрізах трьох варіантів пальників трубчастого типу (рис. 1.9-1.11);

розподіли швидкостей повітря у поперечних розрізах на вході в котел трьох варіантів пальників трубчастого типу (рис. 1.12-1.14);

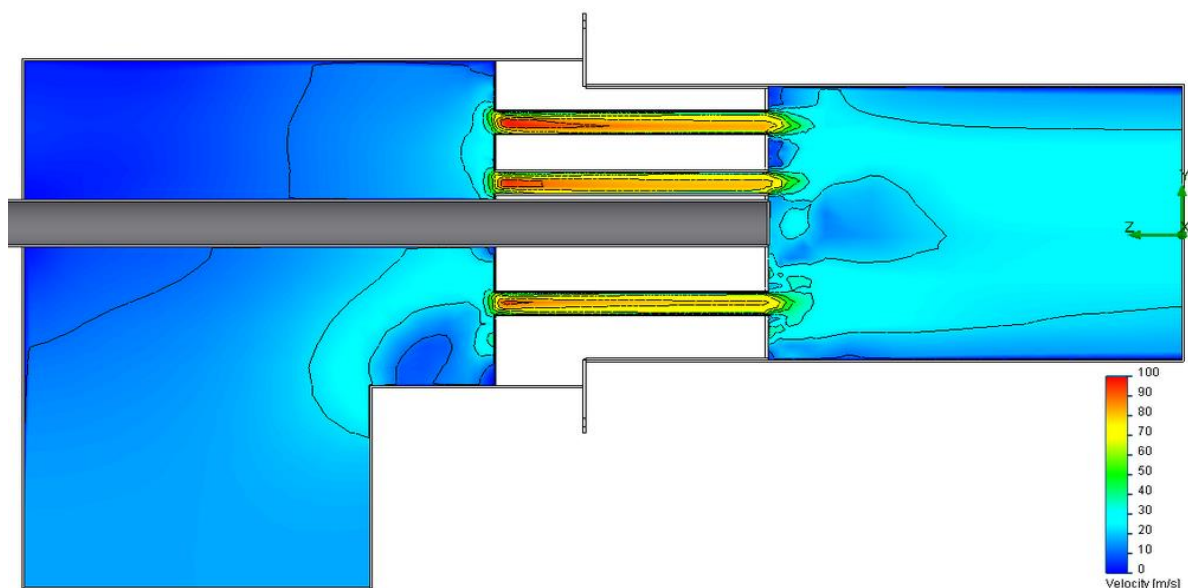


Рисунок 1.9 – Розподіл швидкостей повітря у повздовжньому розрізі в пальнику трубчастого типу варіант 1

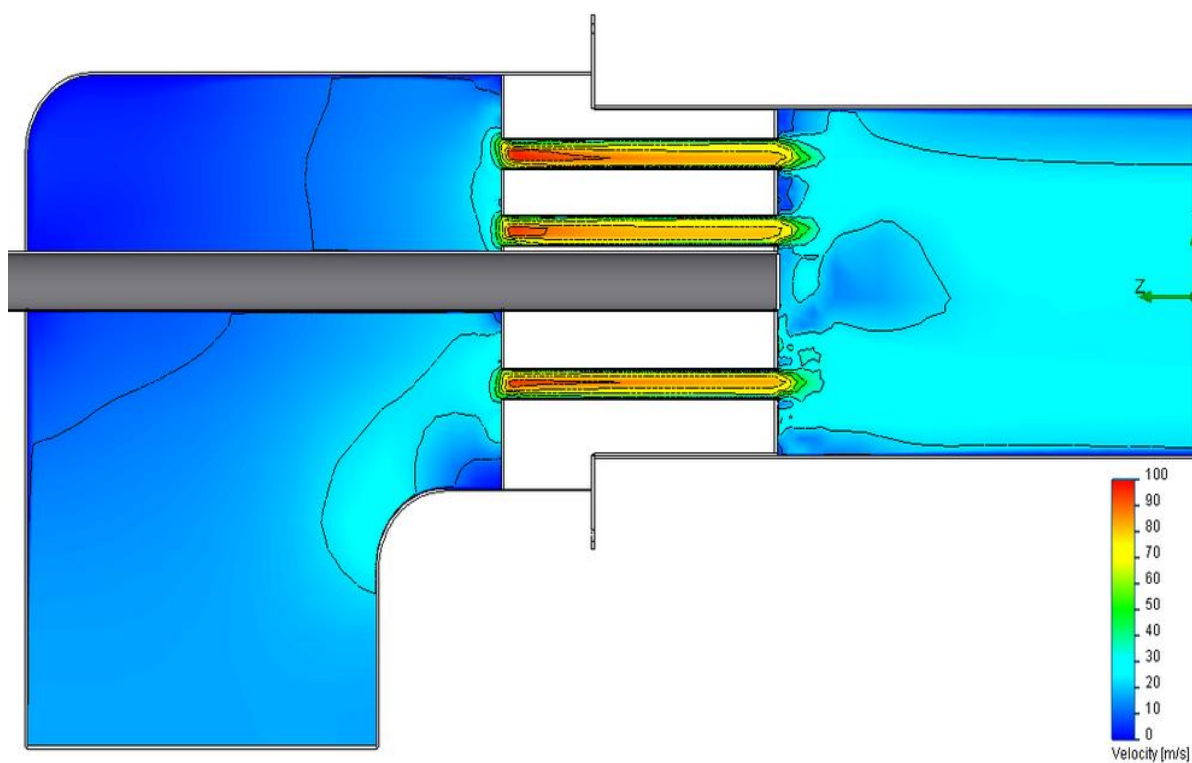


Рисунок 1.10 – Розподіл швидкостей повітря у повздовжньому розрізі в пальнику трубчастого типу варіант 2

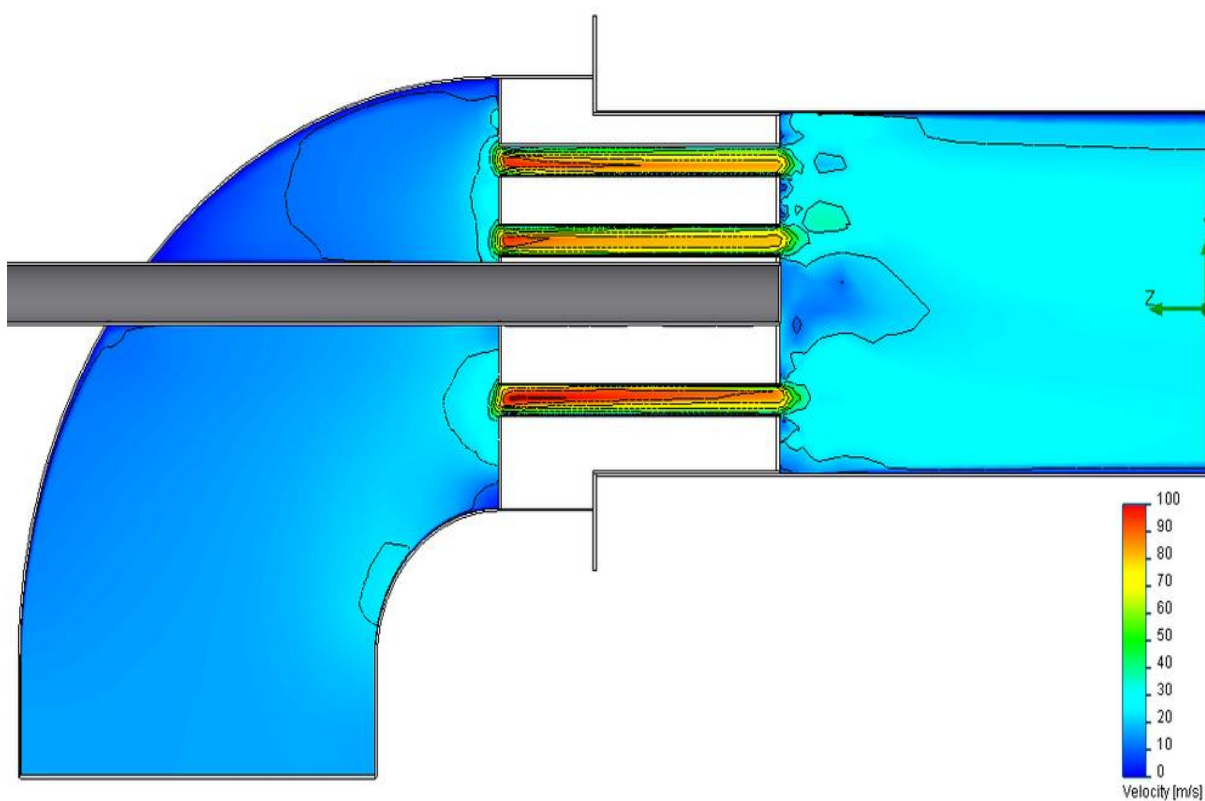


Рисунок 1.11 – Розподіл швидкостей повітря у повздовжньому розрізі в пальнику трубчастого типу варіант 3

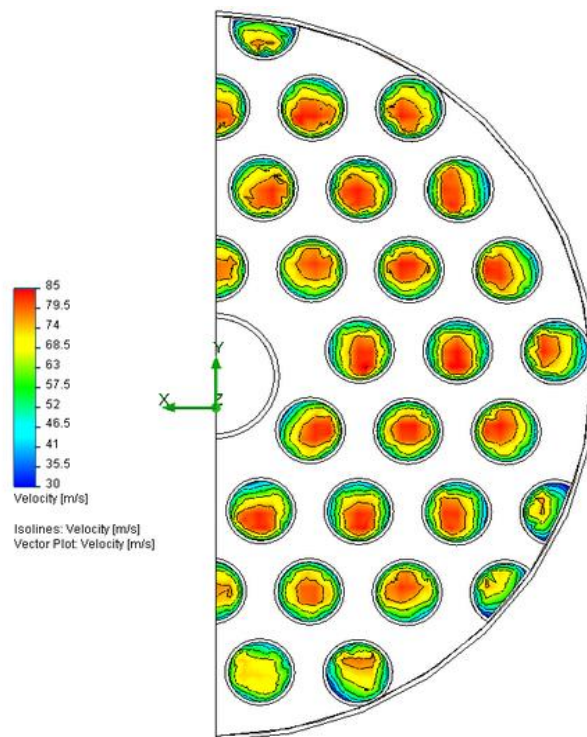


Рисунок 1.12 – Розподіл швидкостей повітря в пальнику трубчастого типу варіант 1 у поперечному розрізі на вході в котел

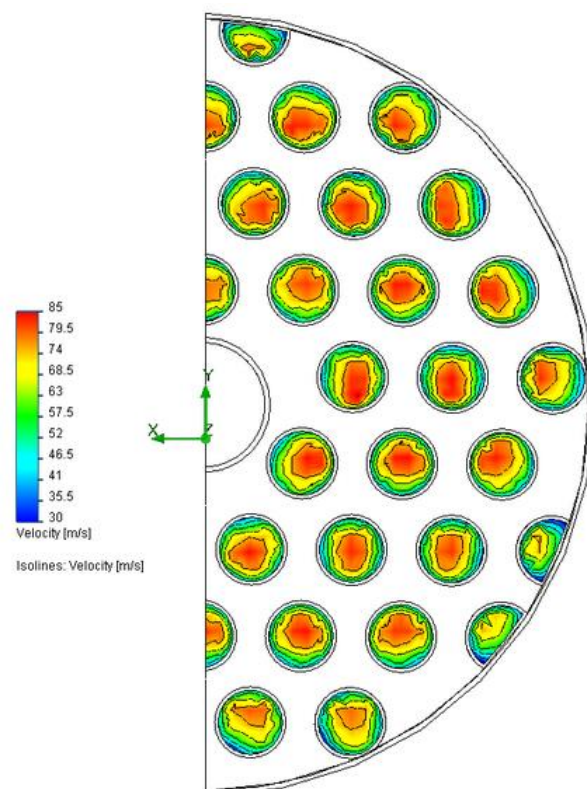


Рисунок 1.13 – Розподіл швидкостей повітря в пальнику трубчастого типу варіант 2 у поперечному розрізі на вході в котел

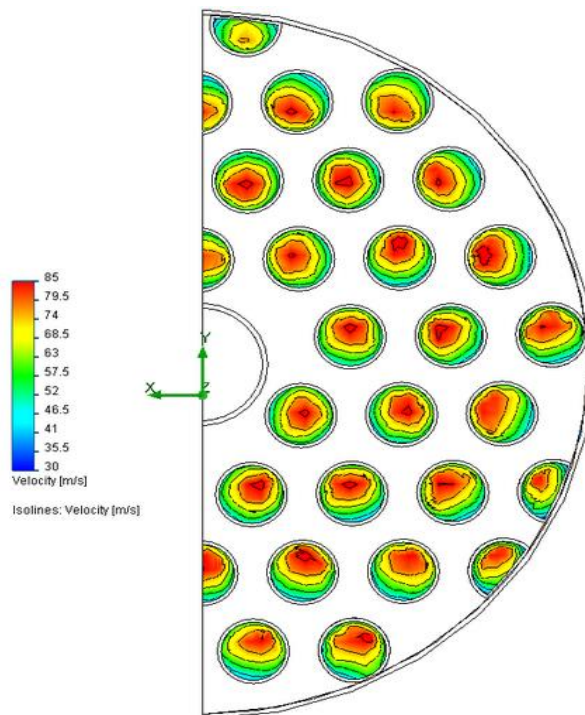


Рисунок 1.14 – Розподіл швидкостей повітря в пальнику трубчастого типу варіант 3 у поперечному розрізі на вході в котел

Для кожного варіанту пальника були виміряні середні швидкості в трубках з найбільшою і найменшою витратою повітря та занесені до табл. 1.2.

Розрахуємо рівномірність розподілу повітря по трубкам пальника за формулою:

$$K_p = \frac{\bar{W}_{\min}}{\bar{W}_{\max}} 100\% . \quad (1.32)$$

Для трубчастого пальника варіант 1:

$$K_p = \frac{63,79}{72,33} 100\% = 88,2\% ;$$

для трубчастого пальника варіант 2:

$$K_p = \frac{63,33}{71,77} 100\% = 88,2\% ;$$

для трубчастого пальника варіант 3:

$$K_p = \frac{64,44}{67,33} 100\% = 95,7\% .$$

Таблиця 1.2 – Результати моделювання пальників трубчастого типу

Параметр	Варіант №1	Варіант №2	Варіант №3
Середня швидкість повітря на виході з трубки з найбільшою витратою повітря, м/с	72,32	71,77	67,33
Середня швидкість повітря на виході з трубки з найменшою витратою повітря, м/с	63,79	63,33	64,44
Рівномірність розподілу повітря по трубкам пальника, %	88,2%	88,2%	95,7%

Нерівномірність розподілу повітря по трубкам пальника першого та другого варіанту пояснюється тим, що за внутрішніми кромками поворотів патрубків по повітрю утворюється вихор, і в трубки нижніх рядів потрапляє менше повітря, ніж в трубки верхніх рядів.

Також були отримані розподіли швидкостей повітря у поперечних розрізах на відстані 200 мм від входу пальників трубчастого типу в котел (рис. 1.15-1.17).

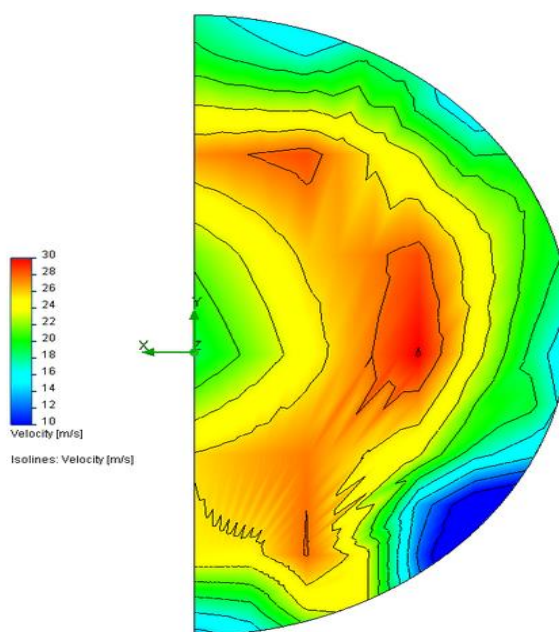


Рисунок 1.15 – Розподіл швидкостей повітря у поперечному розрізі на відстані 200 мм від входу пальника трубчастого типу варіант 1 в котел

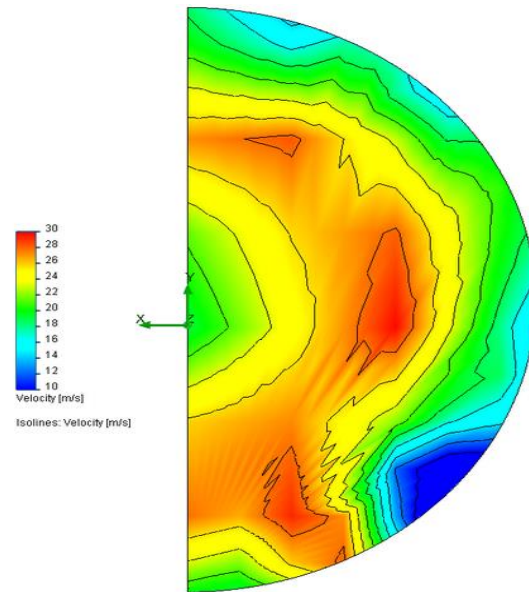


Рисунок 1.16 – Розподіл швидкостей повітря у поперечному розрізі на відстані 200 мм від входу пальника трубчастого типу варіант 2 в котел

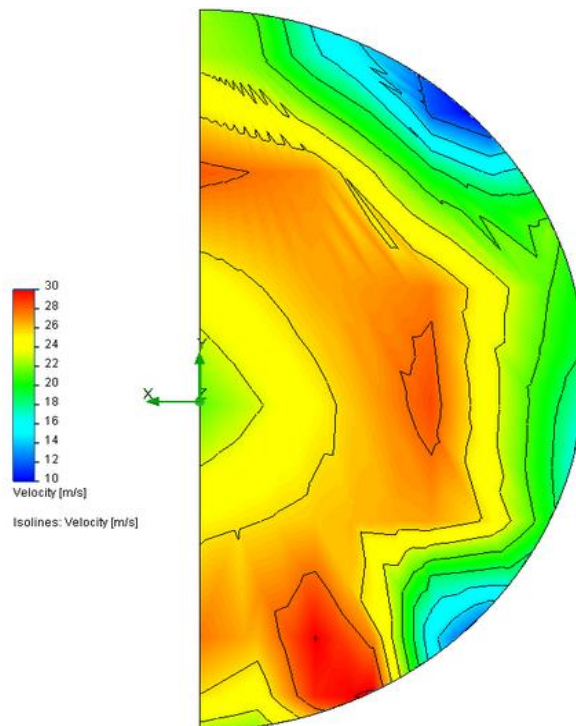


Рисунок 1.17 – Розподіл швидкостей повітря у поперечному розрізі на відстані 200 мм від входу пальника трубчастого типу варіант 3 в котел

Як бачимо з табл. 1.1, 1.2 та рис. 1.15-1.17, при третьому варіанті виконання патрубку по повітрю має місце найменший аеродинамічний опір та найбільш рівномірний розподіл повітря по повітряним трубкам.

