

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

на тему: **ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНИ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС»
МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ**

Виконав: студент групи 601мНТ
спеціальності
144 Теплоенергетика
Шульженко О.О.

Керівник к.т.н., доц. Чернецька І.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Собівчак М.М.
(прізвище та ініціали)

Зав. кафедрою к.т.н. проф., Голік Ю.С.
(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра, циклова комісія кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, голова циклової
комісії Голік Ю.С.

"__" _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

ШУЛЬЖЕНКО Олександр Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНОЇ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС» МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
керівник проекту (роботи) Чернецька І.В. к.т.н.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу №986-фа від "4" 09.2023 року

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) План роботи, складений керівником роботи, каталоги, інструкції з експлуатації на обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Дослідження видів палива на основі біомаси. Аналіз світового досвіду використання біомаси. Дослідження схем роботи котлів на біомасі. Аналіз сучасного стану заходів з енергозбереження котелень. Постановка задачі, вибір методів досліджень. Дослідження існуючого обладнання котельні. Технічні рішення з реконструкції котельні з використанням альтернативного палива. Економічна ефективність реконструкції. Охорона праці та техніка безпеки. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
принципові схеми роботи котелень на біомасі. Мета та задачі дослідження. Креслення котла та детальна теплова схема котельні. План розміщення обладнання котельні, розріз. Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

-

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	<u>Дослідження видів палива на основі біомаси. Аналіз світового досвіду використання біомаси.</u>	09.2023р.	
2.	<u>Аналіз сучасного стану заходів з енергозбереження котелень. Постановка задачі, вибір методів досліджень. Дослідження існуючого обладнання котельні.</u>	10.2023р.	
3.	<u>Теплова схема котельні. План розміщення обладнання котельні. Розрізи. Технічні рішення з реконструкції котельні з використанням біомаси. Енергозбереження.</u>	11.2023р.	
4.	<u>Креслення котельної установки на біомасі. Економічна ефективність реконструкції. Охорона праці. Висновки.</u>	12.2023р.	

Студент _____
(підпис)

Шульженко О.О. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Чернецька І.В. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: с., рис., табл., додатків, джерел.

Об'єкт дослідження – котельня за адресою вул. Гоголя, 181 у м. Миргород.

Предмет дослідження – підвищення ефективності генерації теплової енергії.

Мета роботи – аналіз роботи діючої котельні в м. Миргород та розроблення заходів для підвищення ефективності її роботи за рахунок використання біомаси.

Методи досліджень – системний аналіз, емпіричні методи (спостереження), теоретичний розрахунковий експеримент, техніко-економічне порівняння та прогнозування.

Проведено аналітичні дослідження літературних джерел щодо видів біомаси її характеристик, світового досвіду використання біомаси, шляхів енергозбереження в котельнях комунальних підприємств, технологічної схеми спалювання біомаси.

Здійснено натурне обстеження й побудовано креслення існуючого стану котельні та теплових мереж, складено детальну теплову схему, проаналізовано виробничі показники роботи котельні за адресою вул. Шишацька, 80а у м. Миргород за 2021 – 2023 р.р.

Розроблено рекомендації для підвищення ефективності роботи вказаної котельні шляхом встановлення замість застарілого газового котла НШСТу-5 з низьким ККД котла, що працює на трісці деревини. Виконано розрахунок котла.

Виконана оцінка потенціального економічного ефекту від застосування альтернативного палива у вигляді тріски.

КОТЕЛЬНЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО, БІОМАСА, ТРІСКА, КОТЕЛ, ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА.

ЗМІСТ

ВСТУП	2
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	4
1.1 Огляд видів палива на основі біомаси.....	4
1.2 Аналіз світового досвіду використання біомаси.....	14
1.3 Енергетична ефективність біомаси.....	17
1.4 Схеми роботи котлів на біомасі	19
1.5 Заходи з енергозбереження в котельні	20
2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ, ВИБІР МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1 Мета та завдання дослідження	24
2.2 Вихідні дані щодо об'єкту дослідження. Опис та технічна документація .	25
2.3 Характеристики водогрійного котла НІИСТУ-5	28
2.4 Обґрунтування методики розрахунку котла на біомасі	32
3. Дослідження котлів на біомасі та оцінювання їх енергоефективності	35
3.1 Тепловий розрахунок котла на біомасі	35
3.2 Економічна ефективність реконструкції.....	73
3.4 Висновки та рекомендації.....	75
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
4.1 Характеристика умов праці	76
4.2. Вимоги до території підприємства та облаштування споруд та приміщень.	78
4.3. Заходи щодо оптимізації умов праці. Засоби індивідуального захисту працівників	79
4.4. Пожежна безпека . Характеристика виробництва щодо пожежної безпеки	81
4.5 Охорона довкілля.....	83
ВИСНОВКИ.....	84

						601-мНТ.10700803.МР				
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Використання біомаси для підвищення енергетичної ефективності котельні КП «Тепловодсервіс» Миргородської міської ради					
Розробив	Шульженко							<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Керівник	Чернецька І.В.							2	90	
Зав. каф.	Голік Ю.С.							НУ«ПП ім. Юрія Кондратюка»		
Н. контр.										

ВСТУП

Розвиток галузі енергетики з ефективним використанням тепла та енергії повинен стати ключовим завданням для всієї країни, незалежно від темпів його зростання. Це включає заміну застарілого та енергозатратного обладнання новітніми технологіями, активне використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії, наукові дослідження нових енергетичних технологій та матеріалів, а також інформаційні кампанії для підвищення обізнаності суспільства щодо переваг енергозберігаючих методів.

Все це спрямовано на створення ефективної системи енергозбереження, яка сприяє сталому розвитку та забезпечує баланс між енергетичними потребами та екологічними аспектами.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		3

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд видів палива на основі біомаси

До біомаси належать біологічно відновлювальні речовини органічного походження, що зазнають біологічного розкладу. Сюди відносять відходи лісового господарства та галузей промисловості, що технологічно пов'язані з ним, а також відходи сільського господарства, органічна частина промислових та побутових відходів. Ще одним шляхом отримання біомаси є її спеціальне вирощування. Рослинність, яка регулярно вирощується, її використання в якості джерела енергії не призводить до зменшення кількості зелених насаджень у регіоні, вважається відновлювальним ресурсом і має нульовий баланс викидів вуглекислого газу, тобто є екологічно нейтральною.

Найпоширенішими видами біомаси, що використовуються в Україні для отримання палива і використання його з метою генерування електричної або теплової енергії відносять:

- 1) солома, стебла кукурудзи, соняшника та інші у вигляді тюків, гранул пелет чи брикетів;
- 2) лушпиння та інші відходи переробки соняшника, зернових та інших сільськогосподарських культур у вигляді пелет чи брикетів;
- 3) деревина, її відходи і продукти переробки у вигляді пелет, тріски, брикетів, дров;
- 4) відходи птахівництва й тваринництва;
- 5) відходи овочевих культур, а також їх переробки;
- 6) рослинні відходи харчової промисловості, торф;
- 7) однорічна та багаторічна трав'яна біомаса, а саме енергетична верба, сорго, міскантус, просо лозоподібне "світчґрас" тощо;
- 8) плодова біомаса.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		4

У технологічному процесі теплопостачання можливо використовувати в якості палива сільськогосподарську біомасу, деревину, кору, волокна курячого посліду, трави, ТПВ, горіхових відходів, лушпиння соняшнику, сої, папір, картон, тирси, стружки та шлам і багато іншого. До основних видів твердого палива належать: дрова, вугілля, пелети, тирса, брикети, кукурудза та соняшник – рисунок 2.2.



ДРОВА



ВУГІЛЛЯ



КУКУРУДЗА



ПЕЛЕТИ



ТИРСА



БРИКЕТИ



СОНЯШНИК



СОЛОМА

Рисунок 1.2 – Основні види твердого палива

Види біомаси для виробництва твердого біопалива :

- енергетичні рослини;
- деревна біомаса, а саме: дрова, порубкові залишки і відходи деревообробки;
- відходи сільського господарства й переробки.

Торгові форми твердого біопалива представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 1.1 – Торгові форми твердого біопалива

<i>Торгова форма</i>	<i>Типовий розмір частинок</i>	<i>Загальні виробничі процеси</i>
Повне дерево	> 500 мм	Не оброблене дерево разом із гілками та кореневою системою
Тріска Дроблена деревина	5...100 мм Різний	Різання за допомогою гострих інструментів Дроблення за допомогою тупих інструментів
Кругляк, поліна/дрова Кора	100...1000 мм Різний	Різання гострими інструментами Залишки кори (можуть бути подрібнені)
В'язка Пил, мука	Різний < 1 мм	Повздожнє укладання та зв'язування Помел
Тирса Стружка	1...5 мм 1...30 мм	Різання гострими інструментами Стругання гострими інструментами
Брикети Гранули (пелети)	Ø > 25 мм Ø < 25 мм	Механічне стиснення (пресування) Те ж саме
Тюки: - малі прямокутні - великі прямокутні - круглі (рулони)	0,1 куб. м 3,7 куб. м 2,1 куб. м	Пресування та обв'язка Те ж саме Те ж саме
Подрібнена солома та трава	10...200 мм	Подрібнення під час збирання врожаю
Зерно, насіння	Різний	Без підготовки або сушіння
Зерна або ядра плодів Волокниста макуха	5...15 мм Різний	Не пресовані без видалення хімічних речовин Отримується з волокнистих відходів осушенням

Деревина та продукти з неї належать до тих безпечних видів палива, що не сприяють парниковому ефекту. Привабливість пелет також у відносно високій теплотворній здатності, екологічній безпеці та вартості. Однією з найважливіших переваг є висока насипна густина, що зручно для перевезення на великі відстані. Маючи правильну форму, невеликі розміри та однорідну консистенцію, пелети дозволяють автоматизувати процес завантаження-розвантаження та спалювання. При згоранні вони виділяють в 1,5 рази більше тепла, ніж звичайні дрова, що досить близько до властивостей вугілля. При цьому викиди CO₂ менші, ніж при спалюванні вугілля в 10 – 50 разів, а зольність – у 15 – 20 разів. Порівняно із звичайною деревиною гранули мають менший вміст вологи – 8 – 12 % проти 30 – 50 % у звичайних дровах, і в 1,5 – 2 рази більшу щільність. Причини сучасної тенденції до переходу на використання пелет у теплоенергетиці видно з таблиці 2.3 порівняння їх характеристик з первинною біомасою (дровами, стружкою, тирсою, гілками, корою, порубковими залишками).

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

тощо. Треба враховувати, що використання паливних гранул з відходів олійних культур має суттєвий недолік – попіл при високій температурі спалювання може спікатися, засалювати колосникову решітку, що спричиняє необхідність його механічного розбивання та чищення топок і відповідно тимчасову зупинку роботи котельного обладнання.

Використання брикетів не дозволяє автоматизувати подачу палива. Тому вони більше підходять для котлів невеликої теплової потужності (до 80 кВт), що використовуються для обігріву житлових будівель.

Для підприємств, які крім оброблювального обладнання використовують в технологічному процесі й лісопилне, найбільш економічно обґрунтованим буде безпосереднє спалювання тирси, тріски та кускових відходів без додаткової підготовки, тобто підсушування.

Ринок пелет в Україні є відносно молодим, що демонструє загалом позитивну динаміку розвитку. Започаткований у 2002 р. виробництвом пелет з деревини, на сьогодні він посідає за кількістю виробленого біопалива до 10% від усього ринку біомаси в Україні. У сезон 2015–2016 рр. було вироблено 1,3 млн т пелет, із яких 390 000 т – з деревини, 730 000 т – з лушпиння соняшнику, 146 000 т – з агробіомаси. Упродовж того ж періоду експорт деревних пелет доходив до 200 000 т, пелет з лушпиння – до 820 000, експорту ж пелет із соломи не було. Зараз відбувається переорієнтація з експорту на внутрішній ринок, чому частково сприяють зміни в пріоритетах енергетичної політики України. Сектор виробництва пелет, не зважаючи на низку проблем, має значний потенціал, особливо у сфері виробництва агропелет, що пов'язано із значним незадіяним ресурсом аграрної сировини в Україні, що складає до 15 млн т н. е./ рік. Розвиток виробництва пелет з лушпиння соняшнику обмежений нестачею вільної сировини й залежить перш за все від розширення діючих виробництв олійноекстракційних заводів. Через значну вже задіяну частку деревини як палива виробництво деревних пелет має дещо менші перспективи у зв'язку із традиційним використанням частини деревини в якості дров. Обсяг ринку пелет у перспективі до 2030

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		11

року оцінюють у 3 млн. натуральних тонн готової продукції (або приблизно 1 млн т н. е.).

За даними ТОВ «Науково-технічний центр «Біомаса» споживання пелет за 2015 рік можна охарактеризувати наступними підсумовуючими параметрами:

- Оціночний розрахунок річної витрати пелет – 209 166
- Частка неврахованих споживачів (побутові та інші) – 15% до загального споживання пелет
- ККД котлів – 85%
- Нижча теплотворна здатність пелет – 17 МДж/кг
- Коефіцієнт використання встановленої потужності – 0,5
- Витрата пелет – 128 744 т/рік.

Таким чином, можна зробити висновок, що для нових котелень малої потужності, які будуть обслуговувати об'єкти соціальної сфери, варто використовувати саме пелети із дерева, соломи чи лушпиння соняшнику, а для великих котелень найбільш доцільним альтернативним видом палива є відходи деревини – тріска, кора, тирса і т.д. Відповідно основним паливом для котлів на біомасі ДП «Івано-Франківськтеплокомуненерго» було обрано саме відходи деревини, які доступні в достатній кількості від санітарної та декоративної обрізки зелених насаджень у місті та передмісті й можуть бути самостійно підготовлені на підприємстві до використання шляхом подрібнення в спеціальних установках.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		12

Основними критеріями вибору біомаси в якості палива для котельних установок є доступність в даній місцевості, вартість і теплотворна здатність матеріалу.

Четвертим за значенням паливом світу є саме біомаса. Щороку з неї виробляють 2 мільярда тон умовного палива, що складає 14% від загального споживання первинних енергоносіїв у світі. Потенціал доступної на сьогодні в Україні біомаси оцінюється в межах 10,6 – 17,6 млн. тон умовного палива на рік. Найперспективнішими видами біомаси для нашої держави є сільгоспвідходи та відходи деревообробної промисловості, а також власне сама деревина.

