

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

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра

на тему : Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні

Виконав: студент 6 курсу,
групи 601 НТ
спеціальності

144 Теплоенергетика

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Річка Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Писаренко В.П.

(прізвище та ініціали)

Допустити до захисту:

завідувач кафедри "Теплогазопостачання,
вентиляції та теплоенергетики"

Голік Ю.С.

" 22 " 05

к.т.н., проф. Голік Ю.С.

2025 р.

Полтава - 2025 року

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

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

Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 144 - Теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової комісії Голік Ю.С.

Голік Ю.С.
" 03 " 09 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Річка Дмитро Олегович

Тема проекту Біоенергетичні технології утепло- та гарячомуводопостачанні

1. Керівник проекту Голік Ю.С. к.т.н.професор.

затверджені наказом вищого навчального закладу №818-фа від " 09 " 08 року 2024

2. Строк подання студентом роботи 02.01. 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.Аналіз використання біопалива в якості основного палива; 2.Розрахунок теплової потужності котельні; 3Підбір та розрахунок обладнання біогазової котельні котельні ;

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання 13.04. 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виробництво та використання біопалива	13.09 – 27. 09 2024 р.	
2	Розробка проекту котельні що працює на біогазі	28.09 – 10. 10 2024 р.	
3	Розробка системи паливостачання котельні	10.12 – 1.01 2025 р.	

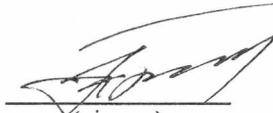
Студент


(підпис)

Річка Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту


(підпис)

Писаренко В.П.

(прізвище та ініціали)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
магістра

на тему: «Реконструкція котельні з використанням альтернативних
видів палива».

Полтава– 2024 року

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЦТВО ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА	8
1.1 Світові тенденції використання біопалива	8
1.2 Виробництво біогазу.....	18
1.3 Сировина для виробництва біогазу.....	22
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ КОТЕЛЬНОЇ	26
2.1 Аналіз та застосування блочних котелень	26
2.2 Загальні дані	28
2.3 Конструктивні рішення блочної котельні.....	28
2.4 Розрахунок огорожувальних конструкцій котельні	30
2.5 Система вентиляції приміщень	33
2.6 Розрахунок температурного графіка тепломережі	34
2.7 Складання та розрахунок теплової схеми	35
2.8 Гідравлічний розрахунок мережі теплопостачання	40
2.9 Підбір котельних агрегатів	41
2.7 Розрахунок теплових втрат при транспортуванні теплоносія.....	38
2.8 Витрата тепла на власні потреби котельні.....	40
2.9 Вибір котлів	44
2.10 Підбір паликових пристроїв	46
2.11 Розрахунок та підбір теплообмінних апаратів	50
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ПАЛИВА ТА ГАЗОПОСТАЧАННЯ	56
3.1 Газопостачання	56
3.2 Визначення теплотворної здатності газової суміші.....	57

						601-НТ-11393313.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Річка Д.О.				Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні	Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.	Писаренко В.П.						4	77
Реценз.						НУПП ім Ю.Кондратюка		
Н. Контр.	Голік Ю.С.							
Затверд.								

3.3 Визначення теоретичної кількості повітря, необхідного для спалювання газу	57
3.4 Гідравлічний розрахунок газопроводів.....	62
3.5 Підбір регулятора тиску газу	64
3.6 Природоохоронні заходи	67
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИЙ ДЖЕРЕЛ	75

					601-НТ-11393313.ДП			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Річка Д.О.</i>			<i>Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрюків</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Писаренко В.П.</i>					5	77
<i>Реценз.</i>						<i>НУПП ім Ю.Кондратюка</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Голік Ю.С.</i>						
<i>Затверд.</i>								

ВСТУП

На сьогодні в Україні будівництво нових промислових та енергетичних об'єктів має стратегічне значення, оскільки будь-який час, в будь-якій економічній ситуації існує ряд галузей, без розвитку яких неможливе нормальне функціонування національної економіки, неможливо забезпечити необхідні санітарно-гігієнічні умови. До таких галузей належить енергетика, яка забезпечує комфортні умови життя населенню як вдома, так і на роботі.