Це забезпечує рівномірний розподіл швидкостей повітря на виході з пальника. Таким чином має місце рівномірне спалювання газу та, як наслідок, рівномірний розподіл температур по об'єму топки котла. Це спричиняє рівномірний нагрів екранних трубок котла, що збільшує ККД котла. Тому як остаточний обрано третій варіант трубчастого пальника.

1.4 Постановка задачі і програма досліджень

Задачі що необхідно розробити в магістерській дисертації:

- ознайомитись з характеристиками об'єкта;
- описати принципові технічні рішення опалення, вентиляції, кондиціонування;
- проаналізувати конструктивні рішення повітроводів, автоматизація опалювально-вентиляційних систем;
- дослідити заходи з енергозбереження;
- розробити робочу документацію дахової котельні;
- провести математичне моделювання для зображення передачі теплоти від гарячого теплоносія (димові гази) до стінок труб та передачі теплоти від стінок труб до холодного теплоносія (води);
- розробити стартап-проект сучасного теплогенератора нового покоління .
- передбачити заходи з охорони праці.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

Об'єкт «Будівництво адміністративного будинку та їдальні по вул. Лейпцізькій, 15 у Печерському районі м. Києва (коригування другої черги будівництва)» являє собою дев'ятиповерхову будівлю, що включає наступні групи приміщень:

- вхідна зона;
- кафетерій;
- офісні приміщення.

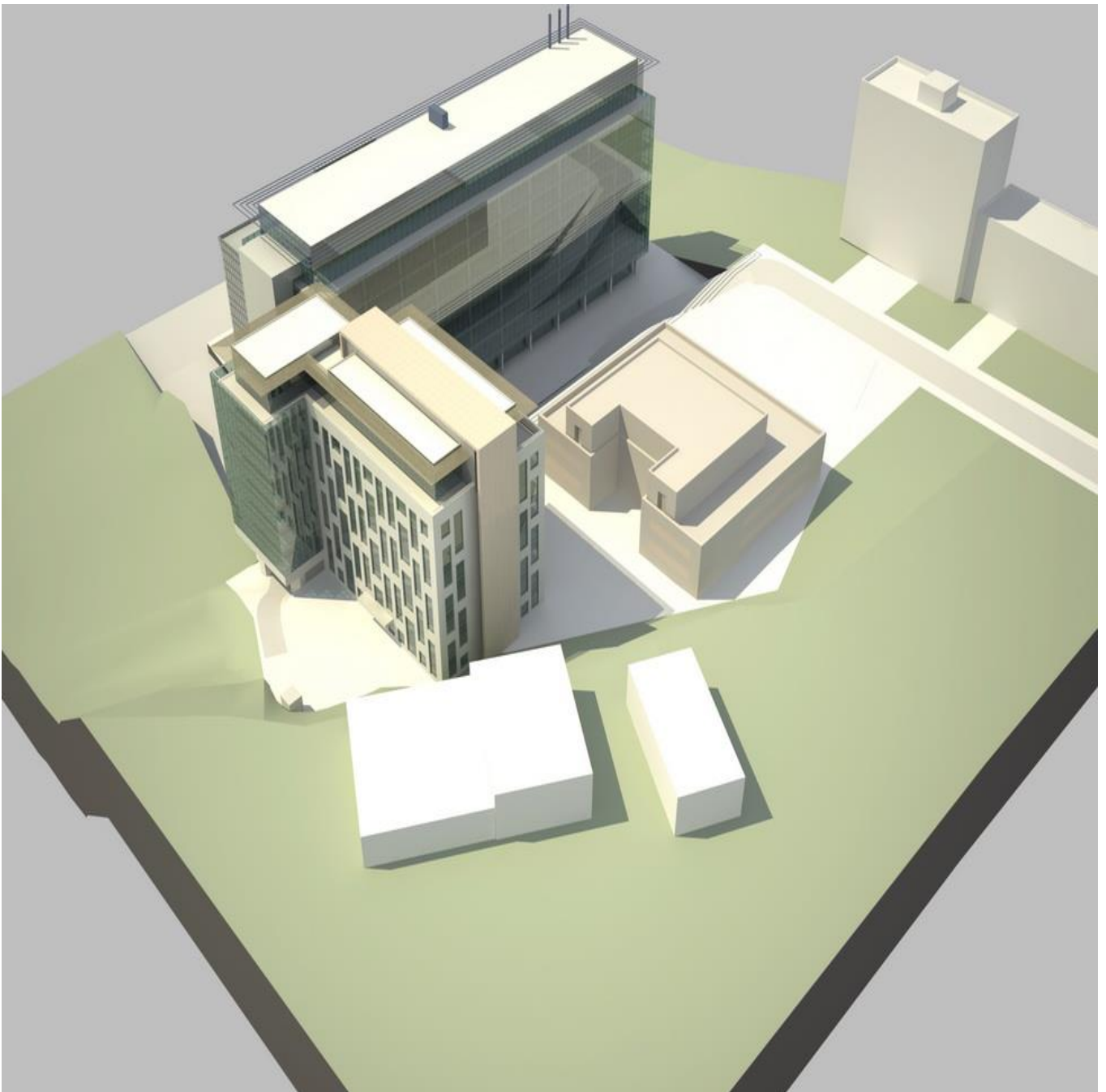


Рисунок 2.1 – Зображення адміністративної будівлі

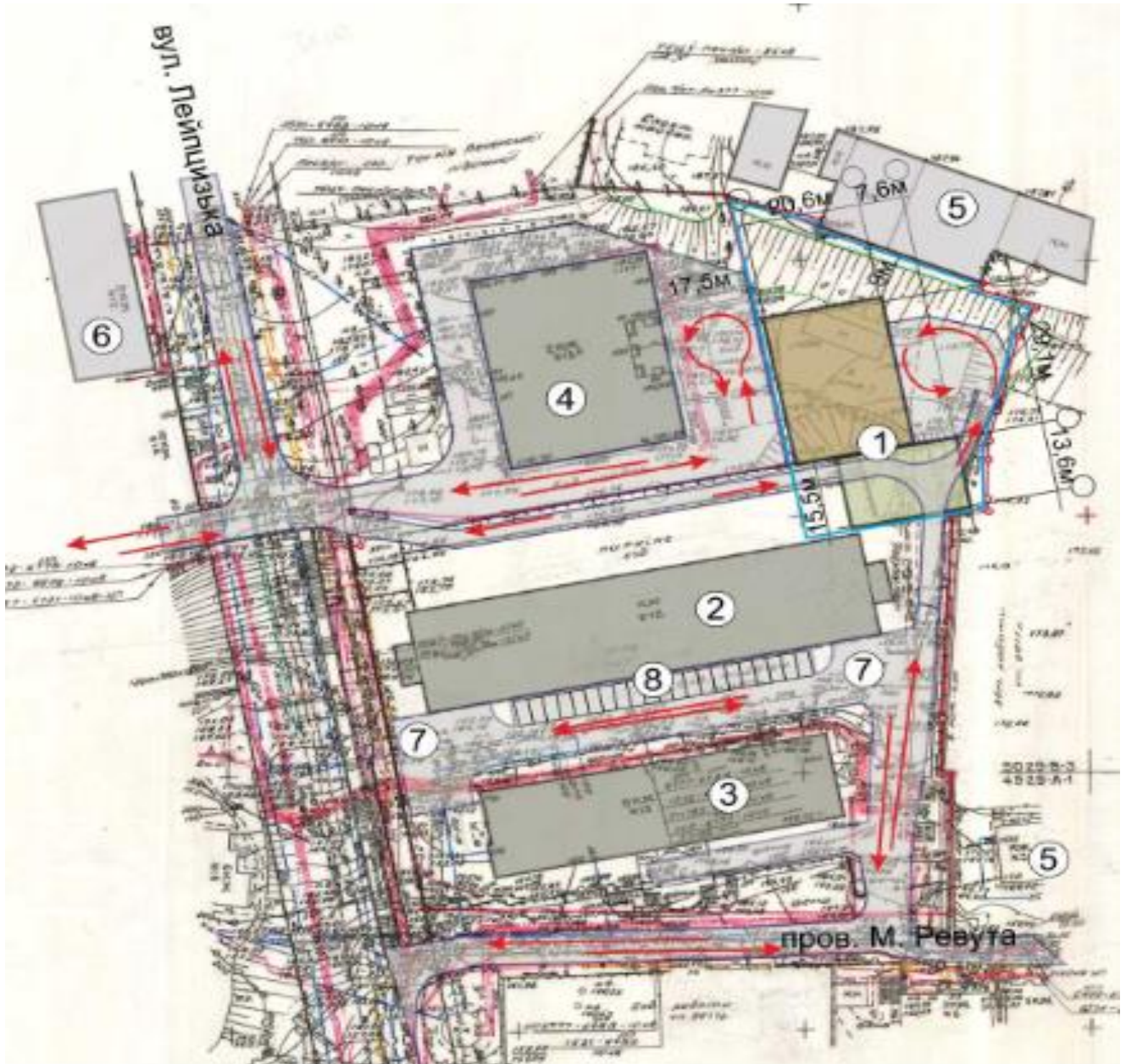
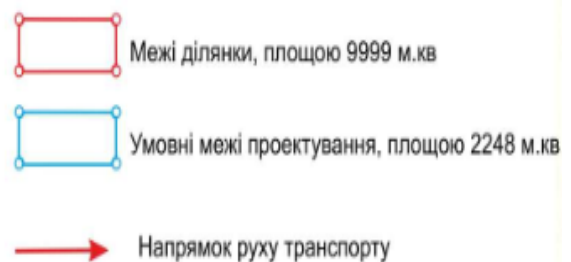


Рисунок 2.2 – Зображення генерального плану

1. Адміністративний будинок(корегування 2 черги)
2. Адміністративний будинок з паркінгом на 148 маш/місць, що будується
3. Існуючий адміністративний будинок
4. Непрацюючий будинок лазні
5. Існуюча промислова забудова
6. Існуюча житлова забудова
7. Заїзд-виїзд в паркінг
8. Автостоянка на 21 маш/місць.



Об'єкт, який розглядається – адміністративний будинок по вул. Лейпцизька, 15 в Печерському районі м. Києва.

Будівля об'єкту – 10-ти поверхова. Дев'ять поверхів займають офісні приміщення, десятий поверх-технічний.

Будівля, що розглядається є другою чергою будівництва. Будівля першої черги будівництва вже збудована і знаходиться поруч.

Документація з внутрішніх санітарно-технічних систем об'єкту виконана на підставі архітектурних креслень.

2.1 Опис об'єкту

Даним розділом проекту вирішуються питання опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, що передбачають забезпечення нормативних метеорологічних умов в зоні приміщень, що обслуговується, а також рішення щодо систем протидимного захисту, вибору основного обладнання та матеріалів, а також визначення потреб у енергоресурсах.

2.1.1 Основні архітектурно-планувальні вимоги і характеристика запроектованого об'єкта

Загальна площа ділянки – 0,9999 га.

Площа забудови 944,0 м²

Загальна площа адміністративного будинку з приміщенням їдальні – 6500 м², в т. числі: адміністративні приміщення – 3937,0 м²;

Поверховість – 9 поверхів.

Висота поверхів (від підлоги до підлоги) – 3,6 м²

Кількість створених робочих місць – 400

Розрахункові параметри внутрішнього та зовнішнього повітря в холодний і теплий періоди року приймати відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування», ДБН В.2.2-9-2009 „Громадські будинки та споруди. Основні положення”.

Параметри зовнішнього повітря в розрахунках прийняти відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 (див. таблицю 2.1). Для систем опалення та вентиляції у холодний період року та систем кондиціонування (див. таблицю 2.1).

Таблиця 2.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря в теплий період року для систем вентиляції t, °С	t, °С	23,0
	φ, %	69
	I, кДж/кг	53,6
Розрахункові параметри зовнішнього повітря в теплий період року для систем кондиціонування t, °С	t, °С	28,0
	φ, %	69
	I, кДж/кг	56,1
Розрахункові параметри зовнішнього повітря в холодний період року для систем опалення, вентиляції, кондиціонування t, °С	t, °С	-22
	φ, %	83
	I, кДж/кг	-20,7
Барометричний тиск	ГПа	990
Середня температура опалювального періоду t, °С	t, °С	-0,1
Тривалість опалювального періоду	Діб	176
Розрахункова середня швидкість вітру:		
- В холодний період року	м/с	2,8
- В теплий період року	м/с	2,1
Зона вологості		норм.
Географічна широта	°п.ш.	52
Кількість градусодіб опалювального періоду	градусо-діб	3572

2.1.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові параметри внутрішнього повітря прийняті відповідно до СНіП 41-01-2003 "Опалення, вентиляція та кондиціонування", ДБН В.2.2-9-2009 "Громадські будинки та споруди" та технічного завдання на проектування. Розрахункові параметри внутрішнього повітря та рівня шуму (див. таблицю 2.2).

2.2 Опалення

Джерелом тепlopостачання на об'єкті є газова котельня на даху будівлі. Теплоносій від котельні – гаряча вода 90/70 °С.

Теплопостачання внутрішніх мереж передбачається за допомогою незалежної схеми (з використанням теплогенераторів марки АОМ). Передбачається погодозалежне регулювання температури теплоносія в контурах систем опалення.

Таблиця 2.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря та рівня шуму

Назва приміщень	Температура внутрішнього повітря		Вологість, %	Рівень шуму, дБА
	Влітку	Взимку день/ніч		
Санвузли	н/н	20/16	н/н	<40
Офіси, кафетерій, допоміжні приміщення	22	20/16	н/н	<35
Коридори	н/н	18/16	н/н	н/н

Система опалення водяна, двотрубна з горизонтальною тупиковою розводкою. Температурний графік теплоносія системи опалення 80-60 °С. Автоматизація теплоспоживання на опалення передбачається за рахунок встановлення термостатів на опалювальних приладах та автоматичних балансувальних вентилів на відгалуженнях.

Система опалення приймається водяна, двотрубна, з горизонтальними відгалуженнями від по-поверхових розподільчих колекторів. Вузол приєднання колекторів до стояків обладнується запірною арматурою, балансувальними вентилями та фільтрами. Опалювальні прилади передбачаються радіатори з нижнім приєднанням до трубопроводів з вмонтованими термостатичними вентилями та з терморегуляторами. В усіх приміщеннях, що межують з зовнішнім повітрям встановлюються радіатори. Опалювальні прилади обладнуються клапанами для випуску повітря і запірною арматурою.

В допоміжних приміщеннях: венткамерах, насосних, теплопунктах, технічних приміщеннях система опалення розраховується на підтримання температури +5°С.

В технічних та допоміжних приміщеннях в якості опалювальних приладів приймаються сталеві радіатори з боковим підключенням, обладнані регулювальною арматурою.

Радіатори у сходових клітинах розміщуються на висоті 2,2 м від поверхні сходових площадок до низу радіаторів, згідно з п.5.42 ДБН В.1.1-7-2016. Термостатичні елементи на опалювальних приладах сходових клітин не встановлюються. Системи опалення та теплопостачання припливних установок мають окремі вузли змішування, циркуляційні насоси, запірно-регулюючу арматуру, прилади КВП та А.

Стояки, магістральні трубопроводи та горизонтальна розводка системи опалення у підвісній стелі зовнішніми діаметрами до 60 включно виконуються із сталевих водогазопровідних труб за ГОСТ 3262-75*, зовнішніми діаметрами вище 60 – із сталевих електрозварювальних труб за ГОСТ 10704-91, горизонтальна розводка системи опалення у фальшпідлозі та підводки до опалювальних приладів виконуються із полімерних труб з антидифузійним шаром.

Видалення повітря з систем опалення здійснюється, через повітряні крани радіаторів, а також через автоматичні повітровідводники, які встановлюються у вищих точках систем. Передбачається встановлення автоматичних сепараторів повітря та шламу в теплопунктах.

Нижні точки систем оснащуються зливними кранами з штуцерами для приєднання гнучкого шланга для зливу води.

Всі трубопроводи систем опалення утеплюються високоефективним теплоізолюючим матеріалом зі спіненого поліетилену. Всюди, де трубопроводи не зачиняються підвісною стелею, фальшпідлогою та поза зоною технічних шахт, теплоізоляційний матеріал покривається алюмінієвою “окожушкою”.

Проектом передбачаються заходи з компенсації теплових подовжень. Компенсація теплових подовжень сталевих трубопроводів здійснюється за рахунок кутів поворотів та аксіальними компенсаторами на вертикальних стояках системи опалення. Компенсація теплових подовжень полімерних труб відбувається за рахунок дугоподібної прокладки та кутів повороту.

Для встановлення водяних потоків на проектні параметри системи оснащуються необхідною кількістю арматури для балансування та регулювання.

Трубопроводи системи опалення з місцевими опалювальними приладами прокладаються окремо від трубопроводів теплопостачання калориферів вентиляційних установок та водопідігрівачів, у відповідності до вимог п.3.24 ДБН В.2.5-67:2013.

Трубопроводи системи опалення в місцях перетину перекриття прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів, край гільз виконується на одному рівні з поверхнями стін, перегородок та стелі.

2.3 Вентиляція

Установки ПВ1-ПВ4 розташовані за підшивною стелею в приміщеннях, що обслуговують. Забір свіжого повітря виконується з фасаду будівлі на рівні не нижче 2 м від рівня землі. Викид повітря передбачається через окремі шахти. Шахти виводяться вище покрівлі на висоту 0,5 м та обладнання зонтами. До складу вентиляційної установки входить: повітряна заслонка, фільтр грубої та тонкої очистки, пластинчатий рекуператор, водяний повітрянагрівач, вентилятори,

шумоглушники. Температура теплоносія в системі тепlopостачання калориферів припливно-втяжних установок - 80-60 °С.

Видалення повітря з вбиралень передбачено встановленням вентиляторів. Викид повітря передбачається через вентиляційні шахти. Шахти вивести вище покрівлі на висоту не менше 1 м.

Вентшахти виводяться вище покрівлі на висоту не менше 1м та обладнуються зонтами.

Вентиляція машинних приміщень ліфтів механічна витяжна в розмірі 0,5 крат.

2.4 Кондиціонування

Передбачено окремі системи кондиціонування повітря за допомогою спліт-систем. Внутрішні блоки каналного типу розміщені в приміщені, що обслуговується. Зовнішні блоки розміщені на фасаді будівлі.

Вентиляційне обладнання повинне відповідати новітнім стандартам, мати всі необхідні сертифікати.

Продуктивність вентиляторів повинна мати можливість частотного регулювання.

Все устаткування систем вентиляції і кондиціонування повинне мати доступ для ремонту і подальшого експлуатаційного обслуговування.

2.5 Повітроводи

Повітроводи застосовуються прямокутного і круглого перетину. Допускається використання гнучких повітроводів, якщо довжина відгалуження не більше двох метрів.

При використанні повітроводів прямокутного перетину їх жорсткість повинна бути забезпечена профільованими вигинами.