Загальні ресурси відходів деревини, включаючи кору, в лісовому господарстві і деревопереробних галузях промисловості України, оцінюються в 3743 тис.м³, що відповідає 984 000 т. у.п. в рік. Об'єм відходів деревини, що не використовуються складає 2 858 000м³, тобто 0,75 млн. тон умовного палива. При цьому відсоток власне деревини в енергетичному балансі України складає близько 0,4% [2]. Підраховано, що потенціалу біомаси достатньо, щоб до 2050 року покрити 22 ЕДж кінцевого споживання тепла в промисловості, тобто 15% від загального обсягу і 24 ЕДж у будівельній галузі, тобто 20% загального обсягу споживання тепла [4].

Залежно від складу біомаса поділяється на:

- вуглецевмісну (рослинний матеріал, тріска й тирса деревини, морські водорості, зерно, папір, тара для пакування);
- цукровмісну (цукровий буряк, цукровий очерет, сорго).

Для використання в теплоенергетиці основне практичне значення має стволова деревина, деревина гниль, кора дерев, біомаса відходів після обрізки крони дерев, а також солома та інші відходи сільського господарства, які є практично безкоштовними.

Велика кількість біомаси утворюється при виробництві і переробці продукції рослинництва (солома від зернових, лузга, качани кукурудзи та ін.). До біомаси відносять також рослинний матеріал, який спеціально

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							13
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

вирощується в енергетичних цілях, наприклад, плантації тополі, верби, міскантусу, мальви та інших енергетичних рослин.

Одним із найважливіших чинників, що впливає на поширення біомаси, є більш низька ціна, ніж у традиційних видів палива, але важливе значення також мають такі фактори як доступність, екологічність та необхідність утилізації вже наявної біомаси.

1.2 Аналіз світового досвіду використання біомаси

Світові енергетичні потужності, що використовують біопаливо стрімко зростають з кожним роком. Найбільші темпи зростання об'ємів використання біомаси спостерігаються в Китаї. На другому місці по нарощування обсягів застосування пелет, брикетів та тріски знаходиться Європа. На третьому місці – Південна Америка.

Китайська промисловість застосовує найбільшу кількість вугілля в світі. Повітря цієї країни є одним з найбільш забруднених у світі. Разом з тим, КНР прийняла програму переходу на біопаливо там, де це можливо. Європейські компанії активно співпрацюють українськими виробниками пелет, брикетів і тріски, все більше підвищуючи обсяг імпорту біомаси []. У Польщі понад 80 % відновлюваних джерел енергії походить з біомаси [].

Основна кількість біомаси утворюється при виробництві і переробці продукції рослинництва (солома від зернових, лузга, качани кукурудзи та ін.). До біомаси відносять також рослинний матеріал, який спеціально вирощується в енергетичних цілях, наприклад, плантації тополі, верби, міскантусу, мальви та інших енергетичних рослин. Біомасу можна поділити на дві основні групи:

- первинна енергетична сировина, тобто деревина, відходи тваринництва та рослинництва і стічні осади (аналог торфу);
- перетворена енергетична сировина, така як біогаз, етанол, метанол, ефіри ріпакової олії, макулатура.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		14

Використання біомаси має значимі соціально-екологічні ефекти:

- зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище;
- зменшення викидів CO₂ та інших газів;
- покращення санітарного стану за рахунок регулярної утилізації відходів тваринництва;
- збільшення рівню енергетичної безпеки;
- можливості заміни значної частини мінеральних добрив органічними – біошлам з біогазової установки (або навіть повна відмова від використання міндобрив), що дозволяє забезпечити виробництво екологічно-чистої продукції й здійснити переведення фермерського господарства у категорію “екологічних” з отриманням відповідних сертифікатів та доплат від екологічних фондів ЄС.

Найбільший енергетичний потенціал в Україні мають такі види біомаси, як відходи сільського та лісового господарства, деревообробки, біомаса з твердих побутових відходів. На жаль, зараз зростанню обсягу виробництва якісного твердого біопалива (ТБП) заважають використання застарілого обладнання та технологій, відсутність імplementованої нормативної бази для сертифікації біосировини, готового ТБП та підприємств-виробників, а також використання первинної, не переробленої біомаси у якості палива.

Біля 82 % світового викопного палива використовують в країнах ЄС на потреби загального енергоспоживання. Саме тому розширення частки використання поновлюваних джерел енергії є одним із ключових пріоритетів для енергетичної політики ЄС. В Україні доцільно ширше використовувати досвід та підходи розвинутих країн Європи та Америки у реалізації біоенергетичних проектів та у використанні сучасних технологій виробництва ТБП, обладнання теплогенерації та когенерації, у якому спалюють підготовлене біопаливо. У наш час біоенергетика є провідною галуззю споживання альтернативної енергії на опалення та охолодження (88 % від використання усієї поновлюваної енергії). Її частка надалі буде зростати задля досягнення мети ресурсозбереження та скорочення викидів парникових газів на 80 – 95 % до 2050 р. [2].

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		15

Поширення використання альтернативних видів палива у системах теплозабезпечення в Україні є одним з пріоритетних завдань на сучасному етапі. У зв'язку з цим стрімко розвивається ринок виробництва теплової енергії з біомаси. Наразі в Україні частка котелень на альтернативних видах палива є невеликою відносно загальної кількості котелень і становить 7,8%, а кількість котлів на АВП – близько 5%, середня потужність таких котелень – 0,4 Гкал/год (450 кВт), а середня одинична потужність котлів – 0,29 Гкал/год (330 кВт) [3]. Відповідно є ще досить багато невикористаних можливостей, цей ринок ще далекий від перенасичення, а велика кількість доступної сировини обумовлює значні перспективи його розвитку.

Найбільший енергетичний потенціал в Україні мають такі види біомаси як відходи і продукти сільськогосподарських культур, відходи й продукти деревини, рідкі види палива з біомаси, біологічна складова твердих побутових підходів тощо. Енергетичне використання відходів (сільськогосподарських, промислових і побутових) вирішує також екологічні проблеми.

В Україні запроваджено механізм встановлення «зеленого» тарифу для стимулювання використання альтернативних джерел палива, зокрема біомаси. На жаль, реалізація наявного потенціалу ускладнюється поганою розвиненістю інфраструктури та сировинної бази, що необхідні для забезпечення безперебійних поставок сировини. Негативно впливають також низький рівень розвитку галузей, що поставляють устаткування та малий обсяг теплогенерації кожного окремого об'єкта. У зв'язку з цим динаміка використання біомаси для виробництва теплової та електричної енергії відстає від використання інших альтернативних джерел енергії. Тим не менше, у подальшому біомаса може стати суттєвою складовою балансу виробництва теплової енергії.

Використання біомаси – визнаний у світі енергетичний тренд, який дозволяє істотно скоротити використання високовартісного газу, при цьому зменшуючи обсяги викидів вуглекислого газу в навколишнє середовище [4].

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		16

тваринництва вже забезпечують теплом близько 3 мільярдів населення світу [4].

Міжнародним агентством IRENA у роботі «Глобальна біоенергетика, пропозиція та попит на 2030 рік» прогнозується, що до 2030 р. використання біомаси в світі подвоїться порівняно з 2015 р. та складатиме біля 60 % загального обсягу використання відновлюваних джерел енергії. Відповідно біомаса може стати одним із основних видів альтернативного палива. Очікується підвищення використання біомаси в енергетичному й транспортному секторах до 29 % від загального обсягу споживання тепла в 2030 році [6].

Дані техніко-економічних показників котелень на біопаливі залежно від їх потужності наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – ТЕП котелень на біопаливі залежно від їх потужності

Найменування	Розм.	Сц.1	Сц.2	Сц.3	Сц.4
Потужність котельні	кВт	500	500	500	3000
Вид біопалива	-	дрова	гранули деревні	гранули з соломи	тріска
Калорійність біопалива	МДж/кг	10,5	17,5	16,7	9,0
Вартість біопалива, без ПДВ	грн/т	800	2500	2000	1050
Питомі капітальні витрати "під ключ", без ПДВ	грн/кВт	2000	2000	2500	3000
Виробничі показники (річні)					
Плановий обсяг виробництва	Гкал	1152	1152	1152	6910
Витрата біопалива	т	530	315	331	3782
Економія природного газу	тис. м ³	158	158	158	948
Зниження викидів парникових газів	т CO _{2e}	300	300	300	1801
Економія коштів на закупівлі палива, без ПДВ	тис. грн	519	155	281	1684
Всього виробничих витрат, без ПДВ	тис. грн	771	1136	1010	6324
Амортизаційні нарахування річні	тис. грн	100	100	125	900
Всього витрат	тис. грн	871	1236	1135	7224
Виробнича собівартість	грн/Гкал	670	986	877	915
Повна собівартість	грн/Гкал	757	1073	985	1045

З огляду на все, викладене вище, біоенергетична галузь України має значні перспективи розвитку, що обумовлюються особливостями клімату, великим потенціалом аграрного й лісового сектору, значними запасами дешевої сировини, а також наявністю кваліфікованих робітників.

1.5 Заходи з енергозбереження в котельні

Сьогодні енергозбереження знаходиться на одній з головних позицій в економіці і розвитку ринків споживчих матеріалів та послуг.

Застосування альтернативних джерел енергії набуває все більшої популярності в котельнях України. Реконструкція котельні з влаштуванням котла на біопаливі як раз узгоджується з цим напрямком енергозбереження.

Використання енергозберігаючих матеріалів дозволяє істотно зменшити втрати з використання і обслуговування будь-яких об'єктів, які до цього часу потребували багато фінансових втрат на енергетичне обслуговування.

Збільшення енергоефективності потребує гарно продуманого та безсумнівного визначення точних методів та цілей і їх досягнення, що можуть стати ключовою частиною у програмі енергозбереження. На практиці реалізація такої програми може бути сильною опорою у цілеспрямованій фінансовій користі поміж суб'єктами відносин. Порівняльні характеристики матеріалів які зберігають енергію надають змогу робити правильний вибір із урахуванням потрібних характеристик та якостей при плануванні робіт із великим рівнем енергозбереження.

Питання енергоефективності і енергозбереження не зможуть не претинатися з питаннями екологічної безпеки. Екологія дуже пов'язана з усіма аспектами нашого життєвого простору, часто виступаючи як головний аргумент.

Вирішення оптимізації підвищених енерговитрат не може бути без врахування екологічної сфери енергоспоживання. Ефективному вирішенню виникаючих проблем сприяє ще й сильна екологічна експертиза, що дає змогу здійснити практичну оцінку запланованого ефекту [23].

Конструкції і матеріали, що застосовуються у енергозбереженні, діляються на дві групи:

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		20

конструкції і матеріали для створення саме енергозберігаючих технологій і техніки;

конструкції і матеріали для утеплення споруд та будинків.

Вимоги до характеристик складових 1-ї групи визначаються тією сферою де вони використовуються, режимами їх роботи і відповідних технологій та техніки. До цих матеріалів можуть бути вимоги ефективного теплоізоляції або теплообміну, електроізоляції, або електропровідності, корозієстійкості і жаростійкості.

Сучасні варіанти теплоізоляції мають вирівнювати температурні перепади в елементах обладнання, мінімізувати збільшення термостомлених напружень в стінках, збільшувати термін роботи

З метою енергозбереження у котельні мають бути реалізовані наступні заходи :

- заміна одного з газових котлів на біопаливний;
- зменшення споживання газу;
- широкий діапазон регулювання потужності котла (що дає змогу оперативно реагувати на зміну навантаження, а отже економити енергоносії);
- обладнання котельні необхідною автоматикою горіння, безпеки та сигналізацією відповідно до вимог СНиП II-35, ДНАОП 0.00-1.26;
- обладнання котельні забезпечується необхідними згідно вимог ДНАОП 0.00-1.26 приладами і засобами контролю та автоматизації для управління і контролю за процесом отримання і розподілу теплової енергії;
- передбачено облік витрати електричної енергії;
- для компенсації температурних розширень об'єму води в теплофікаційному контурі використовується розширювальний бак;
- трубопроводи і обладнання з температурою більше 45°C теплоізолюються виробами із мінеральної вати. Товщина ізоляції

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		21

приймається не менше, ніж вимагається для забезпечення нормованої густини теплового потоку згідно норм СНиП 2.04.14, дренажні трубопроводи ізолюються виходячи з умови забезпечення на поверхні ізоляції температури в межах 45°C;

- двигуни системи подачі палива, вентилятори та димосос обладнуються електроприводами з регуляторами частоти, які забезпечують постійне регулювання повітряних потоків та швидкості подачі палива в економному режимі.

Заходи з енергозбереження в котельнях є важливою частиною стратегії підвищення ефективності енергоспоживання. Декілька ключових заходів з енергозбереження в котельнях включають:

1. Збільшення ККД котельні:

- Застосування високоефективних котлів з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД) дозволяє зменшити втрати енергії та оптимізувати споживання палива.

2. Економія палива:

- Впровадження ефективних технологій спалювання палива, використання відновлюваних джерел енергії, а також розробка оптимальних схем подачі палива може значно зменшити кількість витраченого палива.

3. Зниження втрат теплоти:

- Теплоізоляція трубопроводів, апаратів і обладнання допомагає зменшити втрати теплоти в процесі передачі і розподілу тепла.

4. Якісна підготовка води:

- Системи обробки води для живлення парових котлів допомагають уникнути утворення накипу та інших осадів, забезпечуючи більш ефективну роботу котлів.

5. Зниження присосов в топку і газоходи:

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		22

- Оптимізація процесу горіння та впровадження передових технологій дозволяє зменшити викиди і підвищити ККД котельні.

6. Робота по режимній карті:

- Встановлення оптимальних режимів роботи котельні відповідно до потреб теплоспоживачів.

7. Температурний графік:

- Регулювання температурного графіку відповідно до реальних потреб і умов.

8. Автоматизація процесів:

- Впровадження автоматизованих систем керування, які дозволяють ефективно регулювати роботу котельні та знижувати енерговитрати.

9. Режимно-налагоджувальні випробування:

- Проведення регулювальних випробувань для оптимізації роботи системи.

Ці заходи спрямовані на оптимізацію енергоефективності та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ, ВИБІР МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Мета та завдання дослідження

Мета роботи – аналіз роботи діючої котельні та розроблення заходів для підвищення ефективності її роботи за рахунок використання біомаси.

Задачі дослідження:

- проаналізувати види біомаси та її характеристики як альтернативного палива;
- проаналізувати світовий досвід використання біомаси для генерації теплової енергії в котельнях;
- дослідити технологічне обладнання діючої котельні та проаналізувати показники її роботи;
- побудувати теплову схему котельні;
- виконати креслення газової котельні за адресою вул. Шишацька, 80а в м. Миргород;
- проаналізувати компоновку котельні, розробити технічне рішення для використання на котельні біомаси;
- виконати оцінку економічної ефективності переходу з газового палива на біомасу.