Поряд з великими виробничими, промисловими та опалювальними котельнями потужністю сотні тон пари на годину або сотні МВт теплового навантаження встановлено велику кількість котельнь з агрегатами до 1 МВт і працюють практично на всіх видах палива.

Однак саме з паливом є найбільша проблема.

Ринок теплової енергетики в Україні є одним з найбільших в Європі. На жаль, диверсифікація видів палива, що використовуються для виробництва теплової енергії, просувається дуже повільно. На вугільне паливо досі припадає майже 74% палива, що використовується в джерелах тепла. В основному це пов'язано з доступністю і ціною сировини, а також з тим, що переважна більшість діючих теплових електростанцій були спроектовані і побудовані в 1970-1980-х роках як вугільні теплові електростанції [3–5].

Різноманіття видів палив, що використовуються для виробництва теплової енергії, дещо більше серед підприємств, що виробляють тепло в когенерації. У цій групі компаній також переважає вугільне паливо, але 30,6% – це інші види палива, у тому числі 6,7% мазуту, 8,5% природного газу та 9,1% біомаси.

Раціональне використання відновлювальних джерел енергії є одним з найважливіших елементів сталого розвитку в Україні[1].

Кількість вугілля, його вид і якість безпосередньо впливають на роботу котла, ефективність вироблення тепла, процес горіння, а отже, і на кількість

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

викидів забруднюючих речовин. Високий рівень забруднення виділяється при нормальній роботі вугільних котлів, а також в умовах, відмінних від нормальних, тобто коли котел працює нижче номінальних навантажень при низькій потребі в теплі від споживачів. Кількість виробленої енергії змінюється протягом року через, в тому числі, погодні умови. Тут є літній сезон і опалювальний сезон. Літній сезон настає поза опалювальним сезоном, коли, наприклад, на опалювальній станції працює один котел, що виробляє тепло з метою приготування гарячої води для побутових потреб, іноді використовуючи лише 10% від номінальної потужності. Протягом опалювального сезону станція покриває потребу в теплі для опалення та виробництва гарячої води для побутових потреб, виходячи на номінальну потужність при низьких температурах зовнішнього повітря [6–9].

У зв'язку з деградацією природного середовища, а зокрема забрудненням повітря, одним з основних елементів енергетичної політики багатьох країн, в тому числі і Польщі, є підвищення ефективності використання палива та енергії. Це стосується і збільшення частки відновлюваних видів палива в енергетичному балансі [7,10,11]. Одним з технологічних рішень для реалізації цих видів палива є спільне спалювання вугілля та біомаси в існуючих енергетичних котлах. Збільшення частки відновлюваних джерел енергії в структурі палива позитивно вплине на загальне поліпшення природного середовища [12–14].

Вплив забруднюючих речовин які містяться в продуктах згорання будь-якого палива, що утворюються в процесі горіння, на навколишнє середовище і здоров'я людини є предметом багатьох наукових досліджень і публікацій [5,13,15–18]. Опалювальні котли, що працюють в умовах змінних навантажень (відмінних від нормальних), генерують більш високу одиницю викиду шкідливих забруднюючих речовин. Метою роботи було дослідження впливу кількості біомаси в процесі спільного спалювання на ефективність котла та викиди окремих газових забруднювачів.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЦТВО ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА

1.1 Світові тенденції використання біопалива

Особливість використання біомаси в енергетиці визначається її неоднорідністю, а також різноманіттям способів отримання енергії [2]. Біопаливо може бути різним твердим (наприклад, деревна тріска, пелети, солома), рідким (наприклад, біоетанол, біодизель) та газоподібним (біометан). У ЄС він також включає органічно розкладану частину муніципальних відходів. Із загального обсягу більше 2/3 становить тверда біомаса, рідке біопаливо та біогаз, представлені переважно деревним опаленням та відходами рослинництва, припадає відповідно 12% та 13%, а на органічну частину побутових відходів – 7% (рис. 1).