Транзитні повітроводи та колектори систем вентиляції в межах протипожежного відсіку, який обслуговується цими системами передбачено з межею вогнестійкості не менше EI 15, виконаних із негорючих матеріалів за умов прокладання їх у загальних шахтах, що мають огорожувальні конструкції з межею вогнестійкості не менше REI 120, та встановленням протипожежних клапанів у місцях перетинання повітроводами огорожувальних конструкцій цих шахт.

Витяжні повітропроводи систем МВ приміщень кухні обладнані люками для періодичної перевірки та чистки. На горизонтальних ділянках цих повітропроводів люки передбачено на бокових поверхнях повітропроводу. На вертикальних ділянках, що прокладаються через інші поверхи проектом передбачено доступ до повітропроводів для їх чистки.

Для транзитних ділянок систем загальнообмінної вентиляції і кондиціонування, матеріалом повітроводів служить оцинкована сталь класу «П». В решті випадків оцинкована листовая сталь класу «Н».

Повітроводи, що йдуть транзитом через суміжні приміщення, протипожежні відсіки покрити протипожежною ізоляцією з нормованою межею вогнестійкості. Транзитні повітропроводи які перетинають огорожувальні конструкції слід прокладати у негорючих проходках забезпечуючи нормовану межу вогнестійкості огорожі, що перетинається.

В якості вогнезахисного покриття застосувати вогнезахисний склад ФИБРОГЕЙН (Fibrogaine) для металевих повітроводів, або інший матеріал маючий сертифікат відповідності УкрСЕПРО.

Для огляду, технічного обслуговування і чищення системи повітроводів, до них повинен бути передбачений легкий доступ.

Для запобігання появи конденсату і зменшення тепловтрат через стінки повітроводів, а також для боротьби з шумом, необхідно передбачати вискоелефективну теплову і шумову ізоляцію повітроводів.

2.6 Автоматизація опалювально-вентиляційних систем

Системи тепlopостачання вентиляція і кондиціонування повітря повинні бути обладнані засобами управління, блокування, контролю і регулювання, які забезпечують:

- дистанційне включення і відключення систем з диспетчерського пункту;
- підтримання необхідних температурних параметрів в приміщеннях, що обслуговуються;
- автоматичне регулювання параметрів повітря (температура) в припливних повітроводах та приміщеннях;
- сигналізацію роботи систем на диспетчерському пункті і загальний сигнал аварії;
- захист повітронагрівачів від заморожування;
- блокування вентиляційного обладнання між елементами самої системи і системами пожежної автоматики;
- автоматичне відключення всіх вентиляційних систем під час пожежі при спрацьовуванні системи пожежної сигналізації або системи гасіння пожежі і включення в роботу всіх елементів систем протипожежного захисту комплексу.
- запис параметрів роботи устаткування на жорсткому диску.

2.7 Заходи з енергозбереження

В проекті передбачені наступні енергозберігаючі заходи:

- регулювання температури повітря в приміщеннях термостатичними клапанами;
- утилізація тепла витяжного повітря;
- використання вентиляторів з регульованою частотою обертання, що дозволяє заощадити.

2.8 Теплове навантаження об'єкту

Потужність системи опалення розрахована на компенсацію тепловтрат огороджувальними конструкціями при нормованій температурі внутрішнього повітря. (таблиця 2.3)

Таблиця 2.3 – Теплове навантаження об'єкту

Споживач теплової енергії	Теплоносій	Теплова потужність, кВт
Система опалення (основна)	вода	390,0
Система опалення (резервна)	вода	390,0
Система вентиляції (основна)	вода	314,5
Система вентиляції (резервна)	електромережа	220

2.9 Дахова котельня

Даним проектом передбачено розробку робочої документації дахової котельні для теплопостачання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання адміністративного будинку та їдальні по вул. Лейпцизькій, 15 у Печерському районі м. Києва.

Проект виконано на підставі нормативних матеріалів та документів, що діють на території України на момент розробки.

Для теплопостачання адміністративного будинку передбачено будівництво дахової котельні тепловою потужністю 2,7 МВт.

Система тепlopостачання закрита з параметрами теплоносія 90-70° С. Для покриття теплою опалювально-вентиляційних навантажень та гарячого водопостачання в даховій котельні передбачається установка трьох теплогенераторів типу АОМ тепловою потужністю 1,0 МВт кожний, які працюють на природному газі.

В розрахунковому режимі котли працюють по температурному графіку $t=90-70$ ° С.

Котельня відноситься до II категорії по надійності відпуску теплоти споживачам. Розміщення водогрійних котлів та котлового обладнання передбачено в приміщенні котельні, що відповідає вимогам діючих норм. Котли поставляються в повній заводській готовності в комплекті з приладами автоматики, контрольно-вимірювальними приладами, датчиками, контролером.

Комплектуються котли газовими пальниками типу ГПМТ, які поставляються в комплекті з газовою рампою (кульовий кран, газовий фільтр, регулятор низького тиску, реле мінімального та максимального тиску, подвійний маг. клапан, газовий дросель, манометр, реле контролю герметичності, вібровставка).

Для обслуговування котла та котлового обладнання передбачено влаштування металевої стаціонарної площадки розробленої у відповідності до вимог ДНАОП 0.00-1.26-96.

Відведення димових газів та розсіювання шкідливих речовин в атмосферу здійснюється за допомогою димових труб Ø400/460 (3шт), яка виводяться на висоту близько +30,820м.

Димові труби виготовляються з двох шарів нержавіючої листової сталі з шаром теплової ізоляції товщиною 30мм між ними. Одразу за котлом на газоході передбачено встановлення вибухового клапана та шибера. Котли обладнані котловими насосами фірми "WILLO" за допомогою яких теплоносій з відповідними параметрами подає до гідравлічного розподільвача типу HZW 200/6 фірми "Meibes".

Для компенсації температурних розширень теплоносія водяного контуру передбачено встановлення розширювальних баків типу N140 фірми "Reflex" на кожен котел та на коловій контуру N600 (2шт.) з підключенням до трубопроводу.

Обробка сирі води для потреб котельні здійснюється за схемою натрій-катіонітного фільтрування за допомогою пом'якшувальної установки.

Спеціальна конструкція топки і конвективні поверхні теплообміну теплогенераторів АОМ дозволяють зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу нижче норм, встановлених міжнародним екологічним нормативом.

Комфортність котельні досягається за рахунок застосування малогабаритного ефективного і економічного обладнання, змонтованих вузлів приєднання систем тепlopостачання та гарячого водопостачання, естетичного вигляду.

Теплові процеси повністю автоматизовані мікропроцесорними регуляторами. Обладнання працює в автоматичному режимі і не потребує постійної присутності обслуговуючого персоналу.

2.9.1 Розрахункові теплові навантаження.

Таблиця 2.4 – Максимальні навантаження Q_{max} , кВт

Споживачі теплоти	Опалення	Вентиляція	ГВП	Всього
Адміністративний корпус та їдальня	902,0	254,0	523,00* (168,00)	1679,00
Дахова котельня	72,0	-	-	72,0
Разом	974,0	254,0	523,00	1751,00

* максимальне годинне навантаження.

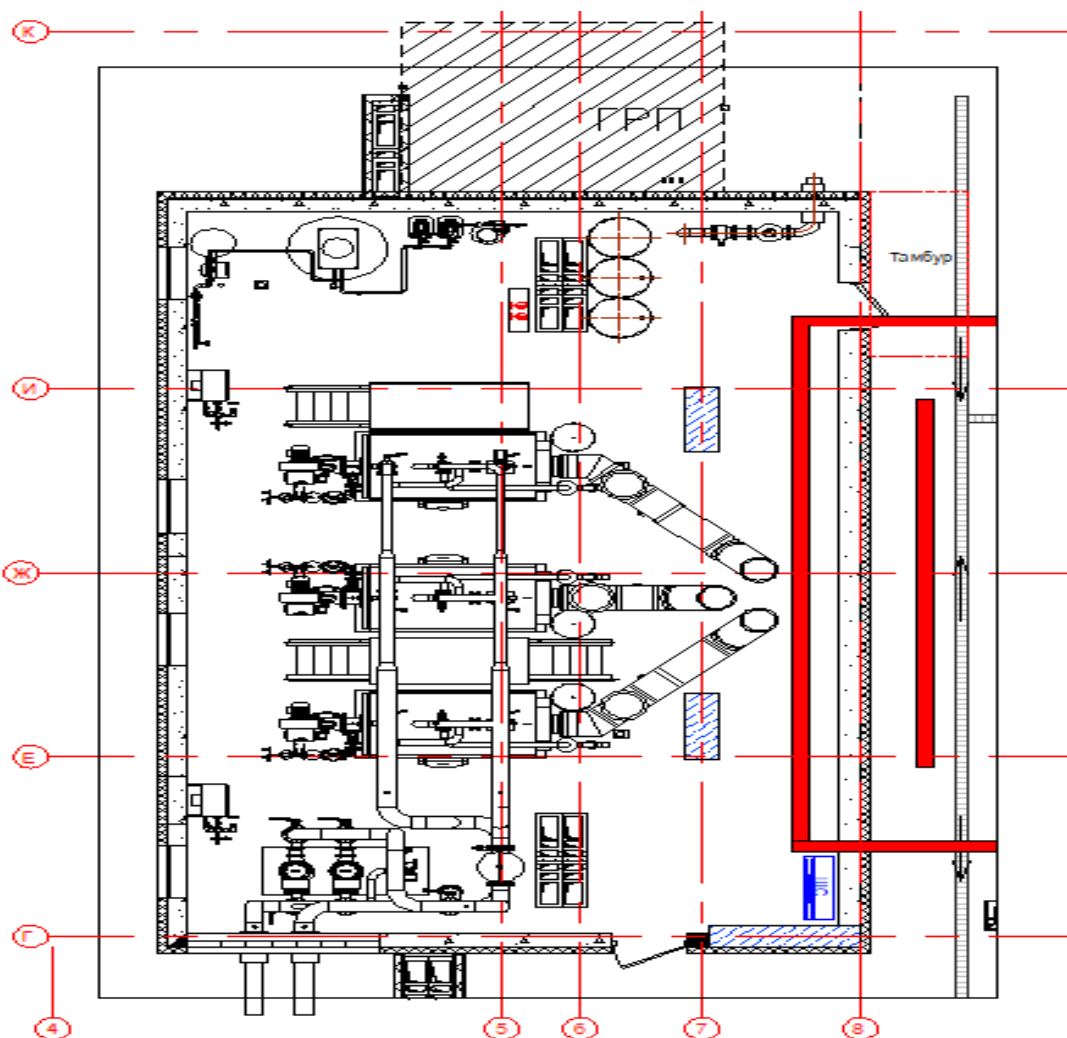


Рисунок 2.3 – План трубопроводів

Таблиця 2.5 –Показники роботи котельні

Найменування	Одиниця вимірювання	Величина
Встановлена теплопродуктивність котельні	кВт (ккал/год)	2700,00 (2322,00)
Розрахункова теплопродуктивність котельні	кВт (ккал/год)	1751,00 (1505,86)
Річне вироблення теплоти	МВт (Гкал/рік)	3729,792 (3207,621)
Річне число годин використання встановленої теплопродуктивності	годин	1381,4
Річна витрата палива натурального (газу)	тис. нм ³ /рік	1307,781
Річна витрата палива умовного	тис.т.у.п.	1,494
Встановлена потужність струмоприймачів	кВт	20,6
Річна витрата електроенергії	кВт*рік	28456,84
Чисельність постійного обслуговуючого персоналу	чол.	0
Питома витрата умовного палива на 1Гкал відпущеного тепла	т.у.т./Гкал	0,155
Будівельний об'єм котельні	м ³	417,6
Загальна площа котельні	м ²	92,8

Теплові навантаження на опалення та вентиляцію в характерні періоди в залежності від температури зовнішнього повітря:

$$Q_o=Q_v=Q_{max}x(t_i-t_3)/(t_i-t_o), \text{ кВт}, \quad (2.1)$$

де Q_{max} - максимальне теплове навантаження, кВт;

t_i – середня температура внутрішнього повітря, 18° С;

t_o – розрахункова температура зовнішнього повітря, м. Київ, $t_o=-22^\circ \text{ С}$;

t_3 – температура зовнішнього повітря в характерний період, ° С.

Максимальні та середні теплові навантаження в характерні періоди (таблиця 2.6)

2.9.2 Газоходи котельні

Відведення димових газів та розсіювання шкідливих речовин в атмосферу здійснюється за допомогою димових труб Ø400/460 (3шт), яка виводяться на висоту близько +30,820м.

Димові труби виготовляються з двох шарів нержавіючої листової сталі з шаром теплової ізоляції товщ. 30мм між ними.

Одразу за котлом на газоході передбачено встановлення вибухового клапана та шибера.

Таблиця 2.6 – Теплові навантаження споживачів

Найменування	Позначення	Характерні режими		
		Максимально зимовий	середній найб. хол. місяця	літній
Температура зовнішнього повітря, °С	t_z	-22	-5,9	>+8
Система опалення	Q_o , кВт	974,00	630,67	-
Система вентиляції	Q_o , кВт	254,00	151,77	-
Система ГВП (макс)	$Q_{гвп}$ кВт	523,00	523,00	429
Всього	Q_{Σ}	1751,00	1305,44	429

В нижній частині димової труби передбачено ділянка димової труби з люком та патрубком для проведення ревізії та відводу конденсату.

Для кріплення ділянок димової труби вище покрівлі котельні передбачено влаштування металевої ферми.

2.9.3 Розрахунок повітрообміну в котельні

Загальна кількість припливного повітря в котельні.

$$V=V_1+V_2=3928,85 +1312,32=5241,17, \quad (2.2)$$

Де V_1 - кількість повітря, яке необхідне для спалювання природного газу, м³/год;

V_2 - кількість повітря, яке необхідне для створення 3–кратного повітрообміну в котельні, м³/год.

$$V_1=B \cdot q \cdot \alpha = 315,57 \cdot 9,96 \cdot 1,25 = 3928,85, \text{ м}^3, \quad (2.3)$$

де B - максимально-годинна витрата природного газу, м³/год;

q –питома витрата повітря для спалювання 1м³ природного газу, $q=9,96 \text{ м}^3/\text{м}^3$;

α - коефіцієнт надлишку повітря, $\alpha=1,25$.

$$V_2=V_k \cdot 3 = 417,6 \cdot 3 = 1312,32, \text{ м}^3, \quad (2.4)$$

де V_k - об'єм приміщення котельні, м³; $V_k= 417,6, \text{ м}^3$.

Площа припливної решітки:

$$f=V/(3600 \cdot W_n) = 5241,17/(3600 \cdot 1,2) = 1,21 \text{ м}^2, \quad (2.5)$$

Приймаємо до встановлення дві припливні решітки 900(н)х900мм :

$$S=0,9 \cdot 0,9 \cdot 2 = 1,62 \text{ м}^2$$

де W_n – швидкість повітря, яке проходить через решітку.

Площа видаляючого отвору (канала): $f=V_2/(3600 \cdot W_b) = 1312,32/(3600 \cdot 1,5) = 0,24 \text{ м}^2$;

Приймаємо до установки два дефлектора Ø500мм:

$$S=2 \cdot 3,14 \cdot 0,25 = 0,39 \text{ м}^2$$

2.9.4 Розрахунок повітрообміну в котельні

Площа приміщення котельні – 92,8 м².

Висота – 4,5м.

Об'єм – 417,6 м³.

Площа вікон котельні : 4,4х5=22,00 м².

Площа легкоскридних конструкцій котельні повинна складати не менше 5% від її загального об'єму. $417,6 \cdot 0,05 = 21,87 \text{ м}^2$, що задовольняє вимогам ДБН В.2.5-20-2001 “Газопостачання”.

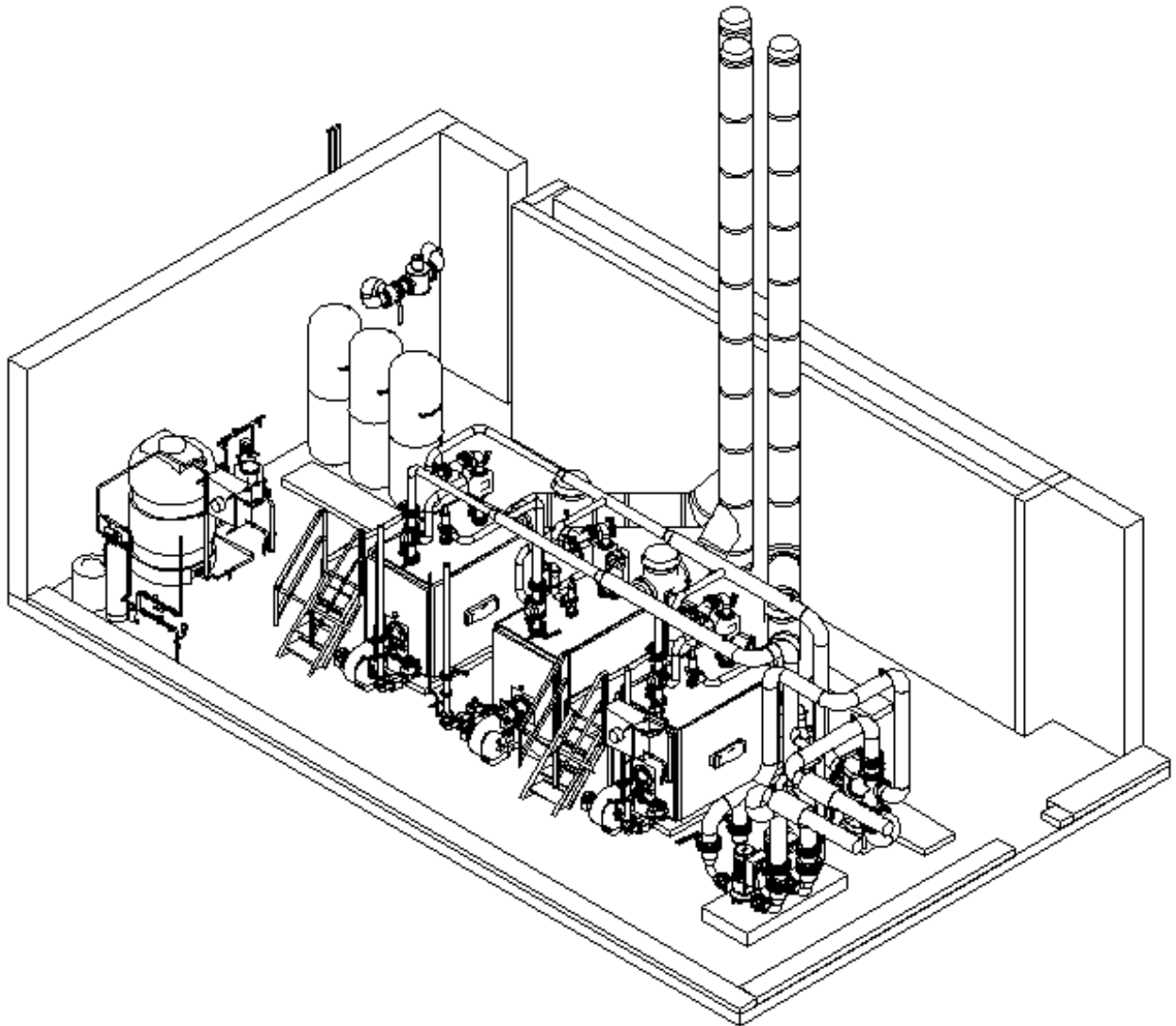


Рисунок 2.4 –Аксонетричний вигляд котельні

2.10 Висновок з розділу 2

Ефективність роботи котельні в цілому складається з ефективності всіх її елементів (котлів, насосів, технологічних вузлів хімічної підготовки тощо). Але оскільки ефективність сучасних насосів та технологічних вузлів приблизно однакова для всіх виробників то суттєво вплинути на ефективність котельні можливо за рахунок застосування теплогенераторів.