Об'єкт дослідження – котельня за адресою вул. Гоголя, 181 у м. Миргород.

Предмет дослідження – підвищення ефективності генерації теплової енергії за рахунок біомаси.

Методи досліджень – системний аналіз, емпіричні методи (спостереження), теоретичний розрахунковий експеримент, техніко-економічне порівняння та прогнозування.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							24
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

2.2 Вихідні дані щодо об'єкту дослідження. Опис та технічна документація

Відповідно до завдання об'єктом дослідження є діюча газова котельня у м. Миргород за адресою вул. Шишацька, 80а. Розташування котельні на генплані міста показано на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд котельні

Кліматичні умови приймаємо за ДБН з кліматології [14]. За даними [14] м. Миргород відноситься до кліматичного району I. Розрахункові параметри для м. Миргород, що відповідають м. Полтава зведені в таблицю 2.1.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							25
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Основні розрахункові параметри для м. Миргород

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°C	20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°C	-23
Розрахункова температура горища	$t_{вг}$	°C	5
Розрахункова температура підвалу	$t_{д}$	°C	10
Тривалість опалювального періоду	n_o	днів	197
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{ср.о}$	°C	- 0,7
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	Dd	°C· днів	3700

У котельні встановлено 3 газові водогрійні котли НІСТУ-5 та 2 котли ВК-32-1,5.

Фото обладнання котельні показано на рисунках 2.2 – 2.4



Рисунок 2.2 – Котли НІИСТУ-5



Рисунок 2.3 – Котли ВК-32-1,5



Рисунок 2.4 – Мережеві насоси

Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

601-МНТ.10700803.МР

Арк.

27

2.3 Характеристики водогрійного котла НІИСТУ-5

Водяний котел НІСТУ-5 призначений для систем гарячого водопостачання та гарячого водопостачання житлових, адміністративних та промислових об'єктів з примусовою циркуляцією води зі статичним тиском до 7 кг/см² і мінімальною температурою теплоносія до 115°. С Водяний котел НІСТУ-5 складається з агрегату котла, колосникової системи, повітропроводу, передньої та топкової, двох регульованих димохідних заслін, теплоізоляції, рами, запірної та запобіжної арматури, контрольно-виміральної техніки. Трубопровідна частина котла складається з торцевої, середньої та задньої частини. Конструкція середньої секції опалювального котла така ж, що складається з верхнього колектора $D_u = 100$ мм, двох нижніх колекторів однакового діаметру і трьох Г-подібних екранних труб 0,76 x 3 мм зліва і справа. Передня частина (див. рисунок 2) складається з двох частин Верхній колектор 12 приварений до верхнього колектора 2 опалювального котла. Два нижніх колектора 11 з'єднані відповідно перепускними трубами 13. Водозбірник 9 для поліпшення циркуляції. Нижні колектори в лівій і правій частинах передньої секції з'єднані один з одним передніми екранними 0,76 x 3 мм.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							28
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

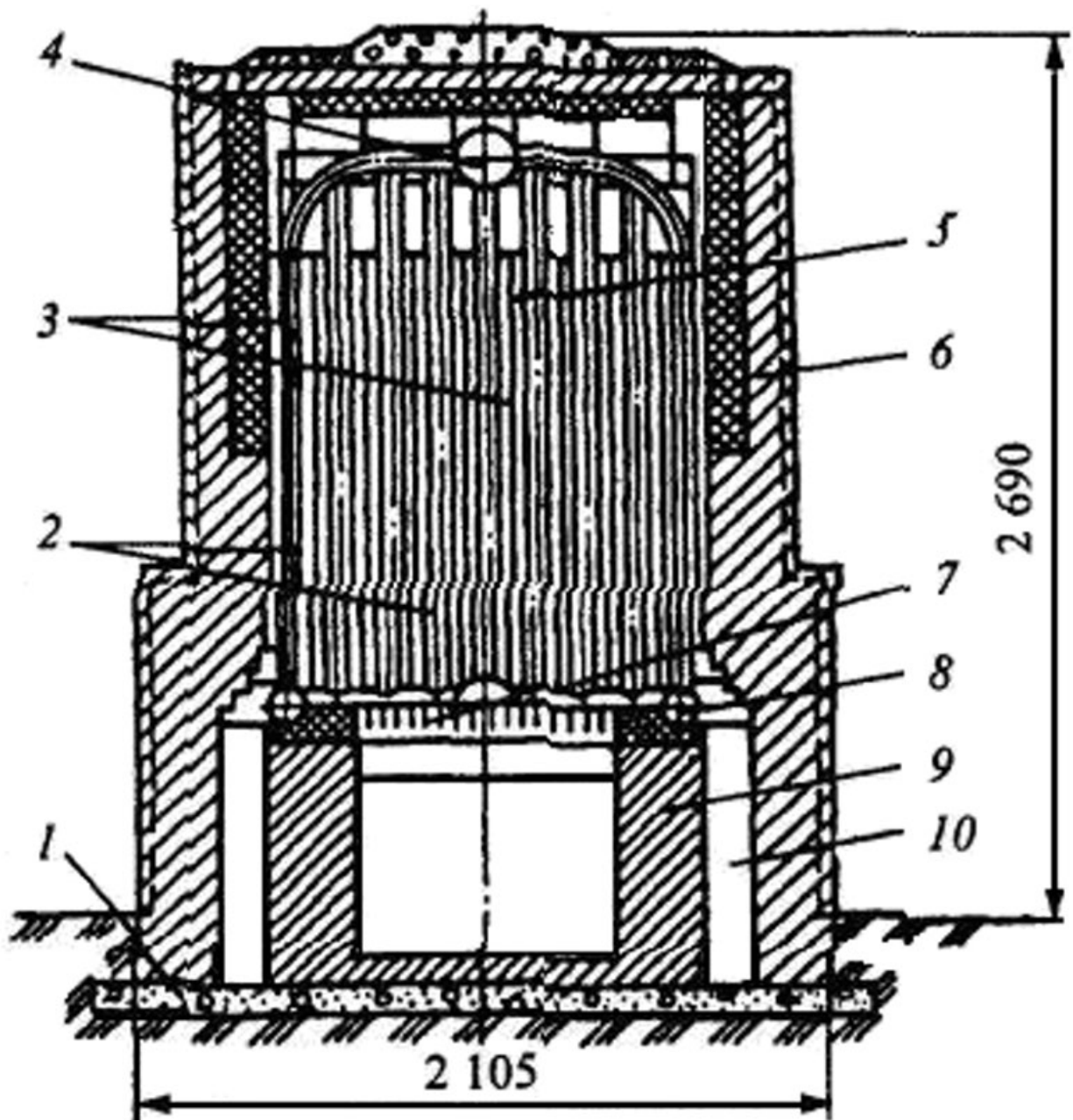


Рисунок 2.5 – Поперечний розріз котла НІСТУ-5

1 – фундамент; 2 – труби; 3 - газонапрямні перегородки; 4 – верхній колектор; 5 – задня секція; 6-зовнішня обмуровка; 7 - колосникові ґрати; 8 – нижні колектори; 9 - внутрішні стінки обмуровки; 10-димові канали

Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

601-МНТ.10700803.МР

Арк.

29

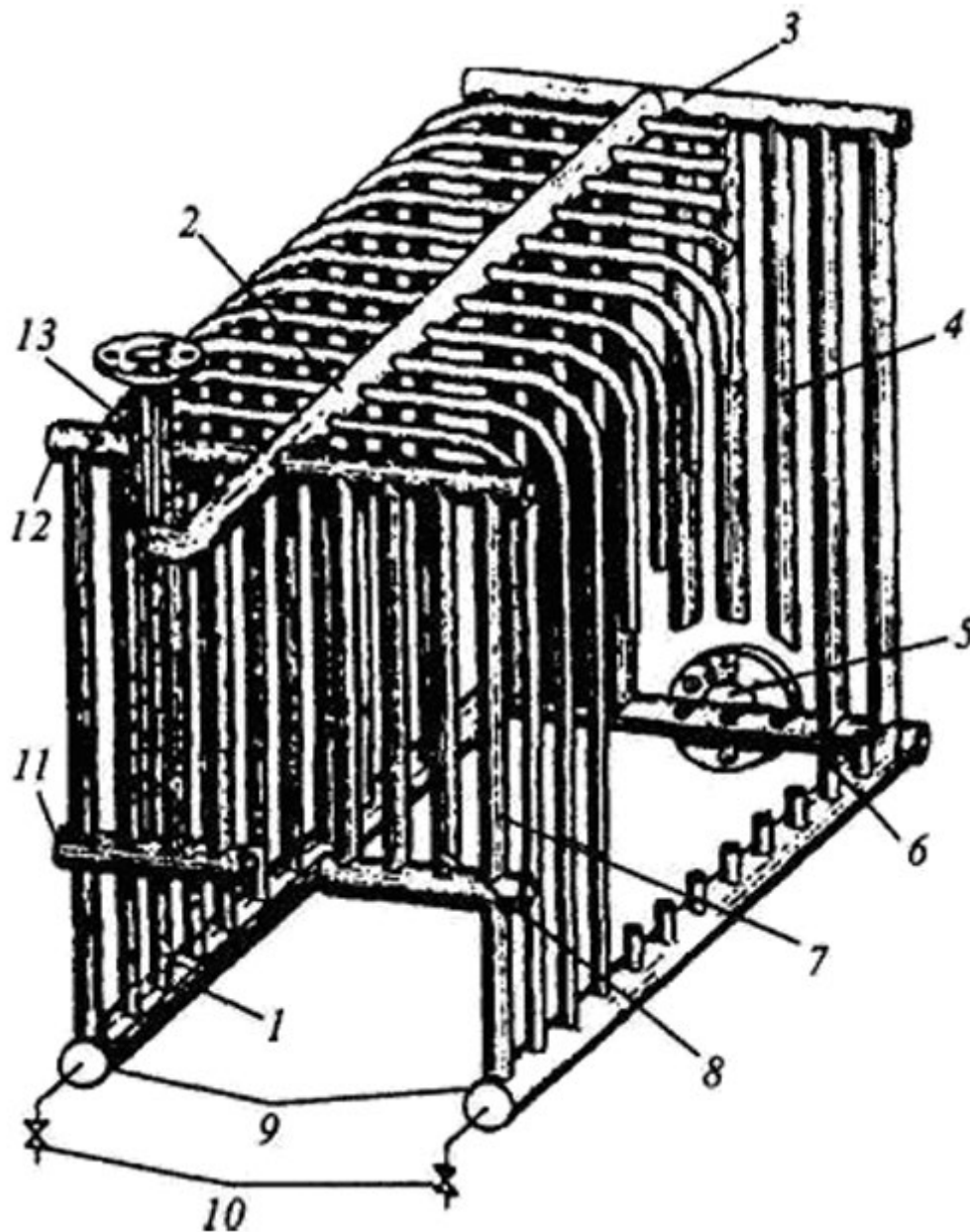


Рисунок 2.6 – Трубна частина котла НИИСТУ-5

Колектори: 1 – виходу води до споживача; 2 – верхній; 3 - верхній задній топковий екран; 5 – входу води в котел; 6-нижній задній топковий екран; 9 – нижніх бічних топкових екранів; 11 - нижні переднього топкового екрану; 12 - верхній передній топковий екран. Труби топкових екранів: 4 – заднього; 7 – бічного; 8 – переднього; 10- клапани на продувних лініях; 13 – перепускні труби.

До вертикальної частини бокових екранних труб опалювального котла приварені сталеві смуги для утворення газових перегородок. Такі ж смужки приварені до екрану на задній частині котла. Середня секція цих

Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

601-МНТ.10700803.МР

Арк.

30

опалювальних котлів може бути від двох до п'яти. Металева частина опалювального котла, включаючи передню і задню частини, встановлюється на внутрішню стінку фундаменту з вогнетривкої цегли. Для кращого використання поверхні нагріву внутрішня облицювання є вогнетривкою, а зовнішнє облицювання котла – червоною цеглою. Топка опалювального котла (див. рисунок 1) розташована під котлом і може використовуватися для спалювання різних видів палива. Димовий газ з топки піднімається вгору, промиває газові перегородки 3 і спускається в лівий і правий димоходи 10 по паралельних проходах між трубами. На кінці опалювального котла димохід обладнаний вертикальними заслінками для регулювання вентиляції, які приводяться в рух кабелями перед котлом. Димові гази з димоходу котла надходять у загальний димар котла (ліжка) і через нього транспортуються в димохід

Для створення позитивного потоку в опалювальному котлі НІСТА-5 у верхній і нижній колектори приварені перегородки. Вода надходить у котел через патрубков на нижньому (верхньому) водозбірнику задньої фільтрувальної сітки, проходить через котел опалення, нагрівається та направляється в тепломережу по передній трубі на верхньому водозбірнику. Ізоляція котла виконана з цегли. Облицювання цеглою після монтажу котла та гідростатичного випробування. Рама використовується для надійного утримання футеровок, фасадів зольників, блоків заслін печі та котла. Він складається з передньої і задньої рам і шести сталевих стрижнів з гайками і шайбами. Глобальні та запобіжні клапани призначені для контролю та безпечної експлуатації гідравлічної системи котла. До нього входять впускні та вихідні клапани, триходові клапани, манометри, гнізда зливних клапанів, зливні запірні клапани, запобіжні клапани та зворотні клапани. Зливні запірні клапани встановлюються на трубах, що з'єднують два нижніх колектора котла через заглушки, і служать для відведення та зливу води з котла. Прилади котла повинні складатися з манометра гарячої води, термометра гарячої води та манометра живильної води.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		31

Технічна характеристика котла НІИСТУ-5

Найменування показника	НІИСТУ-5
Об'єм опалювального приміщення, м ³	15000
Номинальна теплопродуктивність, МВт	0,5
КПД на твердому паливі, %	72
Температура води на виході, °С	115
Площа поверхності нагріву, м ² при:	
- 4 секцій	25,2
- 5 секцій	32,3
- 6 секцій	39,4
- 7 секцій	46,5
Габарити трубної частини, мм	3140x1400x1900
Габарити с обмурівкою, мм	3160x2105x2800
Маса, кг	1941

Враховуючи застарілість, сильну зношеність та низький ККД цього котла рекомендовано замість нього встановити котел на біомасі «TERMONERG» потужністю 4 МВт.