Історично склалося так, що біопаливо використовується в домашніх господарствах вже давно, але з початком державного стимулювання відновлюваної енергетики з'явився поштовх до його використання в промислових масштабах. Збільшення частки відновлюваної енергетики в енергетичному секторі є одним із найважливіших напрямів екологічної політики ЄС. 2009/28/ЄС [3] (пізніша версія 2018/2001 [4]), держави-члени встановлюють індивідуальні цілі щодо частки відновлюваної енергетики в енергетичному секторі, яка має бути досягнута до 2020 року (20% для ЄС в цілому), а також загальну ціль у 32% для ЄС в цілому до 2030 року. Біопаливо, його застосування та значення в кожній з цих трьох сфер різні. Також важливо враховувати неоднорідність енергетичних економік країн ЄС, що впливає на відмінності у використанні біопалива.

Біомаса в електроенергетиці. У європейській електроенергетиці біомаса в основному використовується для виробництва електроенергії на теплових електростанціях (ТЕС). У ЄС в цілому частка біопалива у виробництві біопалива наразі становить

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

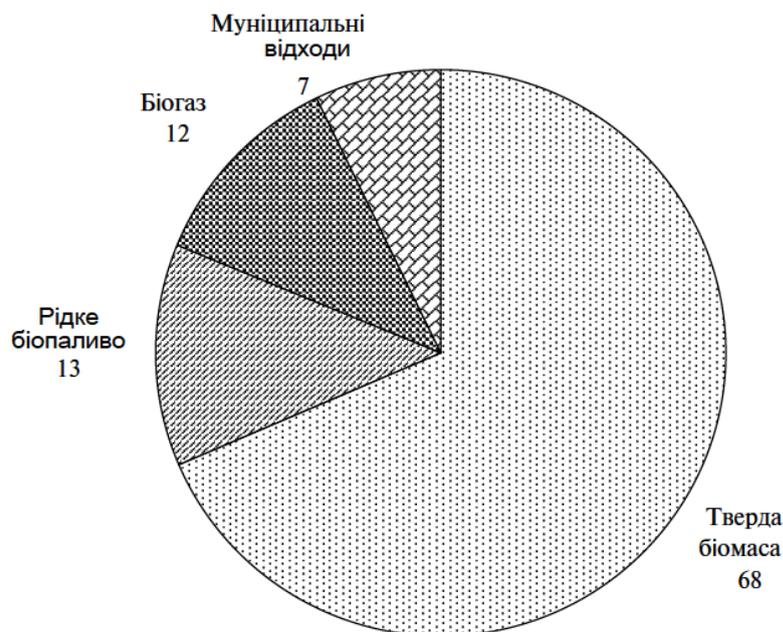


Рис.1 ЄС: види біопалива у валовому внутрішньому споживанні енергії, 2020 р., %

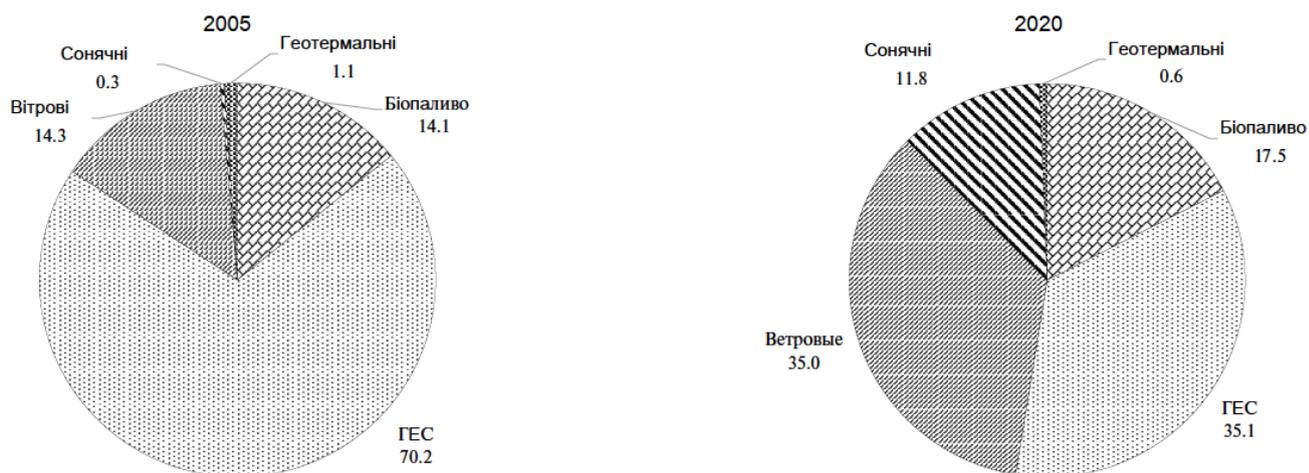


Рис.2 ЄС: внесок різних видів відновлюваної енергетики у виробництво «зеленої» електроенергії, 2005 та 2020 рр., %

Біопаливо є третім за важливістю джерелом енергії (17%) після гідроенергетики та енергії вітру. У 2005 році, до енергетичного переходу, біоенергетика становила 14% (рис. 2). а також у країнах Балтії, добре розвинені у Великій Британії, Німеччині, Угорщині та Бельгії. А в ряді країн (Греція, Кіпр, Мальта, Румунія, Франція) його частка в генерації не перевищує 1%, що

обумовлено як кліматичними особливостями, так і наявністю відповідних ресурсів. Біоенергетика найбільш затребувана в Північній та Північно-Східній Європі, де є достатні ресурси, а відносно холодний клімат спричиняє значну потребу в опаленні.