3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ТОПКОВІЙ ЧАСТИНІ АОМ

Ціллю роботи було дослідити теплопередачу в теплогенераторі поверхневого типу

1.1 Розробка геометричної моделі експериментальної установки: теплогенератор поверхневого типу марки АОМ (агрегат опалювальний модульний).

1.2 Проведення експериментів з дослідження передачі теплоти від гарячого теплоносія (димові гази) до стінок труб.

1.3 Проведення експериментів з дослідження передачі теплоти від стінок труб до холодного теплоносія (води).

3.1 Геометричне моделювання

Розроблено модель теплообмінного апарату (ТОА) наступного вигляду (рис1).

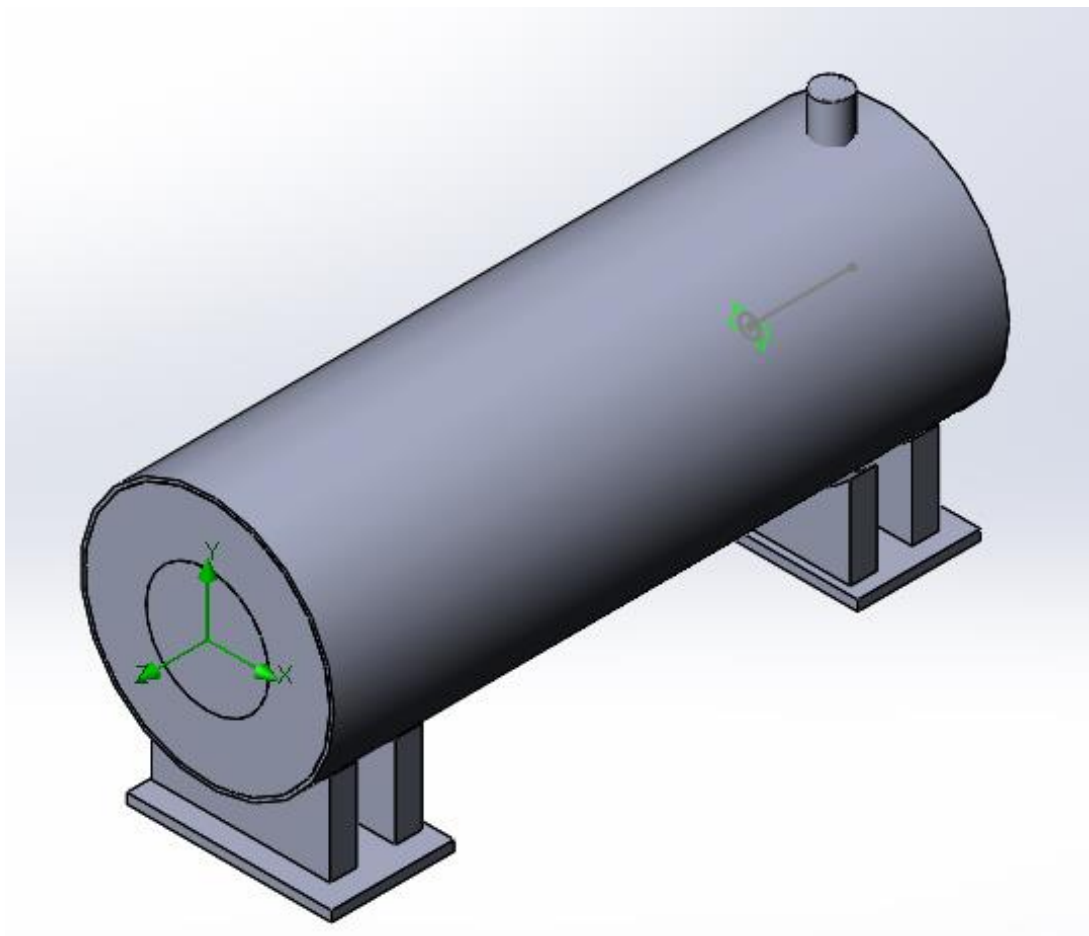


Рисунок 3.1 - Модель теплообмінного апарату марки АОМ

Модель побудована в дійсному масштабі. Теплообмінна поверхня виконана у вигляді спіральних труб круглого поперечного перерізу, з характерними розмірами (наведено нижче).

Вихідні дані:

- 1) довжина апарату 3 м;
- 2) зовнішній діаметр 1240 мм;
- 3) внутрішній діаметр 1200 мм;
- 4) товщина стінки 20 мм;
- 5) відстань між центрами спіралі 1005 мм;
- 6) діаметр патрубку для виходу димових газів 150 мм;
- 7) діаметр монтажного отвору 600 мм;
- 8) діаметр пальника 600 мм;
- 9) внутрішній діаметр трубки для проходження теплоносія 57 мм;
- 10) товщина стінки трубки 3 мм;
- 11) внутрішній переріз трубки $0,002\text{м}^2$;

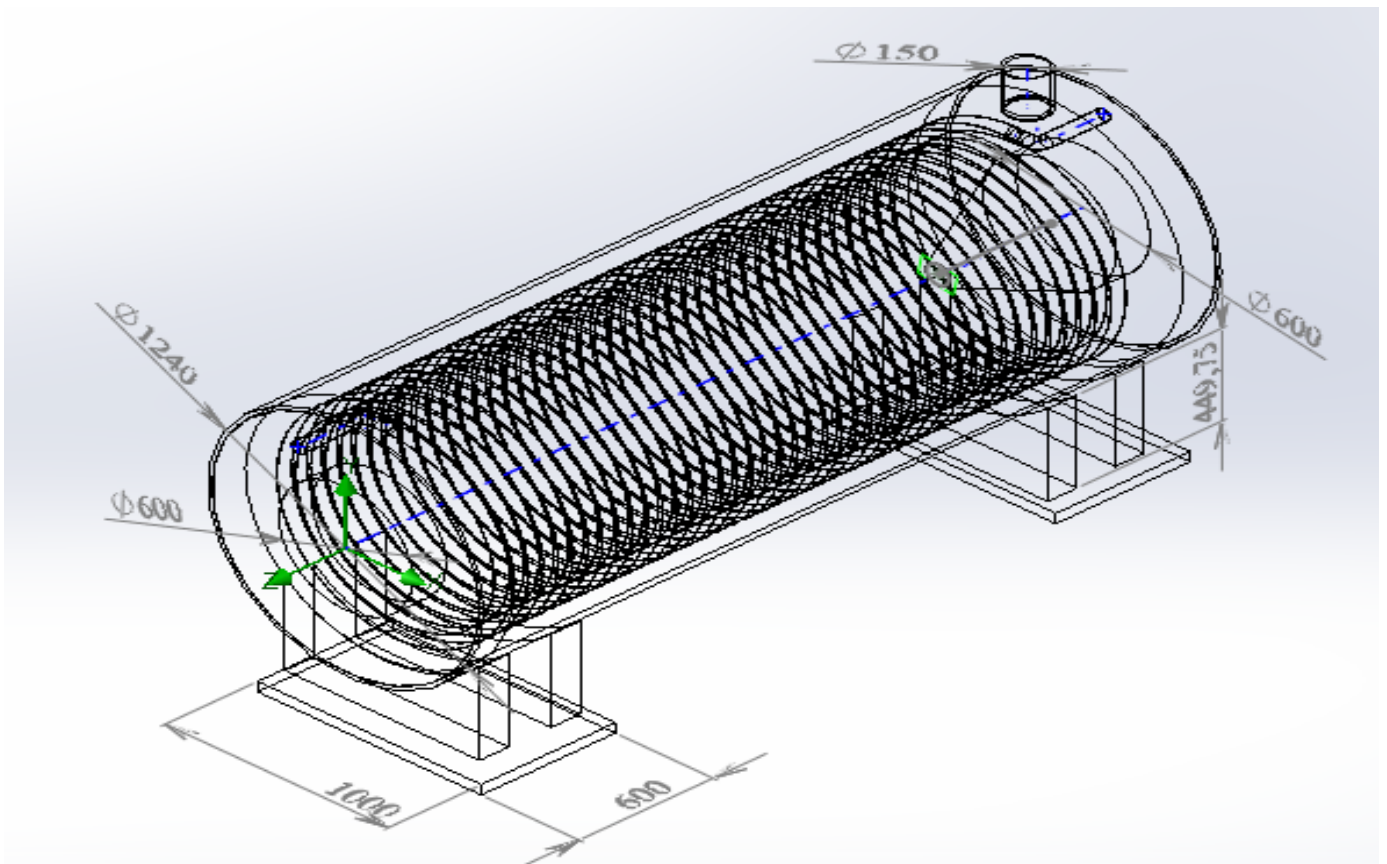


Рисунок 3.2 - Модель ТОА з розмірами

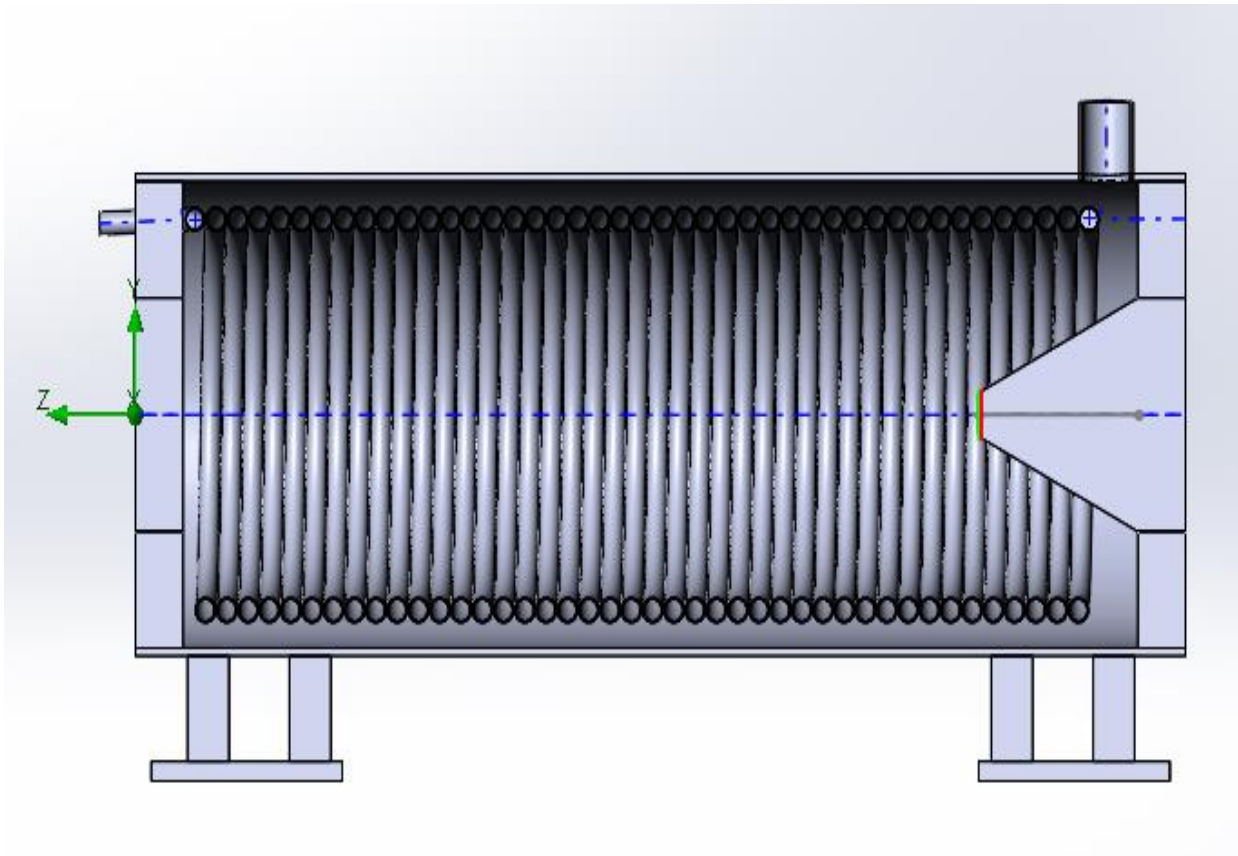


Рисунок 3.3 - Повздовжній переріз ТОА

3.2 Проведення експериментів

Експеримент 1- Розглядається процес передачі теплоти від димових газів до стінки.

Вихідні дані:

- масова витрата газоподібної суміші 0,012 кг/с;
- тиск навколишнього середовища 101325 Па;
- температура відхідних газів 423,2 К;
- температура повітря в приміщенні 293,2 К.
- матеріал кожуха - нержавіюча сталь;

Задані граничні умови зображені на рисунках:

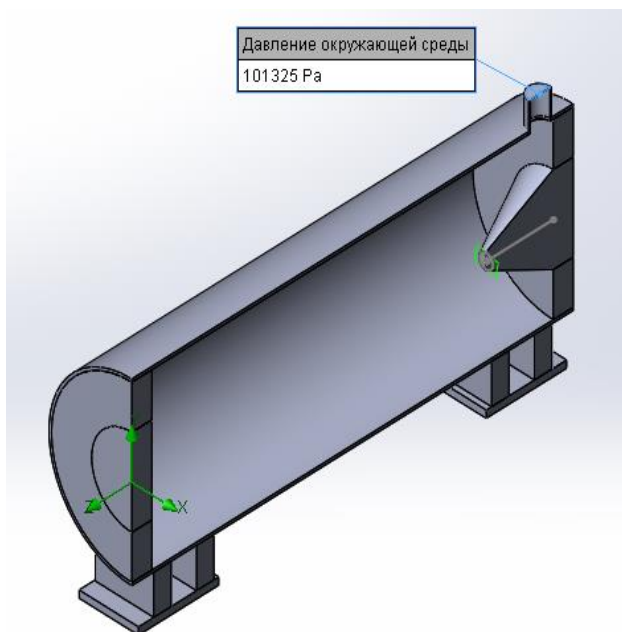


Рисунок 3.4 – Граничні умови на моделі

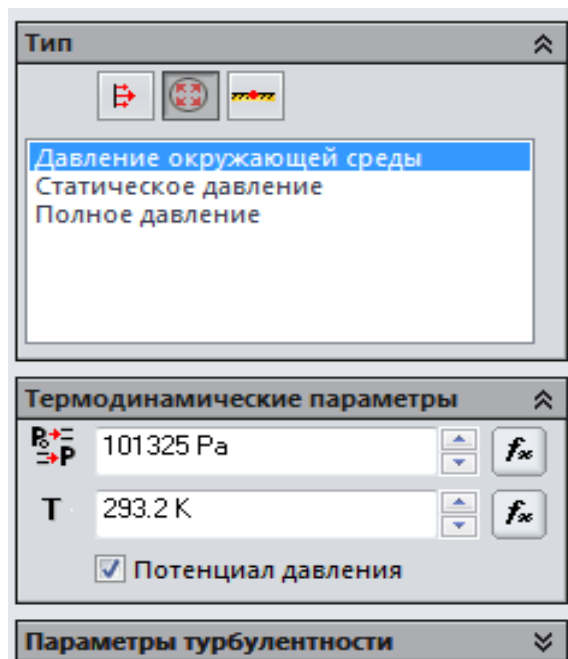


Рисунок 3.5 – Граничні умови у програмі

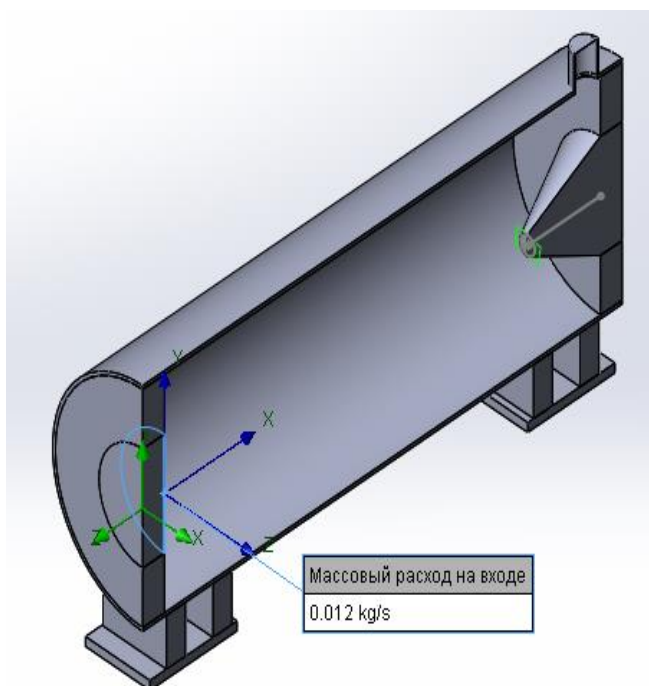


Рисунок 3.6 – Граничні умови на моделі

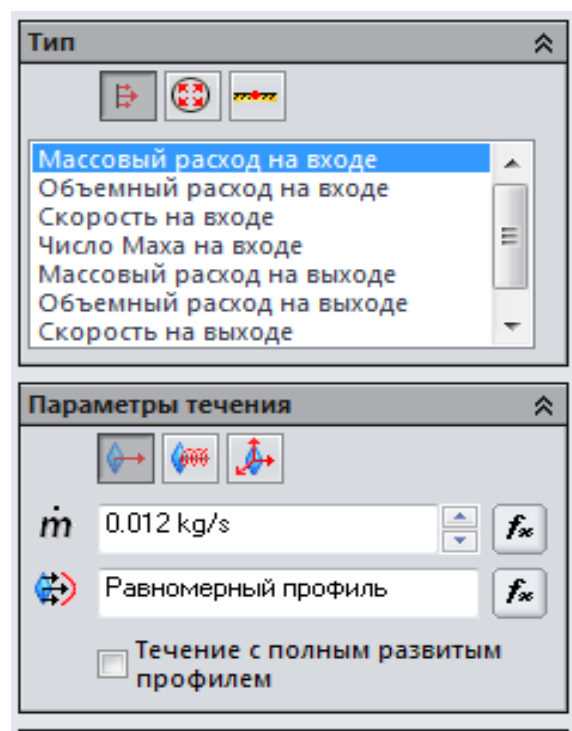


Рисунок 3.7 – Граничні умови у програмі

3.2.1 Проводимо аналіз отриманого експерименту

Після проведення досліджень аналізуємо отримані результати

Отримано розподіл температурного поля, тиску, температури текучого середовища, швидкості в корпусі.