2.4 Обґрунтування методики розрахунку котла на біомасі

Для розрахунку теоретичних об'ємів повітря й продуктів згоряння використаємо базові формули:

теоретичний обсяг повітря, м³/кг

$$V_{\text{e}}^{\circ} = 0,0889 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S_{\text{op+k}}^p) + 0,265 \cdot H_p - 0,0333 \cdot O^p;$$

теоретичний обсяг азоту, м³/кг

$$V_{\text{N}_2}^{\circ} = 0,79 \cdot V_{\text{B}}^{\circ} + 0,8 \frac{N^p}{100};$$

теоретичний обсяг трьохатомних газів, м³/кг

$$V_{\text{RO}_2} = 1,866 \cdot \frac{C^p + 0,375}{100};$$

теоретичний об'єм водяних парів м³/кг

$$V_{H_2O} = 0,111 \cdot H^P + 0,0124W^P + 0,0161V_n^o;$$

Тепловий баланс котла

Основною метою складання теплового балансу котла є визначення розрахункової витрати палива B_p , кг/с; ККД, $\eta_{бр}$, %; коефіцієнта збереження теплоти ϕ .

Коефіцієнт корисної дії котла визначається за зворотним балансом за формулою:

$$\eta_k = 100 - (q_3 + q_2 + q_5 + q_6 + q_2),$$

де q_2 – втрати теплоти з газами, що відходять, %;

q_3 – втрати теплоти з хімічним недопалом, %;

q_4 – втрати теплоти з механічним недопалом, %;

q_5 – втрати теплоти в навколишнє середовище, %;

q_6 – втрати з фізичною теплотою шлаків, %.

Розрахункова витрата палива визначається за прямим балансом:

$$B_p = \frac{Q_k \cdot (100 - q_4)}{Q_p^p \cdot \eta_{бр}},$$

де Q_k – корисно використана теплота, МВт;

Q_p^p – робоча наявна (располагаемая) теплота, кДж/кг;

$Q_{до}$ – корисно використана теплота визначається по формулі:

$$Q_k = D_k \cdot (i'' - i_{ж.в.}) + \frac{D_k}{100} \cdot p \cdot (i' - i_{ж.в.}),$$

де D_k – розрахункова продуктивність котла, кг/з;

i'' i' , $i_{ж.в.}$ – ентальпія сухої насиченої пари, котлової і живильної води, відповідно, кДж/кг.

Середні характеристики продуктів згорання

До середніх характеристик продуктів згорання належать:

- 1) середні коефіцієнти надлишку повітря в поверхнях нагрівання $\alpha_{сер}$;

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							33
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

2) середні обсяги продуктів згоряння V_{Γ} , м³/кг;

3) середні об'ємні частки сухих трьохатомних газів r_{RO_2} і водяної пари $r_{\text{H}_2\text{O}}$;

4) середні сумарні об'ємні частки трьохатомних газів r_{H} .

Усі розрахунки ведуться відповідно до [24] в табличній формі із зазначенням шляху отримання величин, що розраховуються.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		34

3. Дослідження котлів на біомасі та оцінювання їх енергоефективності

3.1 Тепловий розрахунок котла на біомасі

З метою дослідження котлів на біомасі розглянемо технічну документацію, наведену в додатках А – В, та виконаємо розрахунки котла на біомасі, спираючись на наявні вихідні дані.

Тепловий розрахунок котла виконаємо за методикою, описаною в п.2.1.

Для проведення розрахунків знаходимо елементарний склад палива за таблицею 3.1. У якості палива в котлі, що працює на біомасі, використовується тріска деревини. Тому для визначення теплотворної здатності тріски скористаємося таблицею елементарного складу із [10].

Таблиця 3.1 – Елементарний склад та теплотворна здатність палива

Вид палива	Елементарний склад палива							Q_p^*		Q_p^*		Q_{daf}	
	W_p	S_p	H_p	O_p	A_p	N_p	S_p	МДж/кг	ккал/кг	МДж/кг	ккал/кг	МДж/кг	ккал/кг
Лушпиння соняшника	15	0,2	4,9	34,6	2,4	0,4	42,5	15,40	3678,1	16,88	4032,7	18,64	4452,8
Лушпиння гречки	1,12	0,14	6	44,9	1,27	0,7	45,86	16,80	4012,4	18,18	4343,1	17,21	4110,7
Дрова/Тріска	40	0	3,6	25,1	0,6	0,4	30,3	10,22	2440,9	12,04	2875,3	17,21	4109,2
Торф	50	0,1	2,6	15,2	6,3	1,1	24,7	8,12	1939,3	9,96	2379,7	18,58	4437,8
Лушпиння рису	7,8	0,1	3,9	32,2	19,5	0,3	36,2	13,31	3178,9	14,39	3436,3	18,31	4372,6
Вугілля	10	2,6	3,7	7,5	19,8	0,9	55,5	21,57	5151,7	22,66	5411,5	30,73	7338,5
Шрот ріпаку	10	0,85	6,63	35,65	4,3	0,57	42	17,25	4119,9	19,00	4537,9	20,13	4807,3
Лушпиння сої	9,3	0,2	3,8	38	3,2	0,5	45	14,80	3534,8	15,89	3795,8	16,91	4039,7
Солома	15	0,16	5	37,3	4,5	0,35	37,7	13,50	3224,3	15,01	3584,3	16,77	4005,3

Q_p^* – нижча теплота згорання палива, Q_p^* – вища теплота згорання палива, Q_{daf} – теплота згорання сухого беззолного палива

За наявними технічними матеріалами вміст кисню в димових газах за котлом становить 6 % .

Коефіцієнт надлишку повітря в топці - $\alpha_T = 0,5$

Присоси повітря в газоходах :

перший котельний пучок - $\Delta\alpha = 0,05$;

другий котельний пучок - $\Delta\alpha = 0,1$;

економайзер - $\Delta\alpha = 0,1$.

Коефіцієнт надлишку повітря за кожною поверхнею нагріву:

$$\alpha_i = \alpha_T + \sum_1^i \Delta\alpha_i,$$

де i – номер поверхні нагріву після топки по ходу продуктів згоряння; α_T – коефіцієнт надлишку повітря на виході з топки.

$$\alpha_{\text{пп}} = 1,45;$$

$$\alpha_1 = 1,475;$$

$$\alpha_2 = 1,55;$$

$$\alpha_{\text{ек}} = 1,65.$$

Розрахуємо теоретичні об'єми повітря і продуктів згоряння:

теоретичний обсяг повітря, м³/кг

$$V_{\text{в}}^0 = 0,0889 \cdot (30,3 + 0,375 \cdot 0) + 0,265 \cdot 3,6 - 0,0333 \cdot 25,1 = 2,81$$

теоретичний обсяг азоту, м³/кг

$$V_{N_2}^o = 0,79 \cdot 2,81 + 0,8 \frac{0,4}{100} = 2,22.$$

теоретичний обсяг трьохатомних газів, м³/кг

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot \frac{30,3 + 0,375}{100} = 0,57.$$

теоретичний об'єм водяних парів м³/кг

$$V_{H_2O} = 0,111 \cdot 3,6 + 0,0124 \cdot 40 + 0,0161 \cdot 5,19 = 0,58$$

Розрахунок середніх характеристик проведено в табличній формі – таблиця 3.1.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
							37
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Розрахунок ентальпій повітря і продуктів згорання

Розрахунок ентальпій повітря и продуктів згорання виконуємо в послідовності:

Розраховуємо ентальпію теоретичного об'єма повітря за формулою кДж/м³,:

$$I_{\text{п}}^{\circ} = V^{\circ} \cdot (c \cdot \vartheta)_{\text{п}},$$

де $(c \cdot t)_{\text{в}}$ – ентальпія 1 м³ повітря для заданої температури [7, по табл. 3.4].

Ентальпія надлишку повітря для всього вибраного діапазону температур, кДж/м³:

$$I_{\text{п}}^{\text{нд}} = (\alpha - 1) \cdot I_{\text{п}}^{\circ}.$$

Ентальпію теоретичного об'єму продуктів згорання визначаємо за формулою, кДж/м³:

$$I_{\text{r}}^{\circ} = V_{\text{RO}_2}^{\circ} \cdot (c \cdot \vartheta)_{\text{RO}_2} + V_{\text{R}_2}^{\circ} \cdot (c \cdot \vartheta)_{\text{R}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ} \cdot (c \cdot \vartheta)_{\text{H}_2\text{O}},$$

де $(c \cdot \vartheta)_{\text{RO}_2}$, $(c \cdot \vartheta)_{\text{R}_2}$, $(c \cdot \vartheta)_{\text{H}_2\text{O}}$ – ентальпії відповідних газів при вибраній температурі [7, табл. 3.4].

Ентальпія продуктів згорання з коефіцієнтом надлишку повітря $\alpha > 1$ визначаємо за формулою, кДж/ м³:

$$I_{\text{r}} = I_{\text{r}}^{\circ} + (\alpha - 1) \cdot I_{\text{п}}^{\circ}.$$

Результати розрахунків зводяться у таблицю 3.2

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							40
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Ентальпія повітря і продуктів згорання

θ, °С	$I_{п}^{\circ}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	$I_{г}^{\circ}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	Газоходи				
			Топка	Пароперегрів	I газохі	II газохі	Економайзе
			$I_{г}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	$I_{пп}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	$I_{I}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	$I_{II}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	$I_{ек}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
30	207	0	0	0	0	0	0
100	690	771	2,8	1082	1099	1151	1220
200	1386	1566	5,9	2189	2224	2328	2466
300	2097	2379	9,2	3323	3375	3532	3742
400	2818	3218	12,5	4486	4557	4768	5050
600	4318	4960	19,5	6903	7011	7335	7767
800	5885	6794	26,7	9443	9590	10031	10619
1000	7474	8705	34,3	12068	12255	12815	13562
1200	9134	10644	42	14754	14983	15668	16581
1400	10811	12650	55	17515	17785	18596	19677
1600	12513	14669	65,3	20300	20613	21551	22803
1800	14210	16719	76	23113	23469	24534	25953

							5
2000	15954	18795	87,5	25975	26374	27570	2916
							6
2200	17698	20899	-	28863	29305	30633	3240
							3

Робоча наявна (располагаемая) теплота прирівнюється до нижчої теплоти згоряння палива:

$$Q_p^p = Q_n^p,$$

тому що $Q_n^p / 0,625 = 10,2 / 0,625 = 16,32$, що більше $W_p = 11\%$.

Тепловий баланс котла складається у формі таблиці 3.3.

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Гідлис.	
Дата	

601-МНТ.10700803.МР

Таблиця 3.5 – Тепловий баланс котла

Найменування величини	Познач	Спосіб визначення величини	Розрахунок
Нижча теплота згоряння палива, кДж/кг	Q_H^p	[10]	10220
Робоча YFZDYF теплота, МДж/кг	Q_p^p	$Q_p^p = Q_H^p$	10220
Втрати теплоти з хімічним недожогом, %	q_3	[16, табл. 4.1].	0,5
Втрати теплоти з механічним недожогом, %	q_4	[16, табл. 4.1].	3,5
Температура газів, що відходять, °С	ϑ_{yx}	за технічними даними	160
Ентальпія газів, що відходять, кДж/кг	H_{yx}	з розрахунку – табл..3.4	1367
Температура холодного повітря,	$t_{x.v}$	приймається	30

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Гідрис.	
Дата	

°C			
Ентальпія холодного повітря при $\alpha=1$ МДж/кг	$I_{x.g}^0$	з розрахунку – табл..3.4	206,6
Коефіцієнт надлишку повітря в газах, що відходять	α_{yx}	$\alpha_{yx} = \alpha''_{\text{эк}}$	1,65
Втрати тепла від зовнішнього охолодження котла,%	q_5	[16, табл. 4.5].	3,8
Коефіцієнт корисної дії котла, %	η_k	$100-(q_2+q_3+q_4+q_5+q_6)$	$100-(4,8+0,5+3,5+3,8+0,66) = 86,7$
Корисно використана теплота, МВт	Q_k	$D_k \cdot (i_{\text{нт}} - i_{\text{ж.в}}) + 0,01 \cdot p \cdot D_k \cdot (h_{\text{кв}} - h_{\text{ж.в}})$	$0,7(2790+377)+0,03 \cdot 0,7(830-377) = 2226,5$
Розрахункова витрата палива, кг/з	B_p	$\frac{Q}{Q_p^p \cdot \eta_k} \cdot (100 - q_4)$	$2226,5 / (19800 \cdot 0,867) = 0,13$
Коефіцієнт збереження тепла	φ	$1 - \frac{q_5}{\eta_k + q_5}$	$1 - 0,038 / (0,908 + 0,038) = 0,96$

601-МНТ.10700803.МР

Розрахунок топки

Конструктивні характеристики

Перевірочний тепловий розрахунок топки полягає у визначенні температури газів на виході з топки і тепловиділення для існуючої конструкції топки котла. Для скорочення розрахунку за кресленнями теплогенератора і за конструктивними характеристиками визначаємо такі величини:

Таблиця 3.6 – Характеристики топки

Найменування величини	Позна ч.	Спосіб визначення	Розрахунок
1. Діаметр екранних труб, м	d	по кресленню	51x2,5
2. Крок екранних труб, м	S	по кресленню казана	55
3. Відстань між екранними трубами й обмуровуванням	l	0,8 d	44
4. Відносний крок екранних труб	-	$\frac{S}{d}$	1,08
5. Відносна відстань між обмуровуванням і екранними трубами	-	$\frac{l}{d}$	0,86
7. Коефіцієнт забруднення екранів	ξ_3		0,6
8. Коефіцієнт теплової ефективності екранів	ψ_3	$x_3 \cdot \xi_3$	0,275
9. Сумарна площа стін топлення, м ²	F _{ст}	по кресленнях	36,4
10. Обсяг топкової камери, м ³	V _т	по кресленнях	10,4
11. Ефективна товщина випромінюючого шару, м	S	$\frac{3.6V_T}{F_{CT}}$	1,03
12. Площа дзеркала горіння, м ²	R _{зг}	Технич. характеристика	2,76

Тепловий розрахунок топки

Метою теплового перевірного розрахунку топки є визначення температури газів на виході з топки ϑ , °С та теплосприйняття в топці випромінюванням $Q_{\text{л}}$, МДж/кг. Температура газів на виході з топки визначається по формулі:

$$\vartheta_m'' = \frac{\vartheta_a + 273}{m \cdot \left(\frac{5,67 \cdot a_r \cdot \varphi_{\text{ср}} \cdot F_{\text{ср}} \cdot (\vartheta_a + 273)^3}{10 \cdot V_p \cdot \varphi \cdot V_c \cdot c_p} \right)^{0,6} + 1} - 273$$

Для визначення температури газів на виході з топки по формулі попередньо треба визначити ступінь чорнти топки a_r і середню сумарну теплоємність продуктів згоряння $V_{\text{ср}}$, кДж/кг·К, але для їхнього визначення треба знати температуру газу на виході з топки.