У цілому в ЄС більше половини (53%) припадає на тверду біомасу, 32% – на біогаз, 12 % – на відновлювані побутові відходи і лише 3% – на рідке біопаливо. У більшості країн (Бельгія, Болгарія, Данія, Естонія, Іспанія, Латвія, Литва, Люксембург, Угорщина, Австрія, Польща, Португалія, Словаччина, Фінляндія, Sweden, Great Britain), частка твердого біопалива (переважно деревних пелет та інших видів деревного палива) коливається від 60 до 94%. За абсолютними обсягами лідирують Великобританія (23,5 ТВт·год), Фінляндія (11,8 ТВт·год), Німеччина (10,8 ТВт·год) та Швеція (10,2 ТВт·год).

Рідке біопаливо використовується в значних кількостях тільки в Італії. Є країни, де біогаз переважає над твердою біомасою: Німеччина, Чехія, Греція, Хорватія, Мальта, Кіпр. При цьому

в Італії, Латвії, Словенії та Словаччині частка біогазу перевищує третину. За обсягами виробництва електроенергії на біогазі Німеччина випереджає всі країни (33,4 ТВт·год).

Майже 3/4 біогазу виробляється з сільськогосподарських культур, що визначає одну зі структурних відмінностей між твердим біопаливом та біогазовою генерацією – середній розмір та кількість підприємств. Якщо на перших працюють досить великі електростанції та теплоцентралі, то біогаз виробляється і спалюється на генераторних установках невеликих сільськогосподарських підприємств. Наприклад, в Німеччині його виробляють і спалюють 9,5 тисяч дрібних фірм від загальної кількості створених потужністю 4,8 ГВт, тоді як ТЕС на твердій біомасі – менше 500 при загальній встановленій потужності 1,5 ГВт [5].

З 2005 року обсяг електроенергії, виробленої в ЄС за допомогою біопалива, зріс майже в 3 рази (для порівняння: вітрова енергетика – в 5 разів, сонячна

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

генерація – в 87 разів, а генерація на гідроелектростанціях практично не зростає.
Об'єкт

Необхідно поступово заміщати теплові електростанції на вуглеводнях, насамперед на вугіллі, генерацією відновлюваних джерел енергії [6].

закрити вугільні теплові електростанції до 2030 року.