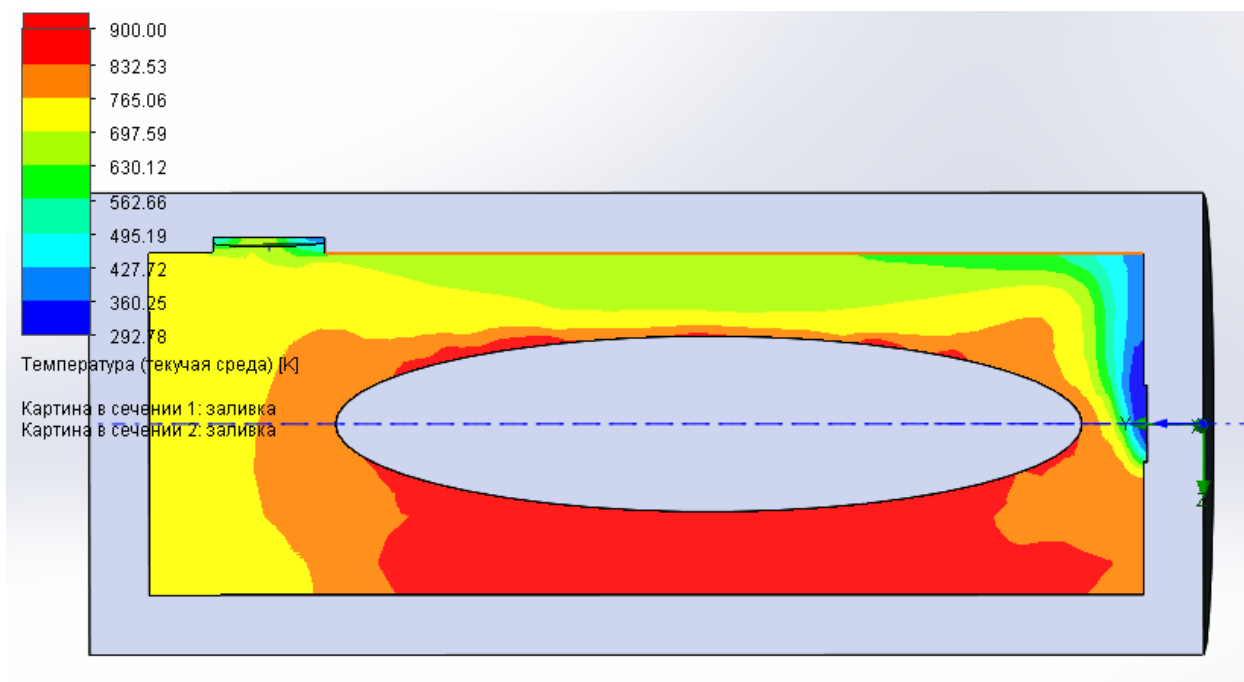


Рисунок 3.8 – Розподіл температури

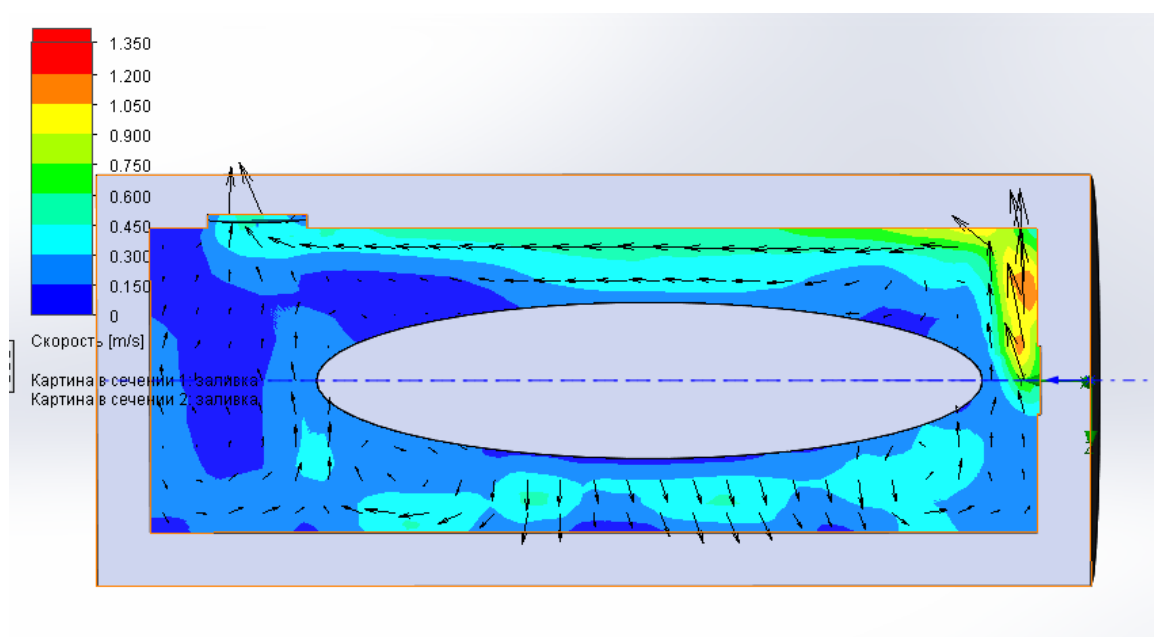


Рисунок 3.9 – Розподіл швидкості

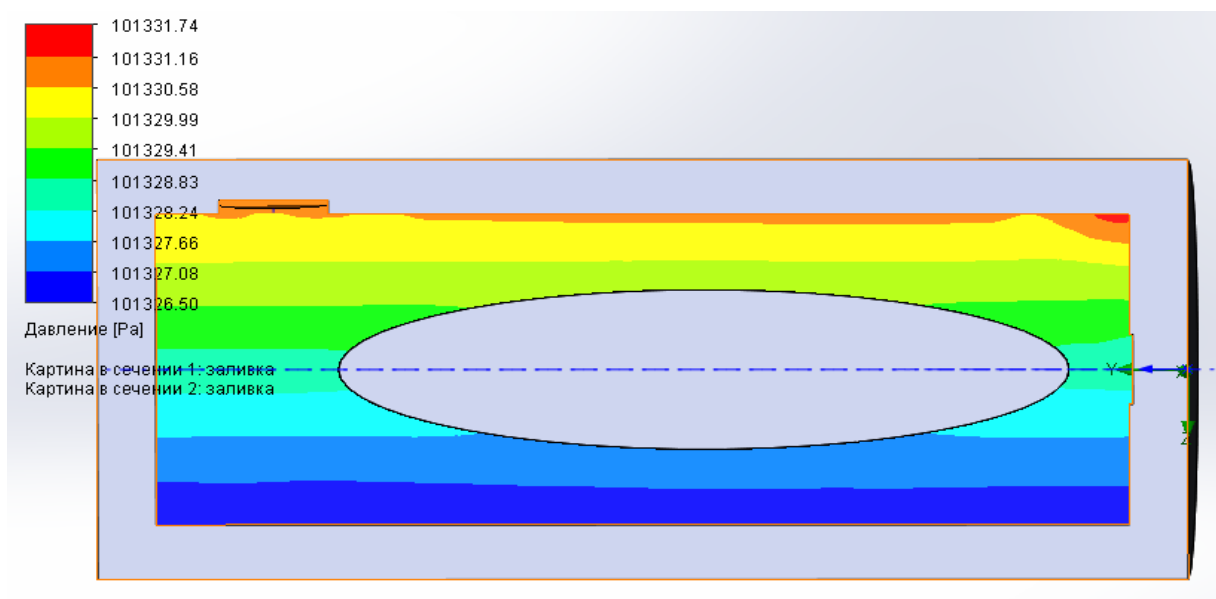


Рисунок 3.10 – Розподіл тиску

Висновок: Як видно на даних рисунках, розподіл і значення температур димових газів співпадають з дійсними отримані в результаті експериментів, теж саме стосується розподілу тиску в корпусі АОМ. Однак результати швидкості дим газів є меншою ніж реальне значення. Дані результати пов'язані з тим, що розрахунок проводився на низькому рівні точності(рівень 3).Однаке і такі результати дають змогу аналізувати процеси, які відбуваються в камері згорання. Хоч в даному програмному забезпеченні не можна повністю змоделювати процес згорання палива.

Експеримент 2- Моделювання процесу передачі теплоти від стінки до холодного теплоносія(вода)

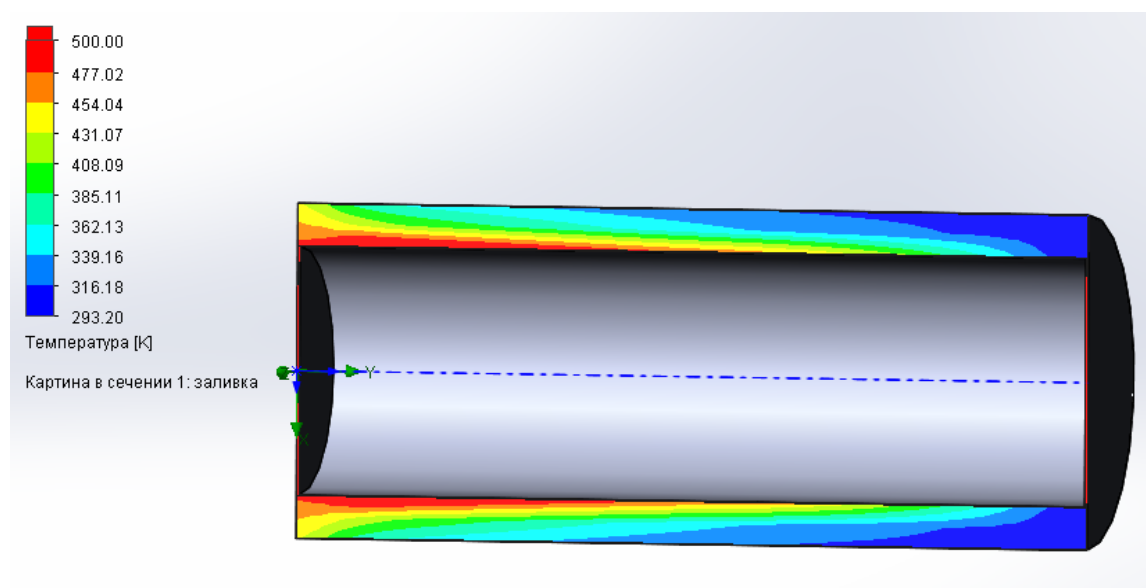


Рисунок 3.11 – Розподіл температури

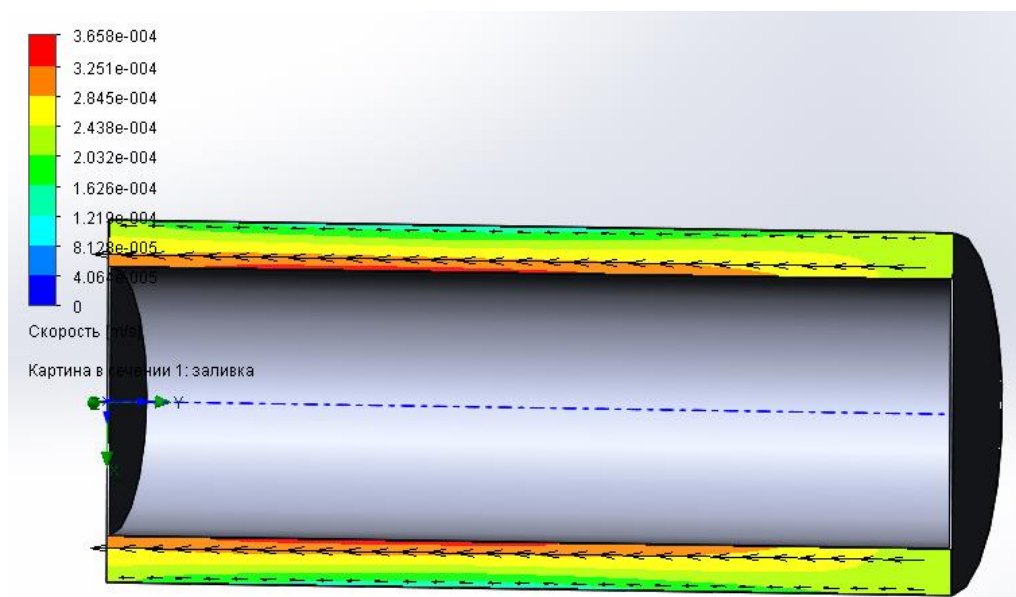


Рисунок 3.12 – Розподіл швидкості

Висновок: Як видно з даних рисунків, даний розподіл температур і швидкості не відповідає реальним значенням. Оскільки погано враховується геометрія реальної моделі. Таким чином температура теплоносія на виході є набагато більшою за реальне значення. Тоді як швидкість води є меншою в порівнянні з реальним значенням. Варто зазначити, що також причиною невідповідності результатів моделювання та дійсних значень є низький рівень точності розрахунку (рівень точності 3). Моделювання проводилось з тим що данні обчислювальні машини не відповідали вимогам проведення даного експерименту.

Реальне зображення по якому тече холодний теплоносій (рис. 3.13).

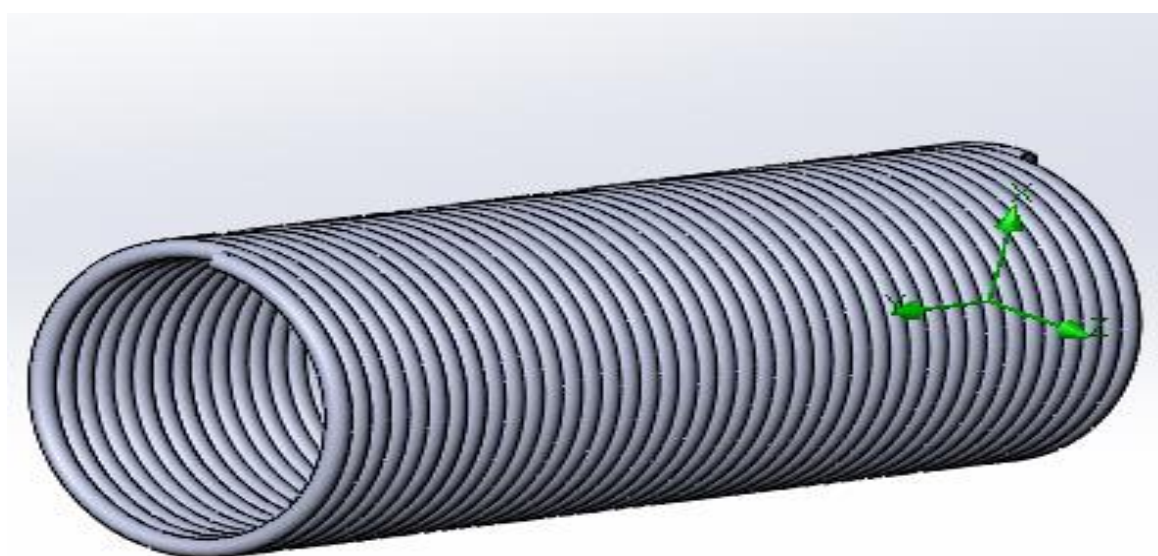


Рисунок 3.13 - Загальний вигляд спіралі на 42 витка

Для спрощення розрахунків та зменшення часу обчислення зменшимо кількість витків з 42 до 4.

Матеріал спіралі – мідь.

При побудові моделі використані наступні граничні умови:

тиск навколишнього середовища 101325 Па;

температура води на вході в трубу 323,2 К;