Таке завдання вирішується методом послідовних наближень. Цей метод полягає в тому, що спочатку приймається температура газів на виході з топки, ϑ_m'' , ступінь чорності топки a_r , середня сумарна теплоємність продуктів згоряння $V_{\text{ср}}$.

Тепловий розрахунок топки вважається виконаним вірно, якщо прийняте і отримане в результаті розрахунку значення температури газів на виході з топки відрізняються один від одного не більше, ніж на $\pm 100^\circ\text{C}$. В іншому випадку треба приймати нове значення температури газів на виході з топки і розрахунок повторити.

Тепловий перевірений розрахунок топки виконуємо у формі таблиці.

Инв № подл	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис.	
Дата	

Таблиця 3.7 – Розрахунок топки

Найменування величини і одиниця виміру	Позна ч.	Спосіб визначення	Розрахунок	Результат
1	2	3	4	5
Об'єм топкової камери, м ³	V _т	конструктивна характеристика	–	10,4
Площа поверхні топки, м ²	F _{ст}	Те ж або 6V _т ^{0,667}	–	36,4
Повна радіаційна поверхня топки, м ²	H _р	- // -	–	16,7
Площа дзеркала горіння	R _{дз}	- // -	–	2,76
Діаметр труб екрана, мм	d	- // -	–	51x2,5
Відстань між осями труб бічних екранів, мм	S _е	- // -	–	55
Відстань від осі труби до поверхні стінки, мм	l	0,8 · d	0,8*51	44

601-МНТ.10700803.МР

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис.	
Дата	

Відносна відстань між осями труб екрана	S_e / d	S_e / d	55/51	1,08
Ефективна товщина випромінюючого шару, м	s	$3,6 * \sqrt{V_T} / F_{ст}$	$3,6 * 10,4 / 36,4$	1,03
Коефіцієнт забруднення	ξ	Приймаємо		0,6
Коефіцієнт теплової ефективності екранів	$\Psi_{ср}$	З Таблиці		0,275
Топкові втрати теплоти, %	q_3	[7, по табл.4.5]		0,5
Кількість теплоти внесеної повітрям	q_4	[7, по табл.4.5]		3,5
	q_6	з табл. 2.3	$0,87 \cdot 26,7$	0,66
	$Q_{пв}$	$\alpha_T I_{не}^o$	$1,45 \cdot 207$	300

601-МНТ.10700803.МР

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис.	
Дата	

Корисне тепловиділення в топці, кДж/ м ³	$Q_T = I_a$	$Q_p \frac{100 - (q_3 + q_4 + q_6)}{100 - q_4} + Q_{не}$	$\frac{19800}{100 - (0.5 + 3.5 + 0.66)} + 300$	19862
Теоретична температура горіння в топці, °С	ϑ_a	I-9- таблиця	—	1568
Температура на виході з топки, °С	ϑ''_T	приймається	—	800
Ентальпія продуктів згоряння, кДж/ м ³	I''_T	I-9- таблиця		9443
Об'ємна доля водяного пару	Γ_{H_2O}	З попередніх розрахунків		0,069
Об'ємна доля трьохатомних газів і водяного пару	Γ_n	-//-		0,187
Сумарна поглинальна	$p_n s$	$p r_n s$, де $p=0,1$ МПа	$0,1 * 0,187 * 1,03$	0,02

601-МНТ.10700803.МР

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис.	Дата

спроможність трьохатомних газів і водяної пари $\text{м} \cdot \text{Па} \cdot 10^5$				
Коефіцієнт ослаблення випромінювання трьохатомними газами, $\text{м} \cdot \text{МПа}^{-1}$	K_T	[7, по номограмі 5.4]		6,5
Коефіцієнт ослаблення променів золувими частками, $\frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}$	$K_{зл}$	[7, по номограмі 5.5]		0,065
Коефіцієнт ослаблення променів коксовими частками, $\frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}$	$K_{\text{кокс}}$	приймається		0,15
Коефіцієнт ослаблення променів топкового	K	$K_T \cdot \Gamma_n + \mu_{зл} \cdot K_{зл} + K_{\text{кокс}}$	$6,5 \cdot 0,187 + 4,37 \cdot 0,065 + 0,15$	1,65

601-МНТ.10700803.МР

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис.	
Дата	

середовища, м·МПа ⁻¹				
Ступінь чорності факела	a_{ϕ}	$1 - e^{-kps}$	$1 - e^{-1,65 \cdot 0,11,03}$	0,156
Ступінь чорноти топки	a_T	$\frac{a_{\phi} + (1 - a_{\phi})R_{\partial z, z}/F_{cm}}{1 - (1 - a_{\phi})(1 - \psi_{cp})(1 - R_{\partial z, z}/F_{cm})}$	$\frac{0,156 + (1 - 0,156)2,76/36,4}{1 - (1 - 0,156)(1 - 0,275)(1 - 2,76/36,4)}$	0,506
Параметр	M	$0,59 - 0,5x_T$	$0,59 - 0,5 \cdot 0$	0,59
Середня сумарна теплоємність продуктів згоряння	$V_{C'cp}$	$(Q_T - I''_T) / (9_a - 9''_T)$	$(19862 - 9443) / (1568 - 800)$	13,57
Параметр	$B_p \cdot Q_T / F_{CT}$	$B_p \cdot Q_T / F_{CT}$	$0,13 \cdot 19862 / 36,4$	70,9
Дійсна температура на виході з топки	$9''_T$	$\frac{T_a}{M \left(\frac{5,57 \cdot \psi_{cp} \cdot F_{cm} \cdot a_T \cdot T_a^3}{10^{11} \varphi \cdot B_p \cdot V \cdot c_{cp}} \right)^{0,6} + 1} - 273$	$\frac{1841}{0,59 \left(\frac{5,67 \cdot 0,275 \cdot 36,4 \cdot 0,506 \cdot 1841^3}{10^{11} \cdot 0,96 \cdot 0,13 \cdot 13,57} \right)^{0,6} + 1}$	870
Ентальпія продуктів згоряння,	I''_T	I-9- таблиця		10362

601-МНТ.10700803.МР

Инв № подл	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис.	
Дата	

Теплосприйняття топки	Q_{T1}	$\varphi \cdot (Q_T - \Gamma'_T)$	9120
Корисне об'ємне тепловиділення в топці, кВт/м ³	q_V	$\frac{B_p \cdot Q_H^p}{V_m}$	247,5

601-МНТ.10700803.МР

Одержана температура газів на виході з топки не перевищує взятую заздалегідь. Розходження складає менш 100°C , тому остаточно беремо $\vartheta_{\text{T}}'' = 870^{\circ}\text{C}$. Корисне тепловиділення в топці також не перевищує допустимої межі.

Розрахунок топки можна вважати закінченим.

Розрахунок конвективної поверхні котла

Основними рівняннями при розрахунку конвективного теплообміну є:

рівняння теплопередачі, кВт

$$Q_{\text{T}} = kH\Delta t_{\text{cp}};$$

рівняння теплового балансу

$$Q_{\text{б}} = B\varphi(I' - I'' + \Delta\alpha \cdot I_n^{\circ}), \text{ кВт}$$

Розрахунок вважається завершеним при виконанні рівності

$$Q_{\text{T}} = Q_{\text{б}}$$

або,

$$k \cdot H \cdot \Delta t_{\text{cp}} = B\varphi(I' - I'' + \Delta\alpha I_n^{\circ})$$

де H – розрахункова поверхня нагрівання газоходу, m^2 . Для водотрубних котлів $H = n \pi \cdot d \cdot l$, м.

Тут n – число труб зовнішнім діаметром d (м) у газоході; l – довжина труб, що відповідає висоті газоходу, м; I' і I'' – ентальпія газів до і після газоходу, прийнята по I - ϑ – діаграмі при даному α ; $\Delta\alpha$ – величина присмокту

холодного повітря в газохід; V і φ - приймається з теплового балансу котла; Δt_{cp} – температурний напір

Попередньо задаємося двома значеннями температури продуктів згоряння після першого газоходу $\vartheta_1' \text{ } ^\circ\text{C}$ і $\vartheta_1'' \text{ } ^\circ\text{C}$, далі виконуємо два паралельних розрахунки для прийнятих значень температур.

За кресленнями теплогенератора визначаємо конструктивні характеристики першого конвективного пучка.

Такі дії виконуємо і при розрахунку другого конвективного пучка.

Розрахунок конвективної поверхні котла проводимо в табличній формі, табл. 2.7 і 2.8

Для скорочення розрахунку за кресленнями теплогенератора і за конструктивними характеристиками визначаємо такі величини:

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		54

Таблиця 3.8 – Характеристики конвективної поверхні котла

Найменування величини	Позначення	Спосіб визначення	Розрахунок
1	2	3	4
1. Характер омивання труб	-	по кресленню котла	поперечний коридор
2. Розташування труб	-	по кресленню котла	коридор
3. Діаметр труб	d	по кресленню котла	0,051
4. Число труб у ряді I і II котельного пучка	z_I	по кресленню котла	9
	z_{II}	по кресленню котла	6
5. Число рядів труб по ходу газів	z_r	по кресленню котла	15
6. Поперечні кроки, м	S_1	по кресленню котла	0,1
7. Поздовжній крок, м	S_2	по кресленню котла	0,1
8. Відносний поздовжній крок труб, м	σ_2	$\frac{S_2}{d}$	$\frac{0,1}{0,051} = 1,96$
9. Живий перетин для проходів газу в I і II котельних пучках, м ²	f_r^I	$1 \cdot b_1 - z_1^I \cdot d$	0,243
	f_r^{II}	$1 \cdot b_2 - z_1^{II} \cdot d$	0,162
10. Ефективна товщина випромінюючого кулі, м	S	$0,9 \cdot d \cdot \left(\frac{4}{\pi} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 - 1 \right)$	0,179

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

601-МНТ.10700803.МР

Таблиця 3.9 – Розрахунок першого конвективного пучка

Найменування величини і одиниця виміру	Позна ч.	Спосіб визначення	Розрахунок	Результат	
1	2	3	4	5	
Поверхня нагрівання, м ²	H ₁	конструктивна характеристика	-	73,6	
Діаметр труб конвективного пучка, мм	d	- " -	-	0,051	
Поздовжній крок, мм	S ₁	- " -	-	0,1	
Поперечний крок, мм	S ₂	- " -	-	0,1	
Поперечна відносна відстань	σ ₁	S ₁ / d	0,1/0,051	1,96	
Поздовжня відносна відстань	σ ₂	S ₂ / d	0,1/0,051	1,96	
Середня площа перетину для проходу газів	f _{кр}	по конструктивних характеристиках	-	0,405	
Температура на вході газів у пучок, °С	θ'	з розрахунку топлення	-	870	
Ентальпія газу, кДж/ м ³	Γ'	- " -	-	44,16	
Температура газів за першим газоходом,	θ ₁ "	прийнята	-	500	300

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис.	
Дата	

601-МНТ.10700803.МР

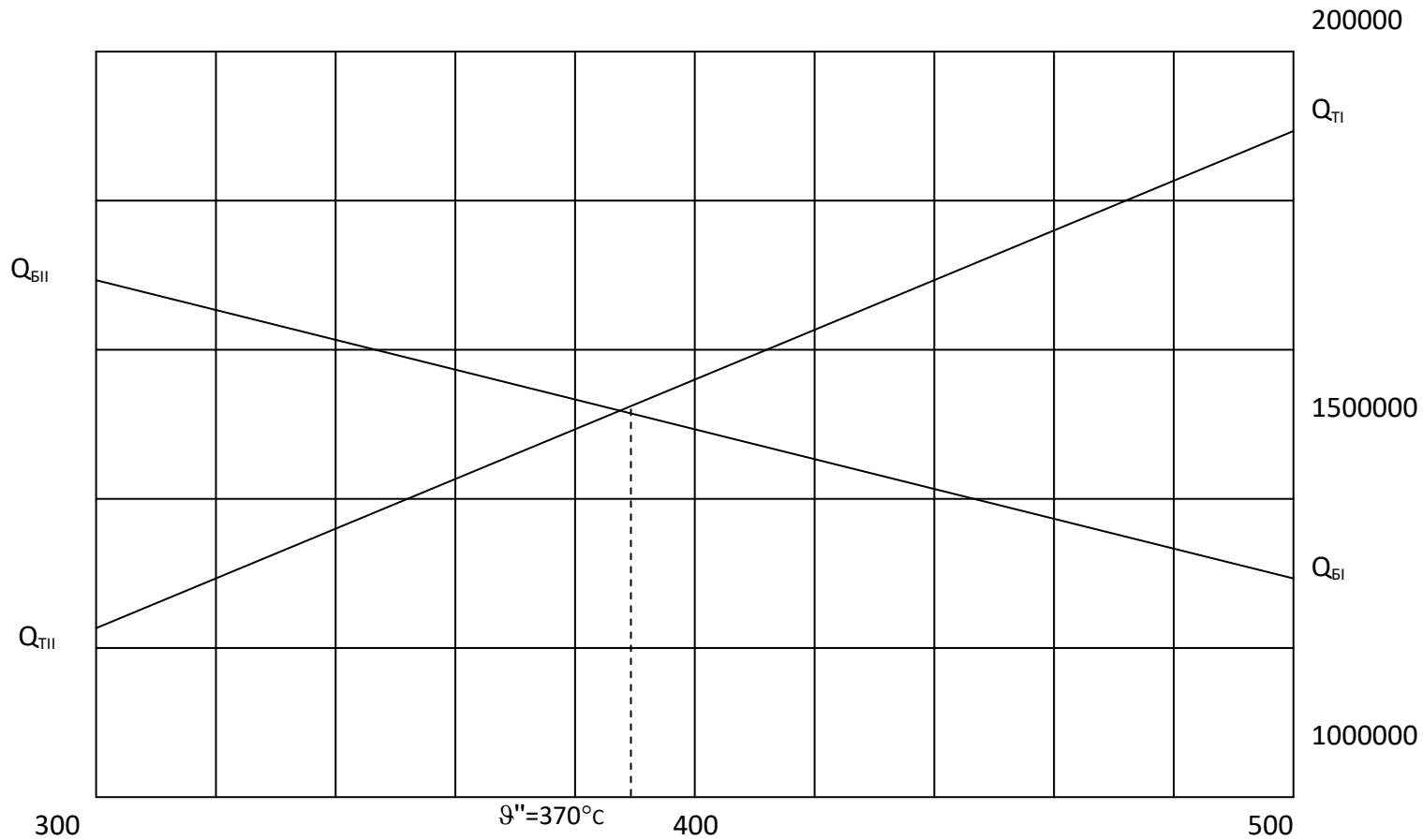


Рисунок - Допоміжний графік для визначення температури продуктів згоряння після першого газоходу

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

601-МНТ.10700803.МР

Таблиця 3.10 – Розрахунок другого конвективного пучка

Найменування величини і одиниця вимірювання	Позначення	Спосіб визначення	Розрахунок	Результат	
1	2	3	4		
Поверхня нагрівання, м ²	F_{II}	конструктивна характеристика	-	73,6	
Діаметр труб конвективного пучка, мм	d	- “ -	-	51	
Поздовжній крок, мм	S_1	- “ -	-	0,1	
Поперечний крок, мм	S_2	- “ -	-	0,1	
Поперечна і поздовжня відносна відстань	δ_1 і δ_2	$s_1/d = s_2/d$	100/51	1,96	
Середня площа перерізу для проходу газів	$F_{IIкр}$	за конструктивними характеристиками	-	0,405	
Температура на вході газів у пучок, °С	ϑ_{II}'	з розрахунку топки	-	370	
Ентальпія газу	Γ'	- “ -	-	4397	
Температура на виході з II газоходу, °С	ϑ_{II}''	прийнята	-	300	200

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

601-МНТ.10700803.МР

Ентальпія, кДж/м ³	I''_{II}	за I-t – таблицею	-	3532	232 8
Теплота, що віддається продуктами згоряння, кДж/м ³	$Q_{бп}$	$\varphi \cdot (I'_{II} - I''_{II} + \Delta\alpha \cdot I^0_{II})$	0,96(4397-3532)+0,1·207; 0,96(4397-2328)+0,1·207.	851	200 7
Середня розрахункова температура газів, °С	ϑ_{cp}	$(\vartheta'_{II} + \vartheta''_{II}) / 2$	(370+300)/2; (370+200)/2.	335	285
Середня швидкість продуктів згоряння, м/с	$W_{г2}$	$V_p \cdot V_r \cdot (\vartheta_{cp1} + 273) / (F \cdot 273)$		15,12	13,9
Об'ємна доля водяного пару	Γ_{H_2O}	За попередніми розрахунками	-	0,0658	
Об'ємна доля трьохатомних газів і водяного пару	Γ_n	-//-	-	0,177	

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

601-МНТ.10700803.МР

1	2	3	4		
Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією, Вт/(м ² ·°С)	$\alpha_{к1}$	$\alpha_{н1} \cdot C_z \cdot C_s \cdot C_{\Phi}$ [7, за номограмою рис.6.1]		89,9	82,9
Сумарна поглинаюча здатність трьохатомних газів і водяної пари м·Па·10 ⁵	$p_n s$	$p_{гн} s$, де $p=0,1$ МПа		0,0032	
Коефіцієнт ослаблення випромінювання трьохатомними газами, м·МПа ⁻¹	$k_{г}$	[7, за номограмою 5.4]		37	40
Сумарна сила поглинання	kps_1	$(k_{г} r_n + k_{зл} \mu_{зл})ps$		0,117	0,127
Температура забрудненої стінки, °С	$t_{сг}$	$t_{н} + \Delta t$		275	
Степінь чорноти газового потоку	a	[7, за номограмою рис. 5.6]		0,11	0,12
Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням, Вт/(м ² ·°С)	$\alpha_{л}$	$\alpha_{н1} \cdot a \cdot C_{г}$ $\alpha_{н1}$ [7, за номограмою рис. 6.4]		4,35	3,38
Сумарний коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² ·°С)	α_1	$\xi \cdot (\alpha_{к} + \alpha_{л})$		56,55	51,77
Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² ·°С)	k_1	$\Psi \cdot \alpha_1$		36,76	33,65

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

601-МНТ.10700803.МР

Температурний напір, °С	Δt_2	$(\vartheta'_{II} - \vartheta''_{II}) / \ln ((\vartheta'_{II} - t_H) / (\vartheta''_{II} - t_H))$		137	47,8
Кількість тепла, сприйнята другим газоходом, кДж/м ³	Q_{T2}	$k \cdot H_{II} \cdot \Delta t_1 / V_p$		2851	910
За графіком визначаємо істинну температуру газів за першим газоходом, °С	ϑ_{II}''	За графіком		238	
Ентальпія газу, кДж/м ³	I''_{II}	за I-t – таблицею		2786	
Дійсна кількість теплоти, кДж/м ³	Q_b	$\varphi(I'_{\phi} - I''_I + \alpha_{k1} \cdot I''_{II})$	0,96(4397-2786)+0,1·207	1567	

Инв. № подл.	Подп. та дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. та дата

Зм.	
Лист	
№ док.м.	
Підпис.	
Дата	

601-МНТ.10700803.МР

Арк.
62

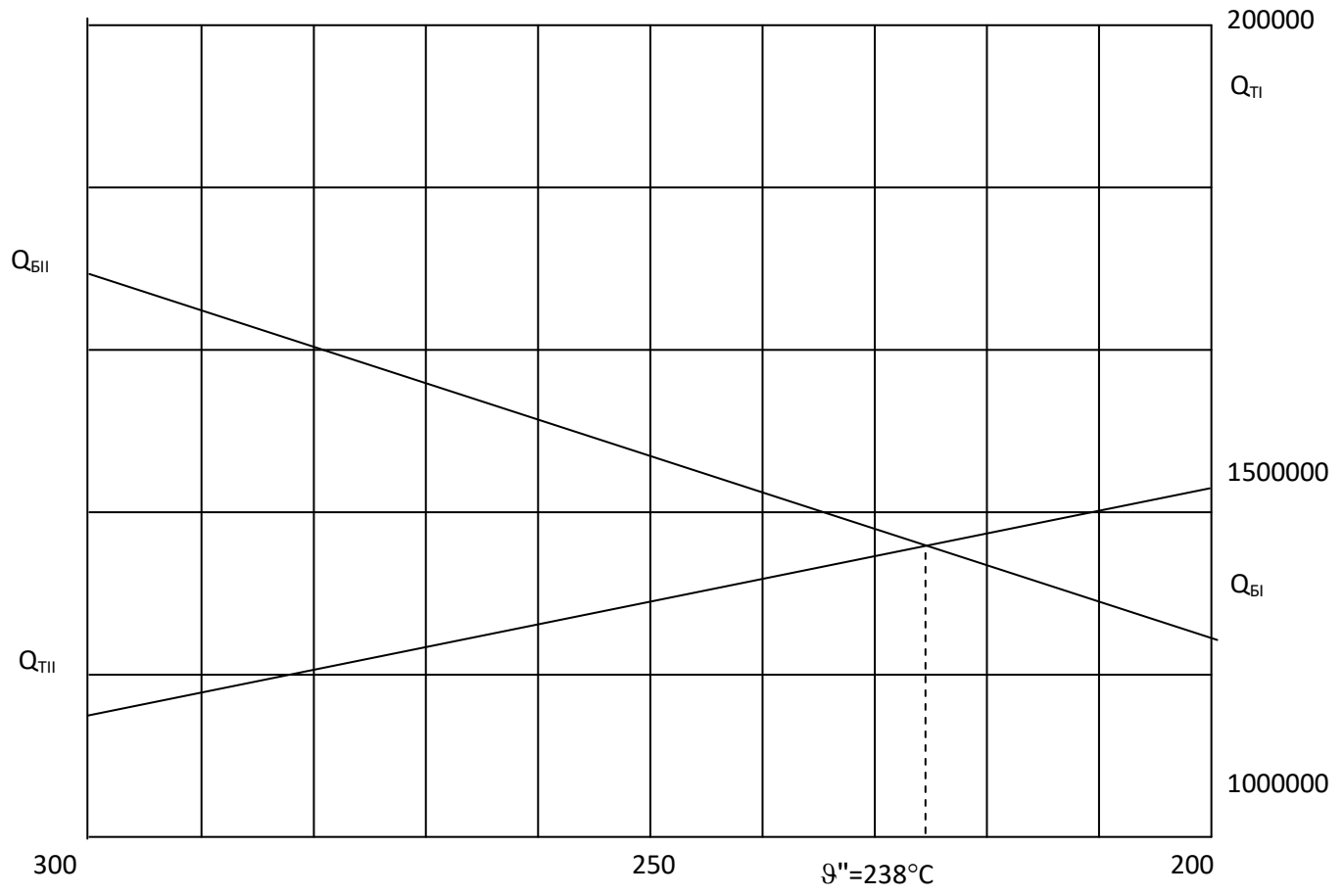


Рисунок 3.2 – Допоміжний графік для визначення температури продуктів згоряння після другого газоходу

Розрахунок водяного економайзера

Водяні економайзери встановлюють для зниження температури газів, що виходять, а отже, для підвищення коефіцієнта корисної дії котельної установки.

У цей час виготовляють тільки один тип водяних чавунних економайзерів - водяні економайзери системи ВТИ. Їх збирають із чавунних ребристих труб різної довжини, що з'єднуються між собою спеціальними фасонними частинами - калачами.

Швидкість газів в економайзері приймають у межах 6...9 м/с, але не менш 3 м/с. Швидкість води в трубах може змінюватися в межах 0,3...1,5 м/с.

Водяні економайзери розраховують у такий спосіб. Спочатку по відомим ентальпіям газів на вході в економайзер ($I'_{вв}$) і на виході з нього ($I_{від}$) визначають тепло сприйняття економайзера по рівнянню теплового балансу

$$Q_{вз} = \varphi B_p (I'_{вв} - I_{від} + I_n^o), \text{ кВт.}$$

Температуру води на виході з економайзера t_e''

Середню швидкість газів в економайзері підраховують по вираженню

$$W_{cp} = \frac{B_p V_r (g_{вв}^{cp} + 273)}{273 \cdot F_{ек}}, \text{ м/с}$$

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							63
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

При цьому живий перетин економайзера $F_{ек} = f_{ек} \cdot m$ вибирають у такий спосіб (набираючи різну кількість труб у горизонтальному ряді), щоб $W_{ср}$ була в межах 6...9 м/с. Тут m - число труб у горизонтальному ряді.

Після цього визначають розрахункову поверхню нагрівання економайзера і число труб

Розрахунок проводимо в табличній формі – Таблиця 3.11.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
							64
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 3.11 – Розрахунок економайзера

Найменування величини, одиниця виміру	Позначення	Спосіб визначення	Розрахунок	Результат
1	2	3	4	5
Температура газів перед економайзером, °C	$\vartheta'_{ек}$	з розрахунку I газоходу	-	238
Ентальпія, кДж/м ³	$I'_{ек}$	по I-t – таблиці	-	2786
Температура газів на виході з економайзера, °C	$\vartheta''_{ек}$	за <u>технічними</u> характеристиками	-	160
Ентальпія, кДж/кг	$I''_{ек}$	- " -	-	1367
Кількість теплоти, віддана газами, кДж/м ³	Q_6	$\varphi \cdot (I'_{ек} - I''_{ек} + \Delta\alpha \cdot I'_{в})$	$0,96 \cdot (2786 - 1367 + 0,1 \cdot 207)$	1383
Ентальпія води після економайзера, °C	$i''_{ек}$	$\frac{B_p \cdot Q_6}{D + G_{сп}} + i'_{ек}$	$((0,13 \cdot 1383) / 2,5 + 0,03) + 377$	448
Температура води в економайзері, °C	$t_{ек}$	$i''_{ек} / 4,1868$	$448 / 4,1868$	107
Перевірка умови не закипання води		$t_{ек} < t_{кип} - 20^{\circ}C$	$107 < 195 - 20$	
Температурний напір, °C	Δt	$(\Delta t_6 - \Delta t_{м}) / \ln(\Delta t_6 / \Delta t_{м})$	$(131 - 70) / \ln(131 / 70)$	97,3
Середня температура газів, °C	$\vartheta_{ср}$	$(\vartheta'_{ек} + \vartheta''_{ек}) / 2$	$(238 + 160) / 2$	199

Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

601-МНТ.10700803.МР

Арк.

65

Перевірочний тепловий баланс теплогенератора

Виконуємо перевірку абсолютної незбіжності теплового балансу, кДж/м³

$$\Delta Q = Q_p^p \cdot \eta - (Q_n + Q_k + Q_{не} + Q_{ек}) \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right),$$

де $Q_n, Q_k, Q_{не}, Q_{ек}$ – кількості теплоти, сприйнятої промене сприймаючими поверхнями нагріву топки, конвективними пучками, пароперегрівником та економайзером.

$$\Delta Q = 19800 \cdot 0,867 - (9120 + 5747 + 1567 + 1383) \cdot (1 - 3,5/100) = 1716,66 - 17193,4 = -26,8 \text{ кДж/м}^3;$$

Перевіряємо відносну незбіжність, %.

$$\frac{\Delta Q}{Q_p^p} \cdot 100\% = < 0,5\%$$

$$\frac{-26,8}{19800} \cdot 100\% = -0,135 < 0,5\%$$

Похибка розрахунку складає менше 0,5% . Розрахунок закінчено.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		66

$$A_1 = 4,19 \frac{7960}{33,5 \cdot 0,92} = 258,3$$

$$A_2 = 4,19 \frac{250}{10,93 \cdot 0,86} = 111$$

Оскільки $A_2 < A_1$, тобто $111 < 258,3$, то можна зрбити висновок про економічну ефективність реконструкції котельні й переходу з природного газу на тріску деревини.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
							68
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.4 Висновки та рекомендації

1. Виконано тепловий перевірочний розрахунок топки. Одержана температура газів на виході з топки становить $\vartheta_t'' = 870^\circ\text{C}$.
2. Розрахунок економайзера
3. тепловий перевірочний розрахунок вартості паливної складової показало наступне співвідношення паливної складової після та до реконструкції $111 < 258,3$, що свідчить про економічну ефективність реконструкції газової котельні й переходу на інший вид палива – тріску деревини.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
							69
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

4.1 Характеристика умов праці

Мікроклімат в приміщенні котельні визначається наступними параметрами:

- швидкість руху повітря,
- відносна вологість,
- температура повітря на робочому місці.

Допустимі умови мікроклімату для робочого середовища приміщення котельні визначаються санітарними нормами та правилами, у них ураховується категорія робіт, період року, характеристика робочого місця для працівника-оператора(машиніста) котельні.