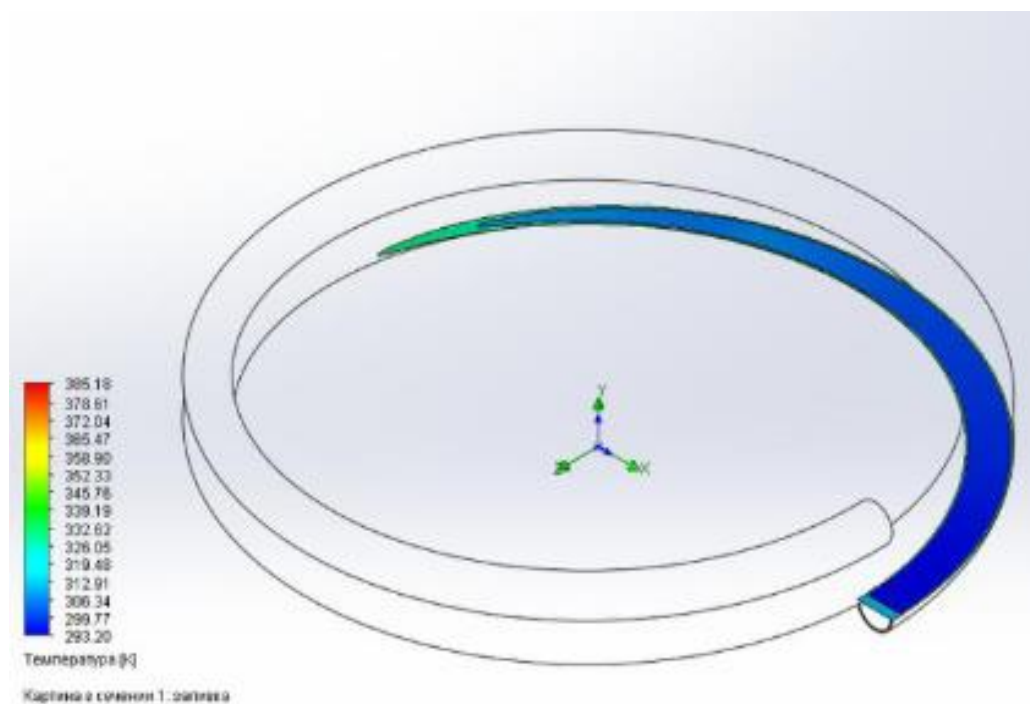


Рисунок 3.14 - Розподіл температури на початку спіралі

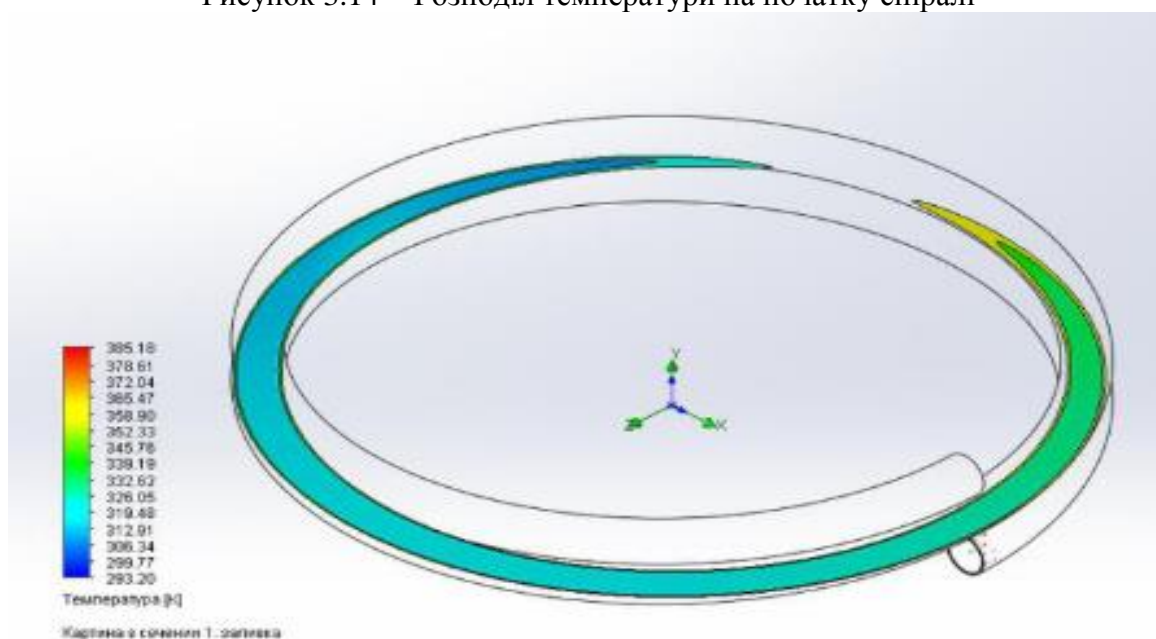


Рисунок 3.15 - Розподіл температури в спіралі

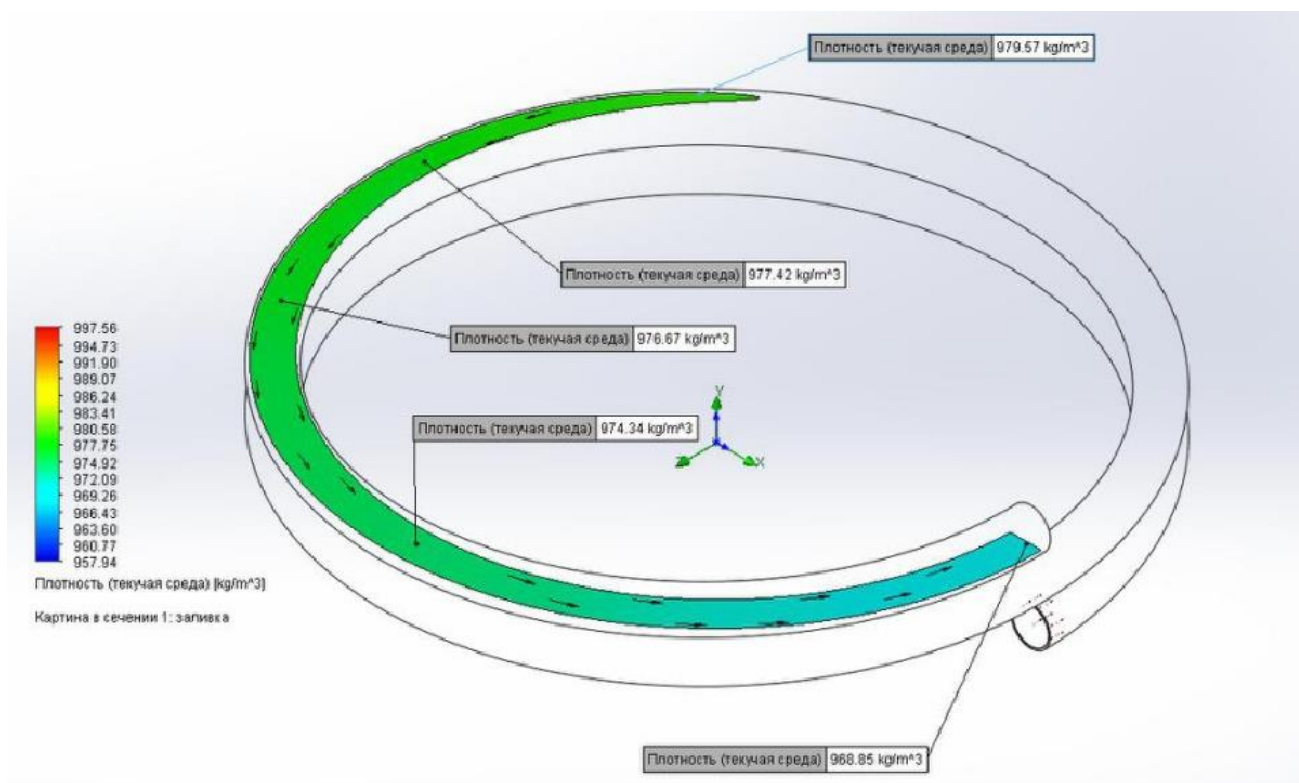


Рисунок 3.16 - Розподіл густини в спіралі

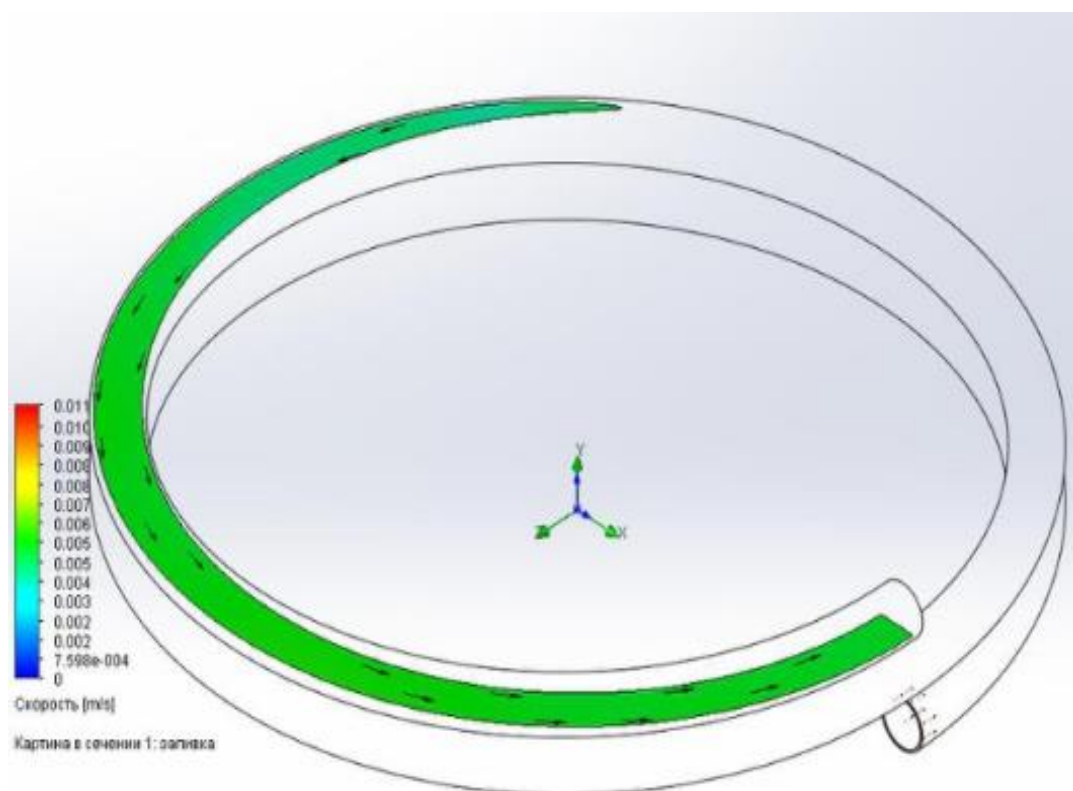


Рисунок 3.17 - Розподіл швидкості в спіралі

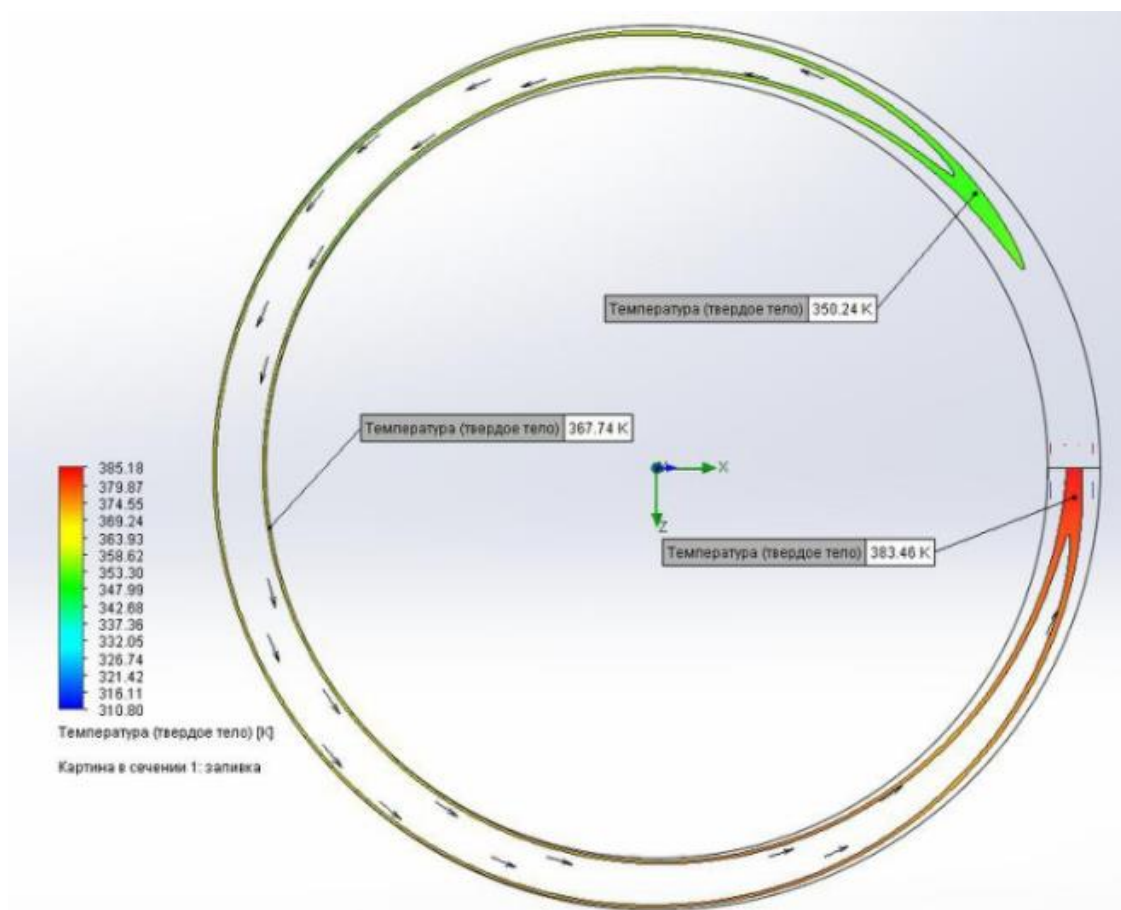


Рисунок 3.18 - Розподіл температури спіралі

Висновок: В результаті розрахунку отримано розподіли наступних теплофізичних параметрів: тем-ра теплоносія, теплоємність, густина, швидкість теплоносія.

Температура від 50°C зростає до 100°C , що підтверджено попередніми розрахунками.

3.3 Висновки з розділу 3

1. При зниженні температурного графіку, за умови незмінної витрати теплоносія та температурного перепаду, тепловий потік та еквівалентна опалювальна площа радіатора знижується;
2. Фізичне моделювання в середовищі SolidWorks не дозволяє отримати результати з точністю, що достатня для технічних розрахунків, за рахунок низького рівня точності;
3. При проведенні розрахунків для більш низьких графіків похибка моделювання зростає.

4 СТАРТАП ПРОЕКТ: «МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА АОМ НОВОГО ПОКОЛІННЯ»

4.1 Резюме проекту

Запропоновано модернізовану конструкцію теплогенератора нового покоління марки АОМ. Вашій увазі пропонується нова конструкція водогрійного котла малої потужності (до 3МВт) для систем децентралізованого опалення будівель і споруд. Відмінною рисою конструкції котла є використання водогрійних труб, навитих у вигляді спіральних коаксіальних спіральних циліндрів. Таке рішення є прогресивним з точки зору технологічного виготовлення, так як вся поверхня котла однотипна, що різко знижує вартість виготовлення.

Відмінними рисами цих котлів є компактність, низька металоємність, незначний внутрішній об'єм води, застосування газопальникових пристроїв серії РГМГ, висока теплова ефективність (к.к.д. = 93-94%). Котли обладнані системами автоматичного управління, що забезпечує безпечний автоматичний запуск і роботу котлів у всьому діапазоні робочих навантажень. Системи автоматичного управління також розроблені вітчизняними виробниками. Це – найсучасніші мікрокомп'ютерні прилади з системами пропорційного регулювання та електронного керування співвідношенням “газ-повітря”. Завдяки більш низькій температурі вихідних газів та однакових тиску води і температур води, з теплогенератором АОМ-1,0 нового покоління в оточуюче середовище викидається менша концентрація шкідливих речовин (оксидів азоту NOx; оксиду вуглецю CO).

Призначення: автономне теплопостачання багатоквартирних житлових будинків і виробничих споруджень.

Сутність розробки: створена вітчизняна опалювальна техніка нового покоління для децентралізованого теплопостачання, що базується на інтенсифікації променистого і конвективного теплообміну і забезпечує високі екологічні показники викидів продуктів спалювання палива.

4.2 Автори проекту

В таблиці 4.1 – Автори проекту, наведені всі автори, що беруть участь у проекті:

Таблиця 4.1 – Автори проекту

Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи (для студентів – факультет, група), адреса ел. пошти	Підпис
Осипенко Єлизавета Олександрівна	НТУУ «КПІ» ТЕФ, ТП-61м, магістрант, elizaveta.osipenko@mep-engineering.com.ua	

4.3 Види та спрямованість проекту

Вид проекту – це дослідно технологічна робота. Досліджувалась опалювальна техніка нового покоління для децентралізованого теплопостачання, що базується на інтенсифікації променистого і конвективного теплообміну.

Спрямованість проекту

Проект спрямований на економію енергоресурсів, адже теплогенератор марки АОМ має ККД 94%, що знижує витрату палива. Це позитивно впливає на різницю вартості тепловиробництва 1Гкал/год.

4.4 Аналіз ідеї проекту

В таблиці 4.2 – Аналіз ідеї проекту, наведено основні ідеї та напрямки, а також вигода для користувача:

Таблиця 4.2 – Аналіз ідеї проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Запропоновано створювати теплогенератори малої потужності. Такі теплогенератори можуть бути використані для децентралізованого опалення.	1. Заклади готельно-ресторанного господарства	Помірні ціни, якість виробленої продукції.
	2. Фізичні особи-підприємці (льодяні труби для зберігання продуктів)	Економія енергоресурсів, економія коштів.

4.5 Визначення характеристик ідеї проекту.

В таблиці 4.3– Характеристики ідеї проекту, наведено сильні та слабкі сторони у порівнянні з найближчими конкурентами:

4.6 Технологічний аудит ідеї проект

Проводиться аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару, надання послуги).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (таблиця 4.4):

за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?

чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/додати?

чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 4.3 - Характеристики ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	Продукція конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Мій проект	Кон-т 1 (зазначити)			
Модернізація теплогенератора АОМ для використання в якості теплообмінника	Створення теплогенератора з конструкцією водогрійних труб, навитих у вигляді спіральних коаксіальних спіральних циліндрів	ООО "ПРОГРЕСС" -(котел ВК-22м)	-	-	+

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (таблиця 4.4):

за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?

чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/додати?

чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 4.4 – Аналіз складових

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Модернізація теплогенератора АОМ для використання в якості теплообмінника	Виготовлення водогрійних труб, навитих у вигляді спіральних коаксіальних спіральних циліндрів методом лиття	Наявна	Доступна авторами проекту

Технологія виготовлення водогрійних труб, навитих у вигляді спіральних коаксіальних спіральних циліндрів досліджена авторами проекту і може бути використана для реалізації бізнес плану.

4.7 Правове забезпечення ідеї проекту.

Визначається рівень захисту основних складових ідеї проекту (таблиця 4.5)

Таблиця 4.5 - Правове забезпечення ідеї проекту

Назва патенту	Автор патенту	Наявність прав використання
Модернізація теплогенератора АОМ-1.0	Варламов Г.Б. Осипенко Є.О. Марченко Г.С.	Подана заявка

4.8 Висновок щодо науково-технічного рівня ідеї (необхідне підкреслити):

- немає аналогів в світі або краща за існуючі в світі аналоги;
- на рівні кращих світових аналогів;
- немає аналогів в Україні;
- краща за існуючі в Україні аналоги за основними показниками;
- перевищує існуючі в Україні аналогічні розробки за окремими показниками.

4.9 Характеристика потенційних споживачів.

Визначається характеристика потенційного споживача проекту

Таблиця 4.6 - Характеристика потенційного споживача

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Особливості поведінки споживачів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в економії енергоресурсів	Власники багатоповерхових будівель, підприємств, маєтків, дитсадків, медичних закладів, готелів, офісів, готельно-ресторанний бізнес, підприємці, логістика харчових продуктів.	Споживачі зацікавлені економити власні кошти та дбати про екологію.	Екологічність, дешевизна, висока якість.

4.10 SWOT-аналіз проекту

Перелік сильних та слабких сторін проекту наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Аналіз сильних та слабких сторін проекту

Сильні сторони (S): Доступність матеріалів, економія енергоресурсів, ноу- хау, монопольність на ринку, висока якість продукції	Слабкі сторони (W): Пошук споживачів продукції.
Можливості (O): Удосконалення способів, розширення ринку	Загрози (T): Відсутність ринку

4.11 Оцінка ризиків проекту

На основі проведеного SWOT-аналізу виділяються най загрозливіші (не більше 5-ти), якими необхідно управляти для того, щоб реалізація проекту стала можливою. Експертним шляхом визначаються параметри ризику:

Таблиця 4.8 – Оцінка ризиків

Найменування ризику	Міра ризику	Рівень ризику	Метод мінімізації
Відсутність ринку	висока	високий	Виділення коштів на рекламу
Тепла зима	середня	середня	Пошук інших ринків

4.12 Обґрунтування економічних параметрів проекту

Експертним методом визначається ціна продукції з огляду на ціни на товари-аналоги або товари субститути, а також рівень доходів цільової групи споживачів (таблиця 4.9)

Таблиця 4.9 - Визначення ціни проекту.

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на продукцію	Розрахун-кова ціна продукції
320 400 грн	-	Вище середнього	290 000 грн	290 000 грн

4.13 Технічні характеристики продукції

Технічні характеристики теплогенератора АОМ малої потужності наведені в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Технічні характеристики агрегатів опалювальних модульних (АОМ)

Назва показника	АОМ-0,1	АОМ-16	АОМ-0,25	АОМ-0,315	АОМ-0,5	АОМ-1,0
Теплопродуктивність, Мвт (Гкал/година)	0,1 (0,086)	0,16 (0,137)	0,25 (0,215)	0,315 (0,27)	0,5 (0,43)	1,0 (0,86)
Витрата природного газу (Q _p =35,6 дж/м ³)	10,9	18,5	29,0	36,0	58,0	109,0
Тиск природного газу, кПа (мм.в.ст.)	1,5 (150)					
Коефіцієнт надлишку повітря	1,15 – 1,3					
Мінімальна теплопродуктивність Мвт (Гкал/година)	0,03 (0,026)	0,05 (0,041)	0,075 (0,065)	0,1 (0,085)	0,15 (0,13)	0,25 (0,215)
Максимальна теплопродуктивність Мвт (Гкал/година)	0,105 (0,09)	0,2(0,17)	0,3(0,26)	0,4(0,53)	0,65 (0,56)	1,163 (1,0)
Маса, кг	200	500	650	750	900	1200
Габаритні розміри, м	0,7x0,7x 0,8	0,7x0,7x 2,0	0,8x0,8x 2,5	0,9x0,95x 2,9	1,1x1,1x 2,9	1,1x1,3x 3,0
Концентрація СО, не більш, %об.	0,01					
Концентрація NO _x , не більш, мг/м ³	100					
ККД, % (не нижче)	93					

4.14 Планування проекту

Розрахунок загальних початкових інвестиційних витрат

Визначаються першочергові витрати, необхідні для запуску проекту – ті, що передують основній діяльності та мають бути понесені для її реалізації.