За допустимими мікрокліматичними умовами не мають виходити поза граничні межі температури, швидкості руху повітря та відносна вологість, встановлені в таблиці 4.1 для окремих категорій робіт. Перепад температури повітря по висоті робочої зони для всіх категорій робіт допускається до 3 °С.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							70
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

До того ж в наявності є аварійне освітлення, лампи якого виділяються спеціальними знаками. Аварійне освітлення підживлюється незалежно від джерела енергії (акумулятор, окремий трансформатор). Для огляду обладнання оперативний і черговий персонал має ліхтарі з акумуляторами.

Отже, дипломним проектом передбачені допустимі умови праці для робітників даної котельні.

4.2. Вимоги до території підприємства та облаштування споруд та приміщень.

Приміщення котельні забезпечується системою вентиляції із умови забезпечення 3-кратного повітрообміну за годину і електричним освітленням.

Для безпеки обслуговування та створення належних умов праці в котельнях мають бути передбачені наступні заходи:

- 1) теплоізоляція трубопроводів та обладнання з високими температурами поверхонь для забезпечення виконання умови - температура на поверхні ізоляції не повинна перевищувати 45 °С);
- 2) робоче та аварійне освітлення;
- 3) заземлення металевих корпусів електрообладнання для захисту від ураження електрострумом;
- 4) застосування обладнання з низькими шумовими характеристиками і високим коефіцієнтом корисної дії;
- 5) влаштування системи опалення котельні;
- 6) відвід продуктів згорання через димові труби належної конструкції та якості;
- 7) опалювальні котли і допоміжне обладнання комплектуються необхідними КВПіА та технологічним захистом, включаючи загальний сигнал про несправність в приміщеннях із постійним перебуванням чергового персоналу;

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
							72
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

8) монтаж і експлуатація устаткування проводяться згідно інструкцій до монтажу й експлуатації заводів-виробників та вимог будівельних норм, правил та держстандартів.

4.3. Заходи щодо оптимізації умов праці. Засоби індивідуального захисту працівників

Для створення оптимальних умов праці котельний зал забезпечується системою вентиляції із розрахунку трьохкратного повітрообміну за годину і електричним освітленням.

Для безпеки обслуговування і умов праці важливим заходом є теплоізоляція гарячих трубопроводів й обладнання, забезпечуючи t на поверхні ізоляції $\leq 45^{\circ}\text{C}$.

Для періодичного обслуговування обладнання влаштовується робоче й аварійне освітлення .

Для захисту персоналу від ураження струмом виконується занулення металічних корпусів електрообладнання.

Для захисту від дії шуму використовується обладнання з низькими шумовими характеристиками і високим ККД .

При ремонті котлів широко застосовуються електрифіковані інструменти, робочі місця оснащені загальним і місцевим джерелом освітлення, поширеними технологічними операціями являються електрозварка і термообробка, що підвищує імовірність ураження електричним струмом.

При виконанні електрозварних робіт необхідно виконувати наступні основні правила безпеки:

- зварювальні кабелі повинні мати справну ізоляцію,
- в місцях з'єднання кабелів повинен забезпечуватися щільний контакт,
- кабелі повинні бути захищені .

Теплові випромінювання від нагрітих предметів та устаткування значно впливають на створення несприятливих мікрокліматичних умов у

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							73
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

виробничих приміщеннях. Крім того, теплові (інфрачервоні) випромінювання також впливають на організм людини. Ефективність такого впливу залежить від густини потоку енергії інфрачервоних випромінювань, довжини хвилі, тривалості і зони (області) впливу.

Останній може бути загальним і локальним.

Інтенсивність теплового опромінювання людини від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м^2 у разі опромінення 50% поверхні тіла і 70 Вт/м^2 - у разі опромінення від 25 до 50% та 100 Вт/м^2 - у випадку опромінення до 25% поверхні тіла. Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від відкритих джерел (нагрітий метал, скло, "відкрите" полум'я тощо) не повинна перевищувати 140 Вт/м^2 , при цьому опроміненню не повинно підлягати більше 25% поверхні тіла, і обов'язковим є використання засобів захисту обличчя та очей.

Для забезпечення допустимих параметрів теплових (інфрачервоних) випромінювань в котельній проектом передбачені наступні засоби і методи захисту:

- в котельній виконується тепла ізоляція технологічного обладнання, що має температуру $>45 \text{ }^\circ\text{C}$;
- використання засобів захисту обличчя та очей;
- для поповнення водного балансу персонал отримує підсолену газовану воду з розрахунку 4-5л на зміну;
- обов'язкове забезпечення персоналу спецодягом.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в котельній передбачені наступні засоби:

- для машиніста котлів створене окреме, ізольоване від шуму, приміщення з розміщенням в ньому щитів технологічної сигналізації (щитова);
- службово-побутові приміщення захищені від шуму діючого устаткування глухими стінами;

Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

601-МНТ.10700803.МР

Арк.
74

- застосовуються засоби індивідуального захисту від шуму – протишумні навушники;
- зменшення шуму в джерелі шляхом вдосконалення устаткування і експлуатації його в нормальних режимах.
- вентилятори і димососи встановлюються за котлом біля стіни будівлі, самої віддаленої від робочих місць обслуговуючого персоналу;
- для зниження рівня звукового тиску в газоході і димовій трубі при швидкості потоку понад 15 м/с встановлюються пластинчаті глушники шуму з напівжорсткої мінеральної плити в оболонці із склотканини і перфорованого листа;
- воздуховоди і вентиляційне устаткування приєднуються за допомогою гнучких вставок.

4.4. Пожежна безпека . Характеристика виробництва щодо пожежної безпеки

Для організації правильної експлуатації системи пожежної сигналізації та оповіщення про пожежу необхідно провести навчання чергового персоналу, видані накази про призначення цих осіб.

До нагляду за установками пожежної автоматики та їх обслуговуванням допускаються особи, які пройшли іструктаж по ПТЕ і ПТБ.

Особа, відповідальна та експлуатацію установки АНС, зобов'язана організувати і провести навчання чергового персоналу персоналу з прийняттям заліків.

Черговий персонал повинен знати:

- характеристику обладнання установки і принцип її дії;
- найменування і місцезнаходження захищуваних приміщень;
- порядок виклику пожежної охорони;
- порядок ведення оперативної документації;
- порядок визначення працездатності установки.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
<i>Эм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано літературні джерела щодо видів та характеристик біомаси, вивчено світовий та вітчизняний досвід застосування котлів на біомасі, а також досліджено систему тепlopостачання КП «Тепловодсервіс».
2. Зібрана, досліджена та проаналізована технічна документація котельні КП «Тепловодсервіс» за адресою вул. Гоголя, 181.
3. Виконано креслення плану котельні і вказано маркування всього існуючого обладнання, складено специфікацію.
4. Проаналізовано виробничі дані щодо витрат палива котельнею КП «Тепловодсервіс» за адресою вул. Гоголя, 181 за 2021-2023 р.р.
5. Проведені дослідження свідчать про економічну доцільність та екологічну безпечність використання біомаси в теплогенеруючих установках комунальних підприємств можливість її застосування для підвищення енергоефективності діючих котелень.
6. Паливна складова вартості теплоти при роботі котельні на трісці є приблизно вдвічі меншою, ніж на природному газі, свідчать про економічну ефективність переходу на альтернативне паливо – тріску.
7. У частині охорони праці розглянуто заходи для покращення умов праці, питання пожежної безпеки, засобів захисту працівників та охорони довкілля.

						601-МНТ.10700803.МР	Арк.
							78
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

30. НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. – К: Міністерство соціальної політики України, 2018.

						<i>601-МНТ.10700803.МР</i>	Арк.
							82
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНІ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС» МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ

МЕТА РОБОТИ – аналіз роботи діючої котельні та розроблення заходів для підвищення ефективності її роботи за рахунок використання біомаси.

ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ:

проаналізувати види біомаси та її характеристики як альтернативного палива;

- проаналізувати світовий досвід використання біомаси для генерації теплової енергії в котельнях;
- дослідити технологічне обладнання діючої котельні та проаналізувати показники її роботи;
- побудувати теплову схему котельні;
- виконати креслення газової котельні за адресою вул. Гоголя, 181 в м. Миргород;
- проаналізувати компоновку котельні, розробити технічне рішення для використання на котельні біомаси;
- виконати оцінку економічної ефективності переходу з газового палива на біомасу.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ – котельня за адресою вул. Гоголя, 181 у м. Миргород.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ – підвищення ефективності генерації теплової енергії за рахунок біомаси.

НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ:

- систематизовано інформацію щодо видів біомаси та її енергетичної ефективності;
- досліджено діючу котельню та запропоновано реконструкцію для заміни старого котла на біопаливний аналогічної потужності.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ:

- виконано дослідження перспектив переходу на біомасу в якості палива для генерації тепла на прикладі котельні;
- рекомендується до впровадження на КП "Тепловодсервіс";
- пропонується запровадити результати досліджень у навчальний процес на кафедрі.

					2024	601-МНТ.10700803.МР		
						ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНІ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС» МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив			Шульженко О.О.			Р	1	8
Перевірив			Чернецька І.В.					
						Мета і задачі дослідження		
						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		
Н. контроль			Галк Ю.С.					
Зав. кафедри			Галк Ю.С.					

Погоджено:

Зам. інв. Ні

Підпис і дата

інв. Ні ар.

ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В КОТЕЛЬНЯХ:

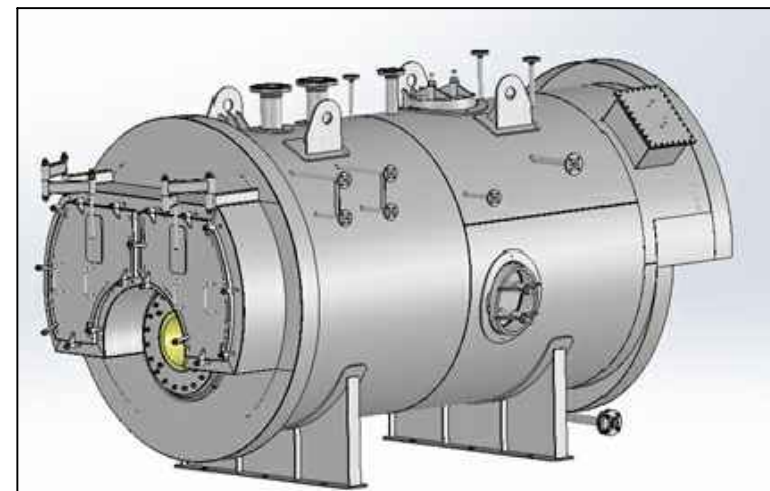
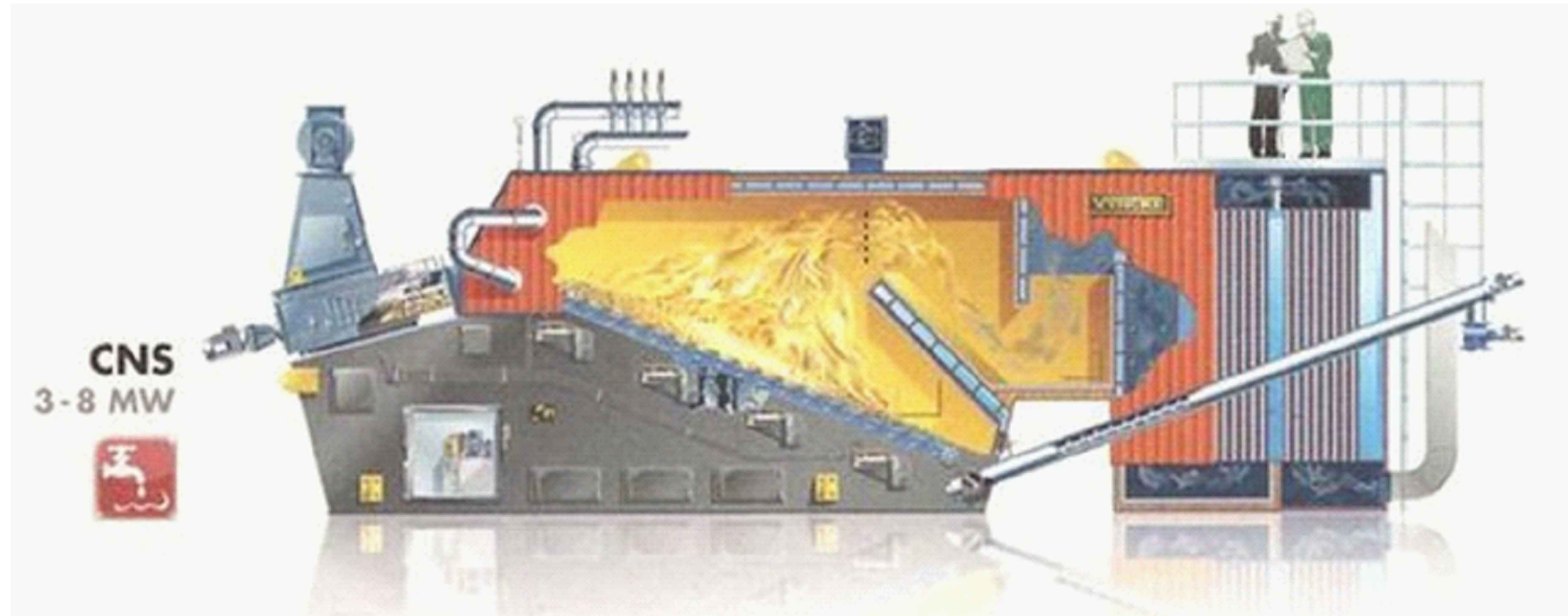
1. Збільшення ККД котельні:
 - Застосування вискоелективних котлів з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД) дозволяє зменшити втрати енергії та оптимізувати споживання палива.
2. Економія палива:
 - Впровадження ефективних технологій спалювання палива, використання відновлюваних джерел енергії, а також розробка оптимальних схем подачі палива може значно зменшити кількість витраченого палива.
3. Зниження втрат теплоти:
 - Теплоізоляція трубопроводів, апаратів і обладнання допомагає зменшити втрати теплоти в процесі передачі і розподілу тепла.
4. Якісна підготовка води:
 - Системи обробки води для живлення парових котлів допомагають уникнути утворення накипу та інших осадів, забезпечуючи більш ефективну роботу котлів.
5. Зниження присосов в топку і газоходи:
 - Оптимізація процесу горіння та впровадження передових технологій дозволяє зменшити викиди і підвищити ККД котельні.
6. Робота по режимній карті:
 - Встановлення оптимальних режимів роботи котельні відповідно до потреб теплоспоживачів.
7. Температурний графік:
 - Регулювання температурного графіку відповідно до реальних потреб і умов.
8. Автоматизація процесів:
 - Впровадження автоматизованих систем керування, які дозволяють ефективно регулювати роботу котельні та знижувати енерговитрати.
9. Режимно-налагоджувальні випробування:

Проведення регулювальних випробувань для оптимізації роботи системи.
10. Перехід на альтернативне паливо.