Таблиця 4.11 – Планування проекту

Назва етапу	Строки виконання	Обсяги фінансування, тис. грн.
Придбання устаткування	1 тиждень	290
Пусконаладжувальні роботи	3 тижня	6
Витрати на управління	2 тижня	9
Початкові виробничі витрати	1 тиждень	5
Інші витрати	1 тиждень	12
Разом	2 місяці	322

4.15 Розрахунок загальних витрат на реалізацію проекту по роках

Таблиця 4.12– Розрахунок загальних витрат на реалізацію проекту по роках

Показник	Значення по роках				Разом
	2018	2019	2020	2021	
Інвестиційні витрати (п. 8.1)	322	-	-	-	322
Виробничі витрати (п. 8.2)	334	341,5	393,2	401,2	1469,9
Обсяг загальних витрат, в тому числі за рахунок	651	341,5	393,2	401,2	1786,9
– власних коштів	-	-	-	-	-
– кредиту	-	-	-	-	-
– коштів інвестора	651	341,5	393,2	401,2	1786,9

4.16 Прогнозування фінансово-економічної ефективності проекту

Визначення терміну окупності проекту

Проект за визначених показників окупиться не більш як через 1,5 роки після початку його впровадження.

Висновок про комерційну, технологічну, фінансово-економічну ефективність проекту

Економія енергоресурсів та екологічність - ті критерії, які роблять даний проект привабливим для інвестора. Технологію виробництва агрегатів опалювальних модульних, яка є дослідженою, можна використовувати для систем децентралізованого опалення будівель та споруд.

4.17 Висновок про комерційну, технологічну, фінансово-економічну ефективність проекту

Економія енергоресурсів та екологічність мала металоємність - ті критерії, які роблять даний проект привабливим для інвестора.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Вивчення й вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов праці людини – одне з найважливіших завдань у всіх сферах діяльності людини.

Вивчення й виявлення можливих причин виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів і вимог, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні й сприятливі умови для праці людини. Комфортні й безпечні умови праці – один з основних факторів, що впливають на продуктивність і безпеку праці, здоров'я робітників.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я, життя та й працездатності людини в процесі праці.

Тема дипломного проекту: «Система теплозабезпечення будинку на основі сучасного теплогенератора типу АОМ з мікрофакельним пальником». Реконструкція полягає в розрахунку теплової схеми локальної системи тепlopостачання по заданих теплових навантаженнях, вибір основного і допоміжного обладнання. В даному розділі будуть розглянуті питання охорони праці, що стосуються технічних рішень, що передбачаються в дипломному проекті.

При проектуванні локальної системи тепlopостачання виконані вимоги ДБН В.2.5-77:2014 Котельные, раздел 13 и приложение 6-8 СНиП 2.04.14-88 та інших чинних нормативних актів з охорони праці та пожежної безпеки. Архітектурно – планувальні та будівельні рішення забезпечують заходи з охорони праці та протипожежні заходи у відповідності зі ДБН В.2.5-77:2014 Котельные, раздел 13 и приложение 6-8 СНиП 2.04.14-88, «Правилами пожежної безпеки в Україні» та вимогам чинних нормативно – правових – ДБН В.2.5 -20- 2001, Правилами безпеки систем газопостачання України (НПАОП 0.00-1.20-98) та ін.

Локальна система тепlopостачання розташована в спеціальних та побутових приміщеннях (сан. вузли, гардеробні, лабораторія ХВО, майстерні

КВП, кабінет начальника котельні, кабінет старшого майстра, оператора та ін.)

У комплект водонагрівача АОМ входить запобіжна, регулююча арматура, комплекс пристроїв, що забезпечують автоматичне керування котлоагрегатом і захист від аварійних ситуацій, засоби контролю та сигналізації.

Компонування основного і допоміжного устаткування в приміщенні котельні виконано згідно з вимогами розд.7 ДНАОП 0.00-1.08-94 і передбачає можливість демонтажу і монтажу котлів в умовах діючого виробництва.

5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки праці при експлуатації енергетичного і технологічного устаткування котельні.

При виконанні монтажних і ремонтних робіт, при реконструкції котельної та при експлуатації її обладнання необхідно дотримувати вимоги ДНАОП, ДСН, ДБН, стандартів ССБТ і іншими нормами та правилами.

На ділянці, де ведуться монтажні роботи не виконуються інші роботи.

Забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель або міток, що забезпечують їхнє правильне стропування й монтаж.

Застосовувані способи стропування елементів конструкцій і устаткування забезпечують їхню подачу до місця установки в положенні, близькому до проектного.

Елементи конструкцій які монтуються або встаткування під час переміщення утримуються від обертання й розгойдування гнучкими відтягненнями.

Устаткування й трубопроводи звільнені від вибухонебезпечних, горючих і шкідливих речовин.

При виконанні монтажних робіт для закріплення технологічного й монтажного оснащення використовуються устаткування й трубопроводи, а також технологічні й будівельні конструкції після узгодження з особами, відповідальними за правильну їхню експлуатацію.

Розпакування й розконсервація устаткування яке підлягає монтажу, виконуються в зонах, відведених відповідно до проекту виробництва робіт, і здійснюється на спеціальних стелажах або підкладках висотою не менш 100мм.

При розконсервації устаткування не допускається застосування матеріалів із пожежонебезпечними властивостями.

У процесі виконання складальних операцій, сполучення отворів і перевірка їхнього збігу в деталях, які монтуються, виконується з використанням спеціального устаткування. Перевіряти збіг отворів в деталях, які монтуються, пальцями рук не допускається.

При монтажі устаткування повинна бути виключена можливість мимовільного або випадкового його включення.

При переміщенні устаткування відстань між ними і виступаючими частинами змонтованого устаткування або інших конструкцій повинні бути по горизонталі не менш 1м, по вертикалі - 0,5м.

5.1.1 Заходи по забезпеченню безпечної експлуатації основного і допоміжного устаткування котельні.

Основне й допоміжне устаткування розміщується в призначеному приміщенні. Проектом передбачені нормативні проходи для обслуговування устаткування. Для обслуговування трубопроводів і арматури водогрійних котлів передбачені площадки на відмітці 2,0 м.

Відстань між елементами устаткування, а також між устаткуванням і стінами приміщень приймається більше 1 м. Ширина основного проходу дорівнює 2 м.

Висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій у місцях регулярного проходу персоналу, обслуговування трубопроводів і арматур водогрійних котлів становить 2 м.

Для забезпечення нормальних умов експлуатації устаткування котельні проектом передбачається установка контрольно-вимірювальних приладів, запобіжних пристроїв і запірної арматури.

Устаткування й трубопроводи з температурною більше +45С теплоізолювані й пофарбовані в відповідні кольори згідно з вимогами. Всі струмоприймачі заземлені відповідно вимогам розділу ПУЭ-86.

Системи контролю, автоматизації й дистанційного керування роботою основного технологічного устаткування дозволяють:

- одержати своєчасну інформацію про порушення технологічного процесу;
- аварійно відключати устаткування;
- захищати обслуговуючий персонал.

Водогрійні котли обладнані автоматикою безпеки, що забезпечує зупинку подачі газу при відхиленні показника від норми:

- зникнення напруги живлення;
- підвищення температури води в котлі;
- зниження розрідження в топці;
- погашення полум'я у пальниках.

Для припинення або зміни подачі води і газу на всіх трубопроводах встановлюються засувки й вентиля. Арматури встановлені в місцях, зручних для обслуговування й ремонту. Засувки й вентиля, що вимагають для відкриття більших зусиль, забезпечені обвідними лініями, механічними приводами.

Горизонтальні ділянки паропроводів укладаються з ухилом 0,002⁰ з забезпеченням дренажу.

Рухливі частини устаткування закриті захисними кожухами.

Компенсація теплових розширень трубопроводів здійснюється П-подібними компенсаторами.

5.1.2 Заходи, які передбачені проектом, по забезпеченню безпечної експлуатації електрообладнання котельні.

Проектом передбачається використання на котельні для електроживлення основного й допоміжного устаткування чотири провідної трифазної (380/220В) мережі із глухозаземленою нейтраллю.

Живлення електрообладнання котельні здійснюється від двох незалежних джерел живлення.

По ступені небезпеки ураження персоналу електричним струмом приміщення котельні відносяться до особливо небезпечних, бо є декілька факторів підвищеної небезпеки:

- наявність струмопровідних підлог;
- дотик людини до металевих корпусів електроустаткування.

Тяжкість враження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини й тривалості протікання через нього струму, роду й частоти струму, індивідуальних властивостей людини й умов навколишнього середовища.

Основним фактором, що обумовлює той або інший ступінь ураження людини, є сила струму. Найбільша небезпека виникає при безпосередньому проходженні струму через життєво важливі органи людини.

Вплив стану навколишнього середовища враховується класифікацією приміщень і умов праці по небезпеці ураження електричним струмом. Напруги, допустимих дотику і струми, що протікають через тіло людини при нормальному (неаварійному) режимі електроустановки, не повинні перевищувати значень, зазначених у табл.5.1 (ДСТУ ГОСТ 12.1.038:2008)

Таблиця 5.1 - Напруги, допустимих дотику і струми, що протікають через тіло людини

Рід струму	$U_{\text{дот}}, \text{В}$	$I_{\text{л}}, \text{мА}$
	не більше	
Змінний, 50 Гц	2,0	0,3
Змінний, 400 Гц	3,0	0,4
Постійний	8,0	1,0

Найпоширенішими технічними засобами захисту є захисне заземлення і занулення. Організаційні й технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки полягають, в основному, у

відповідному навчанні, інструктажі й допуску до роботи осіб, що пройшли медичний огляд і виконанням ряду технічних заходів при проведенні робіт з електроустаткуванням, дотриманні додаткових вимог при роботах із частинами, що перебувають під напругою.

5.1.3 Технічні рішення по запобіганню електротравм при дотику до нормально струмоведучих частин електрообладнання (при нормальному режимі їх роботи).

Зовнішні електропроводки виконані на відстані від підлоги: 2,5 метрів над робочим місцем; 3,5 метрів над проходами; 6 метрів над проїздами.

Струмоведучі частини електроустановок ізольовані, обгороджені й розміщені в місцях недоступних для дотику до них (на недоступній висоті або в металевих шафах). Відстані між огороженнями й струмоведучими частинами 0,35 метра. Застосований тип кабелів - АВВТ. Кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах.

Застосування малих напруг по [5]:

номінальна напруга не більше 42В - для живлення ручного інструмента й місцевого висвітлення;

- напруга 12В - для живлення переносного ручного висвітлення;

- проектом передбачається установка мережі розеток 12В;

норма опору ізоляції 1 кОм/В;

- застосування подвійної ізоляції: перший рівень - ізоляція корпусу щодо струмоведучих частин, другий рівень - покриття корпусу електроустановок фарбою.

У місцях підвищеної небезпеки ураження електричним струмом проектом передбачене ізолювання робочого місця персоналу шляхом застосування екранів (металеві аркуші, сітки, комбінації аркушів і сіток).

Екран повинен бути електрично-герметичний, а контактуючі поверхні його частин повинні мати антикорозійне покриття й щільно притискатися одне до одного по всій площі.

5.1.4 Технічні рішення по запобіганню електротравм при переході напруги на не струмоведучі частини електрообладнання.

Оскільки вся мережа трифазна, чотирипровідна із глухозаземленною нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини струмом, у випадку його дотику до не струмоведучих металевих частин електроустановок, які виявилися під напругою, проектом, як основна міра

захисту, передбачене використання занулення металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів і шаф.

Зазначена мета досягається в результаті швидкого відключення захистом ділянки мережі, на якому відбулося замкнення на корпус. У якості зануляючих проводів використовуються резервні кабелів, вільні проводи. Занулення, як захисна міра застосовується в мережах із глухозаземленою нейтраллю з напругою до 1 кВ. Контроль занулення здійснюється при введенні в експлуатацію електроустановки й періодично 1 раз в 5 років.

Для роботи з електроустаткуванням обслуговуючий персонал забезпечується діелектричними рукавичками, взуттям з гумовою підошвою, інструментом з ізольованими ручками, гумові коврики й діелектричні підставки.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації обладнання.

В розробленому проекті системи автоматизації забезпечують:

Контроль параметрів технологічного процесу і сигналізацію відхилень їх від заданого значення.

Автоматичне управління основними технологічними блоками, агрегатами і виконавчими механізмами.

Автоматичне управління основних технологічних параметрів.

Автоматичне відключення подачі газу при підвищенні допустимої концентрації горючих газів у приміщенні.

Автоматичне відключення котлів в аварійних ситуаціях.

Підтримання технологічних режимів відбувається автоматично за допомогою регуляторів, вбудованих водонагрівач, і які поставляються в комплекті з технологічним обладнанням .

Передбачений у проекті обсяг автоматизації та контролю котельні забезпечує надійну, економічну і безаварійну роботу обладнання, а також можливість аналізу роботи обладнання.

Водонагрівач АОМ укомплектований повним комплексом засобів автоматизації для управління та контролю за роботою системи.

Комплекс засобів управління забезпечує автоматичний пуск і зупинку Водонагрівач МВК укомплектований повним комплексом засобів автоматизації для управління та контролю за роботою системи.

Комплекс засобів управління забезпечує автоматичний пуск і зупинку котла за алгоритмом, який задається в залежності від температури зовнішнього повітря, автоматичне регулювання температури води за котлом, сигналізацію про роботу комплексу

і стан котла, захист котла і переривання подачі палива при виникненні аварійної ситуації за такими параметрами:

- Переривання подачі води в котел;
- Згасання факела в топці;
- Перевищення тиску води;
- Зниження тиску води нижче допустимого;
- Перевищення температури води на виході з котла;
- Зниження витрати води через котел нижче допустимого;
- Виявлення несправності запобіжного клапана;
- Перевищення тиску газу або падіння тиску газу;
- Відхилення тиску повітря(вище або нижче норми), що подається вентилятором;
- Перевищення температури димових газів;
- Відключення вентилятора дуттєвого повітря;
- Несправності автоматики безпеки, аварійної сигналізації;
- Зникнення напруги.

5.3 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.

5.3.1 Параметри мікроклімату в приміщенні котельної.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат їхнього внутрішнього середовища, що впливають на організм людини: температура, вологість, швидкість руху повітря і теплові випромінювання.

Норми на оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони (робочого місця) приміщень у залежності від періоду року і категорії виконуваних робіт. Крім того, допустимих температур повітря встановлюють різні для постійних і непостійних робочих місць.

Поділ робіт на категорії проводиться в залежності від загальної енерговитрати організму працівника. Відповідно до характеру робіт у відзначеному приміщенні, фізичні роботи середньої важкості (категорія Пб) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 233 - 290 Вт (201-250 ккал/год.) До категорії Пб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Показники мікроклімату в приміщенні котельні регламентуються ДСН наведені в таблиці.5.2 окремо для холодного і теплого періодів року.

Таблиця 5.2- Показники мікроклімату

Період року	Параметр мікроклімату	Параметри мікроклімату відповідно ДСН 3.3.6.042-99	
		оптимальний	допустимий
Холодний	Температура, С°	22-24	18-26
	Відносна вологість повітря, %	40-60	75
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0,1
Теплий	Температура, С°	22-25	18-26
	Відносна вологість повітря, %	40-60	75
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0-1

Дотримання умови мікроклімату в межах норми забезпечується: у холодний період підігрівом приміщення радіаторами з теплоносієм водою, нагрітої до температури 50-80°С, кондиціонуванням; у теплий період

Для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату в робочій зоні приміщення котельні проектом передбачається:

- автоматизація технологічного процесу (на місцях виміру параметрів установлені датчики, які передають інформацію на щит керування);
- зменшення виділення тепла й вологи за рахунок застосування ізоляції
- (ізолюючі мати) і фарбування срібlistого кольору;
- опалення виробничих, побутових і допоміжних приміщень (система опалення однотрубна з нижнім розведенням);
- видалення надлишкових тепла й вологи за рахунок вентиляції приміщень.

Основним видом вентиляції є природний повітрообмін за рахунок різниці температур.

У літній період повітря частково або повністю забирається з котельні вентилятором. У зимовий час частково із приміщень і вулиці, а при температурі -20°С повітря на горіння забирається тільки зовні будинку.

5.3.2 Захист, персоналу від виробничого шуму

У котельні джерелами шуму є вентилятори, димососи, насоси. Рівні шуму допоміжного устаткування досягають: для насосів 85- 99 дБА; для вентиляторів, димососів 86- 92 дБА; для котлів 75- 90 дБА.

Нормованими параметрами є:

- припустимі рівні звукового тиску в дБ у стандартних октавних смугах частот залежно від виконуваних робіт;

- припустимі рівні звуку.

Для виробничих приміщень котельні згідно [10] припустимі рівні звуку 75 дБА; для приміщень керування, робочих кімнат 60 дБА; для kabіни спостереження й дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону 65 дБА.

Для зменшення шкідливого впливу шуму проектом передбачаються такі міри:

- вентилятори й димососи встановлюються за котлом у стіни будинку, найбільш віддаленої від робочих місць обслуговуючого персоналу;

- робочі місця чергового обслуговуючого персоналу котельні цехи розташовуються в окремому звукоізольованому приміщенні.

- для зниження рівня звукових тисків у газоході й димарі, при швидкості потоку понад 15 м/с встановлюються пластинчасті глушители шуму з напівтвердої мінеральної плити в оболонці з перфорованого аркуша.

5.3.3 Захист від виробничих вібрацій.

Тривалий вплив вібрації високих рівнів на організм людини приводить до розвитку передчасного стомлення, зниженню продуктивності праці, росту захворюваності й нерідко до виникнення професійної патології - вібраційної хвороби.

Вібрація - це механічний коливальний рух системи із пружними зв'язками.

Вібрацію по способу передачі на людину (залежно від характеру контакту із джерелами вібрації) умовно підрозділяють на: місцеву (локальну), що передається на руки працюючого, і загальну, що передається через опорні поверхні на тіло людини в положенні сидячи(сідниці) або коштуючи (підшви ніг).

Виробничими джерелами локальної вібрації є ручні механізовані машини ударного, ударно-обертальної й обертальної дії із пневматичним або електричним приводом.

Найбільш діючим засобом захисту людини від вібрації є усунення безпосередньо його контакту з вібруючим устаткуванням. Здійснюється це шляхом застосування дистанційного керування, промислових роботів, автоматизації й заміни технологічних операцій.

З метою профілактики несприятливого впливу локальної й загальної вібрації працюючі повинні використовувати засоби індивідуального захисту: рукавиці або рукавички (ГОСТ 12.4.002-97. "Засобу індивідуального захисту рук від вібрації. Загальні вимоги"); спецвзуття (ГОСТ 12.4.024-76. " Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования").

5.4 Пожежна безпека та профілактика.

Відповідно до вимог будівельних норм і правил і від характеру використовуваних у виробництві речовин і їхньої кількості проєктована котельня ставиться до виробництва категорії Г, вогнестійкість будинків котельні характеризується II ступенем вогнестійкості.

Найбільш частими причинами пожеж можуть бути:

- порушення правил пожежної безпеки;
- порушення правил зберігання горючих речовин, особливо поблизу нагрівальних приладів;
- порушення правил експлуатації електроустаткування;
- паління в не відведених для цих цілей місцях.

Вибухи й пожежі можуть відбутися при витоках газу через нещільності рознімних з'єднань газопроводів і арматур.

Загальні вимоги пожежної безпеки викладені в [10,13]: всі трубопроводи котельні з температурою поверхні вище 45°C ізолюють. Ізоляція виконана двошаровою: першим шаром є мінерало-ватяний, а другий покривний матеріал - фольга.

Для продувки газопроводів передбачені продувні свічі й штуцери (вибираються залежно від діаметра вихідного отвору на трубопроводі) із запірними органами й заглушками для поводження продувного агента гнучким шлангом. Обмін забезпечується п'ятикратний не більш ніж за 20 хв. Продувні свічі виводяться вище даху котельні на 1 м.

Проектом реконструкції котельні передбачається установка клапана запобіжно-запірного електромагнітного газового КПЭГ Ду100 Саратовского ВАТ «Газаппарат» для контролю загазованості в котельні на уведенні газопроводу в котельню, що спрацьовує при перевищенні припустимих концентрацій токсичних і вибухонебезпечних газів у приміщенні котельні.

Котельні установки постачають наступними захистами й блокуваннями: на погашення факела, відключення всіх димососів, вентиляторів, повітропідігрівників. Запалювання пальників

блокується без попередньої вентиляції топлення протягом 10...15 хв, подача палива повністю припиняється при закритому повітряному шибері або відключеному вентиляторі даного пальника. Подача палива блокується при хоча б одній незакритій засувці з електроприводом у пальника.

Передбачено пристрої захисту від блискавки в будівлі, їх споруджено і встаткувано.

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння в котельні установлені спеціальні пожежні щити з набором: пінних вогнегасників ОХВП- 10-12шт.; вуглекислотних вогнегасників, ОУ- 5-3шт.; ящик з піском; щільне полотно; сокира; лом; багор; лопата. Щити розташовуються у легко доступних місцях, ближче до виходів із приміщень. На місцевому тепловому щиті кожного котла є два вуглекислотних вогнегасники ОУ- 5.

Кількість, розташування та умови зберігання вогнегасників відповідають ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-77

У котельні влаштований протипожежний водопровід. Пожежні крани встановлені в приміщенні котельні.

Протипожежне водопостачання забезпечується наступними проектними рішеннями:

- загальна витрата води на площадці становить 10 л/с, з урахуванням потреб пожежогасіння: кількість одночасних пожеж – 1, тривалість гасіння пожежі - 3 години;

пожежогасіння котельні приймається двострунним. Необхідний напір при внутрішньому пожежогасінні становить 16 м;

- пожежні крани до котельному відділенні розміщені на основних оцінках обслуговування;

- у допоміжних, санітарно - побутових приміщеннях котельні проектом передбачена пожежна сигналізація.

Для попередження руйнування устаткування при можливому нагромадженні природного газу на металевих газоходах від каналів до димаря встановлені підривні клапани.

Для пожежної сигналізації згідно ДБН В.2.5-56:2010 застосовані пристрої охоронної сигналізація УОТС- 1- 1 працюючі з димовими й тепловими датчиками.

Датчики встановлюються на стелі. Пристрій охоронної сигналізація встановлюється в приміщенні чергового персоналу.

ВИСНОВКИ

У магістерській дисертації була розглянута система опалення, вентиляції, кондиціонування, адміністративного будинку та їдальні по вул. Лейпцизькій, 15 у Печерському районі м. Києва з використанням сучасного теплогенератора нового покоління марки АОМ. Розроблені конструктивні рішення системи опалення, вентиляції та кондиціонування будівлі, а також опис повітропроводів, автоматизації опалювально-вентиляційних систем. Детально розглянуті заходи по енергозбереженню, що у наш час є не мало важливою проблемою.

Актуальність роботи полягає у тому, що нині питання енергоефективності та енергозбереження вважається головним в галузі енергетики. Мікрофакельні пальники мають використовувати на меті зменшити використання природного газу, за допомогою встановлення їх в теплогенератори марки АОМ, ми можемо зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу, а також забезпечити надійність, безшумність та безпеку роботи такої системи.

Як відомо ціни на природний газ постійно підвищуються та й самого природного газу в Україні мало. Мікрофакельні пальники сприяють зростанню рівня економічної конкурентоспроможності теплообмінних апаратів порівняно з існуючими котлами на природному газі, а завдяки конструктивній відмінності опалювального агрегату АОМ нового покоління є набір універсальних спіралеподібних трубчатих поверхонь нагріву, які утворюють топкову частину котла та конвективні поверхні, то саме теплогенератори нового покоління АОМ зможемо ефективно та економічно впроваджувати у нашій країні. Використання теплогенераторів дозволить знизити витрати у житлово-комунальному секторі, підвищити екологічність та знизити обсяги викидів CO₂ у атмосферу, а також витіснити з енергетичного балансу країни значну кількість природного газу, що дозволить зменшити залежність від його постачання. У роботі проведено короткий огляд адміністративної будівлі, для встановлення дахової котельні на відмітці +30,820.

Даним проектом передбачено розробку робочої документації дахової котельні для теплопостачання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання адміністративного будинку та їдальні по вул. Лейпцизькій, 15 у Печерському районі м. Києва. Проект виконано на підставі нормативних матеріалів та документів, що діють на території України на момент розробки.

Для теплопостачання адміністративного будинку передбачено будівництво дахової котельні тепловою потужністю 2,7 МВт, що передбачає встановлення 3 теплогенераторів потужністю 1,0 МВт.

Для забезпечення роботи теплового обладнання було підібрано насосне обладнання котельні, а саме: мережеві насоси, підживлюючі насоси, насоси сирієї води, циркуляційні насоси ГВП.

В проекті передбачені та розроблені заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності і екологічної безпеки за рахунок зміни конструкції теплогенератора нового покоління «АОМ».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Краснощоків Е. А. Задачник по теплопередаче/ Краснощоків Е. А., Сукомел А. С.; Изд. 2 – е перераб. и доп. – М.: «Энергия», 1969. – 264с.
2. Анурьев В.И. "Справочник конструктора-машиностроителя. Книга 2." - 4 изд. М. Машиностроение, 2001 - 576 стр., ил.
3. Любчик Г.Н. и др. Создание малотоксичных камер сгорания ГТУ// Экотехнологии и ресурсосбережение, № 2, 2003 .- С. 65 - 74.
4. Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Маляренко В. А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: Підручник. – К.:ІВЦ Видавництво Політехніка, 2003.-232с.: іл.
5. Любчик Г.М., Варламов Г.Б., Говдяк Р.М. та ін. Методологія екологічного аналізу енергетичних об'єктів, систем та територій // Енергетика и електрофікация. 2005, №3, с. 50-55.
6. Варламов Г. Б., Любчик Г. М., Горбунов О. В. та ін. Методика екологічної експертизи енергооб'єктів // Региональные проблемы энергосбережения в децентрализованной теплоэнергетике. – Киев. – 2000.
7. Сигал І. Я., Домбровська Е. П., Шишовський А. О. та ін. Котельне господарство України та методи його модернізації. // Технічна електродинаміка. 2003, Тематичний випуск.
8. Любчик Г.Н., Варламов Г.Б. та ін. Застосування аеродинамічних ефектів насадки Борда в напрямку інтенсифікації горіння вуглеводних палив, мінімізації токсичності продуктів згорання та уніфікації характеристик пального систем (звіт про науково-дослідну діяльність), 2003.
9. Мікулін Г. О., Любчик Г. М., Варламов Г. Б. та ін. Використання трубчастих модулів як елементів інтенсифікації горіння та підвищення енергоекологічної ефективності газових пальників // Экотехнологии и ресурсосбережение. 2003. №4.
10. Любчик Г. М., Марченко Г. С. та ін. Емісійні характеристики пальників на базі трубчастих модулів // Экотехнологии и ресурсосбережение. 2004. №1.
11. Любчик Г.Н., Микулин Г.А., Варламов Г.Б. та ін. Использование конструктивных особенностей и аэродинамических эффектов насадка Борда при создании малотоксичных топливосжигающих модулей // Технологические системы.- 2002 - № 2.
12. Иванов Ю.В. Основы расчета и проектирования газовых горелок // Гостоптехиздат. Москва – 1963.
13. Арсеньев Л.В., Бедчер Ф.С., Богов И.А. Газотурбинные установки. Конструкции и расчет. // Машиностроение. Ленинград – 1978.
14. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М.О.Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992.

ДОДАТОК А

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан теплоенергетичного
 факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського

_____ Є. М. Письменний
 «___» _____ 20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Генеральний директор
 (керівник підприємства,
 ТОВ «MEP Engineering»
 організації)
 _____ О.П. Федоренко
 (ініціали, прізвище)
 «___» _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на науково-дослідну роботу

«Система теплозабезпечення будинку на основі сучасного теплогенератора типу АОМ з мікрофакельним пальником»

1. Термін виконання роботи

Початок – 1.09. 2016 р.
 Закінчення – 14.05. 2018 р.

2. Обґрунтування для виконання роботи

Нова конструкція водогрійного котла малої потужності (до 3МВт) для систем децентралізованого опалення будівель і споруд. Відмінною рисою конструкції котла є використання водогрійних труб, навитих у вигляді спіральних коаксіальних спіральних циліндрів. Таке рішення є прогресивним з точки зору технологічного виготовлення, так як вся поверхня котла однотипна, що різко знижує вартість виготовлення.

Концентрично розташовані спіральні циліндри виконують роль камери згоряння (внутрішня спіраль). Зазори між першою і другою спіралями і між другою і третьою представляють собою газоходи, за якими продукти згоряння виходять з топки і евакуюються в атмосферу. Зазначені газоходи сформовані двома сусідніми спіралями, таким чином, вони представляють конвективні газоходи яких реалізується ефективний поперечний омивання труб. Два газоходу, по яких проходять гази створюють досить розвинену конвективну поверхню, що дозволяє охолодити продукти згоряння до температури $t_{yx} = 160^{\circ}\text{C}$, що призводить до теплової ефективності котла $\eta = 93\%$ що є високим показником, порівняно з існуючим котлами експлуатовані до теперішнього часу котли НІСТУ мають

$$\eta = 85\%.$$

3. Мета роботи

Проектування системи теплозабезпечення будівлі на основі теплогенератора типу АОМ. Аналіз моделювання аеродинамічних процесів у мікрофакельному пальнику. Моделювання процесів у теплогенераторі типу АОМ.

4. Зміст основних етапів виконання роботи

1) Аналіз літературного пошуку, для подальшого проектування системи теплозабезпечення.

2) Дослідження об'єкту:

- загальний опис;

- конструктивні рішення дахової котельні.

3) Опис конструктивних характеристик теплогенератора нового покоління марки АОМ.

4) Моделювання процесів у теплогенераторі та моделювання мікрофакельного пальника за допомогою програмного забезпечення Solid Works.

5) Розробка стартап-проекту.

6) Охорона праці.

5. Матеріали, що подаються після закінчення роботи

5.1. Магістерська дисертація.

5.2. Презентація.

5.3. Довідка про впровадження результатів.

6. Порядок розгляду і приймання роботи

Результати роботи розглядаються на засіданні ЕК із захисту атестаційних робіт освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», спеціалізацією «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження».

Керівник роботи

_____ д.т.н., професор Варламов Г.Б.
(підпис) (посада, ініціали, прізвище)
« ____ » _____ 20__ р.

Виконавець

Студент гр. ТП-61м,
ТЕФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського
_____ Є.О. Осипенко
(підпис) (ініціали, прізвище)
« ____ » _____ 20__ р.

ДОДАТОК Б

ЗАТВЕРДЖУЮ
Генеральний директор
ТОВ «МЕР Engineering»

_____ О.П.Федоренко
(ініціали, прізвище)
«10» травня 2018 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Результатів магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра
студентки Осипенко Є.О.

Результати магістерської дисертації студентки кафедри ТПТ, ТЕФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Осипенко Єлизавети Олександрівни, упроваджені в ТОВ «МЕР Engineering» в частині оцінки енергетичної та екологічної ефективності теплогенератора нового покоління. Маючи можливість впроваджувати для автономного тепlopостачання багатоквартирних житлових будинків, виробничих будівель і споруджень.

ДОДАТОК В

Ф.№ 3.3

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ Осипенко Єлизавети Олександрівни.

№ з/п	Найменування праць	Рукописні або друковані	Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідоцтва, номер диплома на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвища співавторів праць
1	2	3	4	5	6
1	Заявка на корисну модель “контактний водонагрівач”	Друк.	U 2016 05608	10 стор.	Варламов Г.Б Марченко Г.С Макаренко В.А Очеретянко М.Д.
2	Комплексні переваги теплогенератора АОМ нового покоління	Друк.	XV міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики». Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 25-28 квітня 2017 р. – ВАТ „Володимирецька друкарня”.-2017.-С.150	1 стор	Варламов Г.Б

1	2	3	4	5	6
3	Реконструкція джерела теплопостачання будинку з використанням сучасного теплогенератора типу АОМ	Друк.	XVI Всеукраїнський конкурс «Молодь - енергетиці України-2016: Відкритий конкурс молодих енергетиків та вчених», м. Київ, 15-28 січня 2017. Призове місце.	37 стор	Варламов Г.Б
4	Підвищення ефективності теплогенератора АОМ за рахунок конструктивних змін	Друк.	XVI міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики» Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 24-27 квітня 2018 р. – ВАТ „Володимирецька друкарня”.-2018.	1 стор	Варламов Г.Б Марченко Г.С

Автор

Осипенко Є.О.

(ініціали, прізвище)

ДОДАТОК Г

ПЕРЕВІРКА МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ НА ПЛАГІАТ



1.Характерис...
Завантажено: 05/11/2018
Перевірено: 05/11/2018

Інтернет + Бібліотека

79.19% Оригінальність	20.81% Схожість	225 Джерела
-----------------------	-----------------	-------------

Джерела з Інтернет : 222 джерела знайдено

1. http://refua.in.ua/tov-nvp-tehnoproekt.html?page=9	5.78%
2. http://www.nashaucheba.ru/v14020/?cc=59	3.38%
3. http://refua.in.ua/tov-nvp-tehnoproekt.html?page=8	2.49%
4. http://refua.in.ua/tov-nvp-tehnoproekt.html?page=6	1.96%
5. http://refua.in.ua/tov-nvp-tehnoproekt.html?page=10	1.84%
6. http://refua.in.ua/tov-nvp-tehnoproekt.html?page=24	1.7%
7. http://refua.in.ua/tov-nvp-tehnoproekt.html?page=17	1.41%
8. http://nmc pz.ho.ua/document/biblio_01/DBN_B_25_77_14.pdf	1.01%
9. http://dbn.co.ua/dbn/Projekt_DBN_Kotelni.pdf	0.94%
10. http://www.kroi.ru/forum/attachment.php?attachmentid=11749&d=1389860162	0.92%
11. http://www.specteh.org.ua/images/stories/normativnye_dokumenty/dbn_v.2.2-24-2009.budinki_sp...	0.75%
12. http://www.dsszzi.gov.ua/dsszzi/control/uk/publish/article?art_id=101588&cat_id=38710&ctime=1...	0.72%
13. http://www.klimatdomi.com/pdf/35.76.pdf	0.66%
14. http://3umf.com/doc/3491	0.66%
15. http://pobedy.ucoz.ru/recommend.pdf	0.66%
16. http://www.raut-automatic.kiev.ua/school/?p=17	0.64%
17. http://voeto.ru/nuda/budinki-i-sporudi/stranica-13.html	0.63%
18. http://3umf.com/doc/169	0.63%
19. http://ik-architects.com/wp-content/uploads/2013/07/1028_DBN-odnokvertir.pdf	0.63%
20. http://www.gov.lica.com.ua/b_text.php?type=3&id=508198&base=1	0.63%
21. http://арматура.уxp/wp-content/uploads/DBN-v-2-5-74-2013-vodoprovod.pdf	0.61%
22. http://www.specteh.org.ua/images/stories/normativnye_dokumenty/dbn_v_2_5_74_2013_vodopos...	0.61%
23. http://ProfDom.com.ua/files/dbn_2.2-20-2008.doc	0.61%
24. http://otipb.at.ua/_ld/5/530_Online-_____.pdf	0.6%
25. http://net.knigi-x.ru/24yuridicheskie/792536-1-ukrinterm-uit-ukrinterm-modulnie-kotelnie-ustanovki-...	0.55%
26. http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE13464.html	0.55%
27. http://kodeksy.com.ua/norm_akt/source-%D0%9C%D1%96%D0%BD%D0%BF%D0%B0%D0%B...	0.55%
28. http://normativ.info/npaop/npaop.html	0.55%
29. https://dnaop.com/get/32609	0.52%
30. http://agroosvita.com/sites/default/files/libery/energtimeh/ETUIS_new.pdf	0.51%
31. http://www.teplomodul.com/goods/pdf/protherm_protherm_proekt-soo(sor).pdf	0.49%
32. https://www.zakon-i-normativ.info/index.php/component/lica/?base=1&menu=359415&view=text	0.49%
33. http://consultant.parus.ua/?doc=05TGVA852B	0.49%
34. http://Teplo.com/goods/pdf/protherm_PROTHERM_proektsoo.pdf	0.49%
35. http://proekt-gaz.ru/load/chertezhi_gazosnabzhenija/proizvodstvennyye_kotelnye/topochnaja/64-1-0...	0.49%
36. https://dnaop.com/html/32544_13.html	0.49%
37. http://www.gov.lica.com.ua/b_text.php?base=1&id=643382&type=3	0.49%
38. http://gost.at.ua/_ld/32/3257_dbn_vod.pdf	0.48%
39. http://docplayer.net/40857279-Teplov-merezhi-dbn-v-2008.html	0.48%
40. https://mlynok.wordpress.com/2010/02/25/%D0%BE%D0%B1%D1%89%D0%B8%D0%B5-%D1...	0.44%
41. https://mlynok.wordpress.com/2012/03/15/%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D0%...	0.44%
42. https://teplonet.dp.ua/downloads/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%...	0.43%
43. http://otipb.at.ua/_ld/4/411_464735775833452.doc	0.43%
44. http://tdinstall.at.ua/_ld/0/12_2.5-392008-_.doc	0.43%