Погоджено:			
Зам. інв. №			
Підпис і дата			
інв. № ар.			

					2024	601-МНТ.10700803.МР		
						ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНІ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС»		
						МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив				Шульженко О.О.		Р	2	8
Перевірив				Чернецька І.В.				
						Мета і задачі дослідження		
						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		
Н. контроль				Галж Ю.С.				
Заб. кафедри				Галж Ю.С.				

Будова та загальний вигляд котельних установок на біомасі



Погоджено:

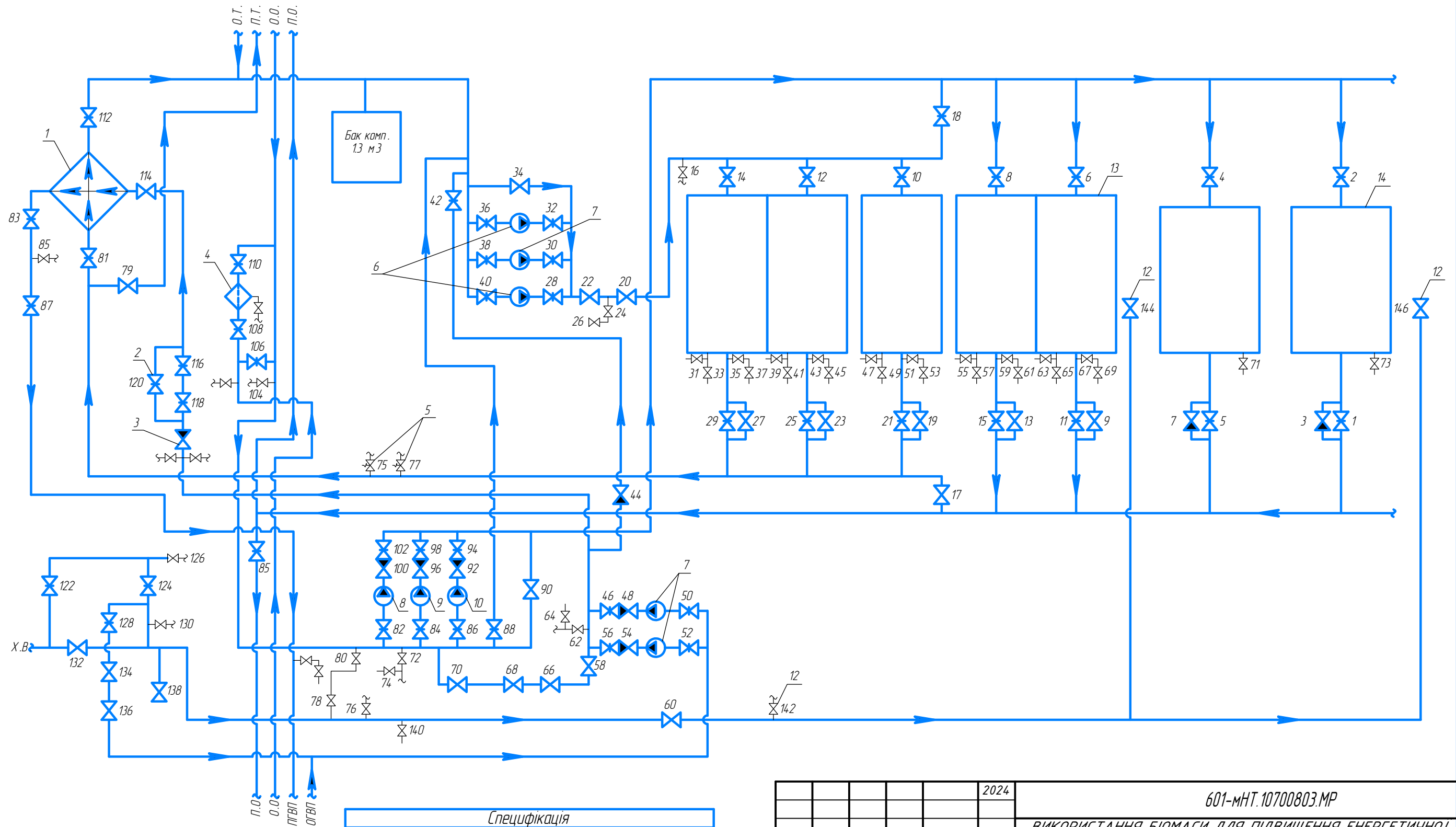
Зам. інв. Ні

Підпис і дата

інв. Ні ар.

					2024	601-МНТ.10700803.МР		
						ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНОЇ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС» МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ		
						Стадія	Аркуш	Аркушів
Зм.								
Кільк.								
Арк. № док.								
Підпис								
Дата								
Розробив						Шульженко О.О.		
Перевірив						Чернецька І.В.		
Н. контроль						Галк Ю.С.		
Зав. кафедри						Галк Ю.С.		
Принципова схема						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		

Теплова схема котельні



Специфікація			
1	Теплообмінник	8	Насос 6 К-12
2	Засувка	9	Насос 6 К-12
3	Зворотний клапан	10	Насос 4 К-12
4	Грязевик	12	Пожарний кран
5	Запобіжний клапан	13	Котел "НІСТу-5"
6	Насос К-45/35	14	Котел ВК-32-15
7	Насос 2К-20/30		

					2024	601-МНТ.10700803.МР		
						ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНОЇ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС»		
						МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив				Шульженко О.О.		Р	4	8
Перевірив				Чернецька І.В.				
Н. контроль						Галік Ю.С.		
Зав. кафедри						Галік Ю.С.		
Теплова схема						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		

Обладнання котельні



Котли ВК-32-1,5



Котли НІСТУ-5



Мережеві насоси

Погоджено:

Зам. інв. №

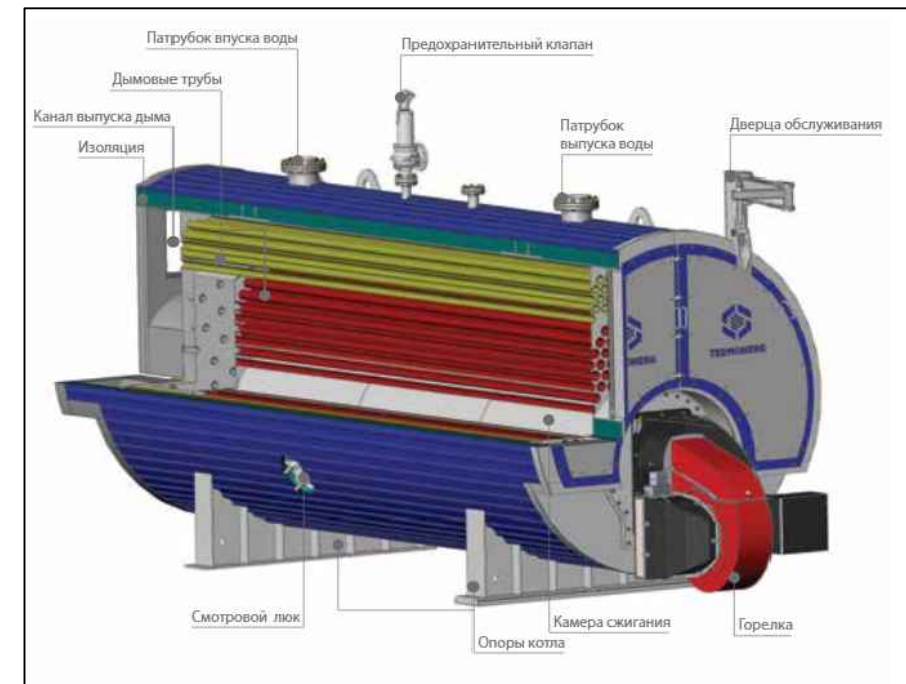
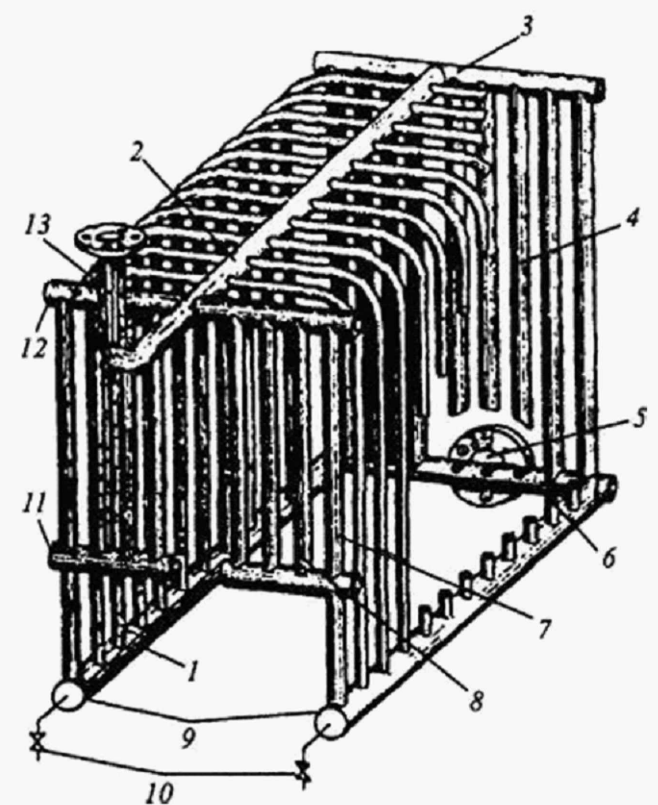
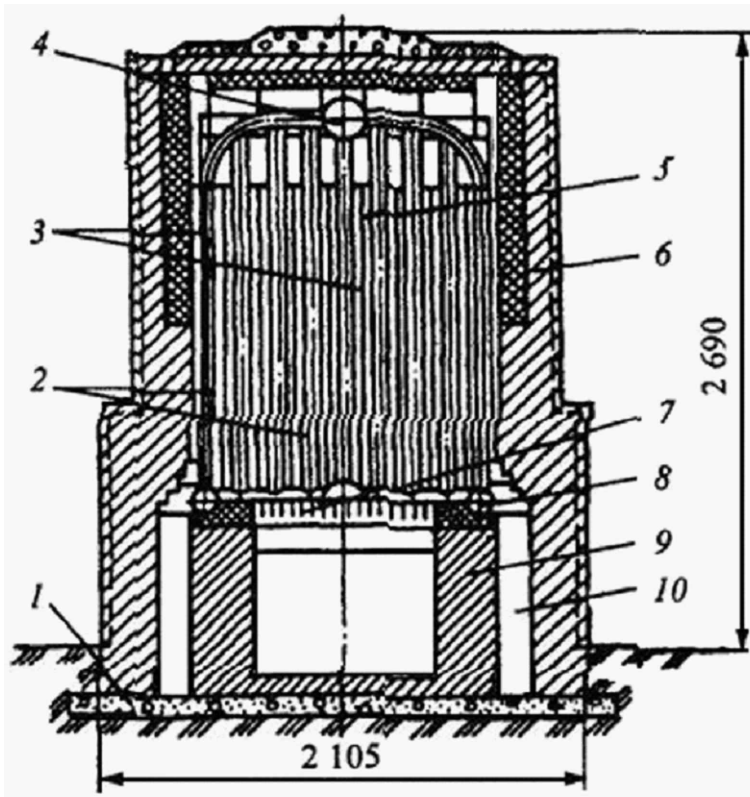
Підпис і дата

інв. № ар.

					2024	601-МНТ.10700803.МР		
						ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНОЇ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС» МІРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ		
Зм.	Кільк.	Арк. № док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шульженко О.О.				Р	5	8
Перевірив		Чернецька І.В.						
Н. контроль		Галк Ю.С.				Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		
Зав. кафедри		Галк Ю.С.						

Параметри роботи котельні

		ГАЗ, м3 2021 рік												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Разом
5	Гоголя, 181-Г	71473	74115	59448	18356	5683	-	-	2063	5180	26847	46874	65793	375832
		ГАЗ, м3 2022 рік												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Разом
5	Гоголя, 181-Г	69276	52509	52523	0	-	-	-	-	-	10594	39303	56922	281127
		ГАЗ, м3 2023 рік												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Разом
5	Гоголя, 181-Г	58383	52939	40000	6984	-	-							158306
Калорійність газу		8419 ккал/м3												



Котли НІСТУ-5

Погоджено:

Зам. інв. №:

Підпис і дата:

інв. № ар.:

					2024	601-МНТ.10700803.МР		
						ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНОЇ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС» МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив				Шульженко О.О.		Р	7	8
Перевірив				Чернецька І.В.				
Н. контроль				Галк Ю.С.		Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		
Зав. кафедри				Галк Ю.С.				

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано літературні джерела щодо видів та характеристик біомаси, вивчено світовий та вітчизняний досвід застосування котлів на біомасі, а також досліджено систему тепlopостачання КП «Тепловодсервіс».
2. Зібрана, досліджена та проаналізована технічна документація котельні КП «Тепловодсервіс» за адресою вул. Гоголя, 181.
3. Виконано креслення плану котельні і вказано маркування всього існуючого обладнання, складено специфікацію.
4. Проаналізовано виробничі дані щодо витрат палива котельнею КП «Тепловодсервіс» за адресою вул. Гоголя, 181 за 2021-2023 р.р.
5. Проведені дослідження свідчать про економічну доцільність та екологічну безпечність використання біомаси в теплогенеруючих установках комунальних підприємств можливість її застосування для підвищення енергоефективності діючих котелень.
6. Паливна складова вартості теплоти при роботі котельні на трісці є приблизно вдвічі меншою, ніж на природному газі, свідчать про економічну ефективність переходу на альтернативне паливо - тріску.
7. У частині охорони праці розглянуто заходи для покращення умов праці, питання пожежної безпеки, засобів захисту працівників та охорони довкілля.

Погоджено:			
Зам. інв. №			
Підпис і дата			
інв. № ар.			

					2024	601-МНТ.10700803.МР		
ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНОЇ КП «ТЕПЛОВОДСЕРВІС»						МИРГОРОДСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив				Шульженко О.О.		Р	8	8
Перевірив				Чернецька І.В.				
Н. контроль				Галк Ю.С.		Висновки		
Заб. кафедри				Галк Ю.С.		Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		