Однак багато вугільних електростанцій Європи є сучасними, високоефективними. Деякі з них були побудовані зовсім недавно. Наприклад, у Нідерландах у 2015 та 2017 роках було введено в експлуатацію дві теплові електростанції загальною потужністю 2,7 ГВт. Їх передчасне закриття означатиме втрату близько 4 млрд євро інвестицій.

Спільне спалювання 10–30% біомаси з вугіллям не передбачає серйозної модернізації, але може покращити екологічні показники [7]. Повноцінна конверсія на біомасу потребуватиме додаткових інвестицій, але збереже як електростанцію, так і транспортну та електромережеву інфраструктуру, яку вона використовує. Драх, найбільша теплова електростанція у Великій Британії, загальною встановленою потужністю 3,9 ГВт, 4 з 6 енергоблоків у 2014–2018 рр. У Нідерландах ТЕС Maasvlakte 3 з 2019 року спалює до 30% біомаси за рахунок вугілля.

Наступна проблема: заміна традиційних теплових електростанцій вітровою та сонячною генерацією створює серйозні труднощі для балансування енергетичних систем. У традиційній схемі більшість установок працюють в режимі базового навантаження, а інші гнучко реагують (маневруючи) на пікові коливання попиту (генерація слідує за попитом). Однак у випадку з вітром і сонцем виробництво електроенергії стає менш контрольованим через його залежність від зовнішніх факторів. Поки що безперебійна робота енергетичної системи, що повністю складається з вітрових і сонячних електростанцій, неможлива [8]. Рішення можуть надати теплові електростанції на біомасі, які здатні як працювати в режимі стабільного базового навантаження, так і за

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідності збільшувати генерацію для покриття пікових навантажень. Таку маневреність забезпечують не тільки великі теплові електростанції на твердій біомасі, а й малі біогазові установки. У Німеччині для них це обов'язкова умова, якщо їхні власники хочуть брати участь у тендерах на субсидії.

Біомаса в теплопостачанні. На теплопостачання припадає близько половини всього кінцевого споживання енергії в Європі, а пов'язані з ним викиди парникових газів, за різними оцінками, становлять близько 1/3 всіх викидів [9]. Декарбонізація теплопостачання забезпечується насамперед за рахунок використання біопалива. На його частку припадає 87% всього тепла, виробленого з відновлюваних джерел енергії, а в централізованому теплопостачанні – 96%. У свою чергу, 73% всієї біомаси, що використовується в енергетиці, використовується в теплопостачанні. Це пов'язано з тим, що інші низьковуглецеві технології, такі як геотермальні або сонячні, не застосовні для виробництва тепла. Що стосується широко розрекламованих теплових насосів, то їх частка поки що дуже невелика (2,3%).

Слід зазначити, що у зв'язку з фізико-географічними чинниками в різних європейських регіонах споживання тепла суттєво відрізняється, різняться і підходи до забезпечення теплопостачання. У Скандинавії та Балтійському регіоні частка централізованого теплопостачання висока, тоді як у Південній Європі основою є індивідуальне опалення. Коли виробництво теплової енергії зосереджено у відносно невеликій кількості ТЕЦ і котелень, простіше здійснити заходи щодо їх переведення в чисті джерела. Відповідно, найвищий рівень екологізації теплопостачання спостерігається у Швеції (65%), Латвії (56), Фінляндії (55), Естонії (54), Данії (47) та Литві (46%), чого вдалося досягти за рахунок переведення вугільних котлів та опалювальних установок на біопаливо.

Данія входить до числа лідерів у процесі декарбонізації. Цілі залучення частки відновлюваних джерел енергії

В енергетиці вона досягла 30% до 2015 року завдяки активному розвитку

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вітрової та сонячної генерації, а разом з тим і завдяки поступовому перетворенню вугільної когенерації на біомасу. Данія планує остаточно позбутися вугілля до 2030 року, при цьому в рамках довгострокової екологічної політики споживання природного газу також зменшується у виробництві теплової енергії (рис. 3). що становить близько 3 млн т нафтового еквіваленту.², відбувся лише перерозподіл джерел її виробництва на користь біомаси.

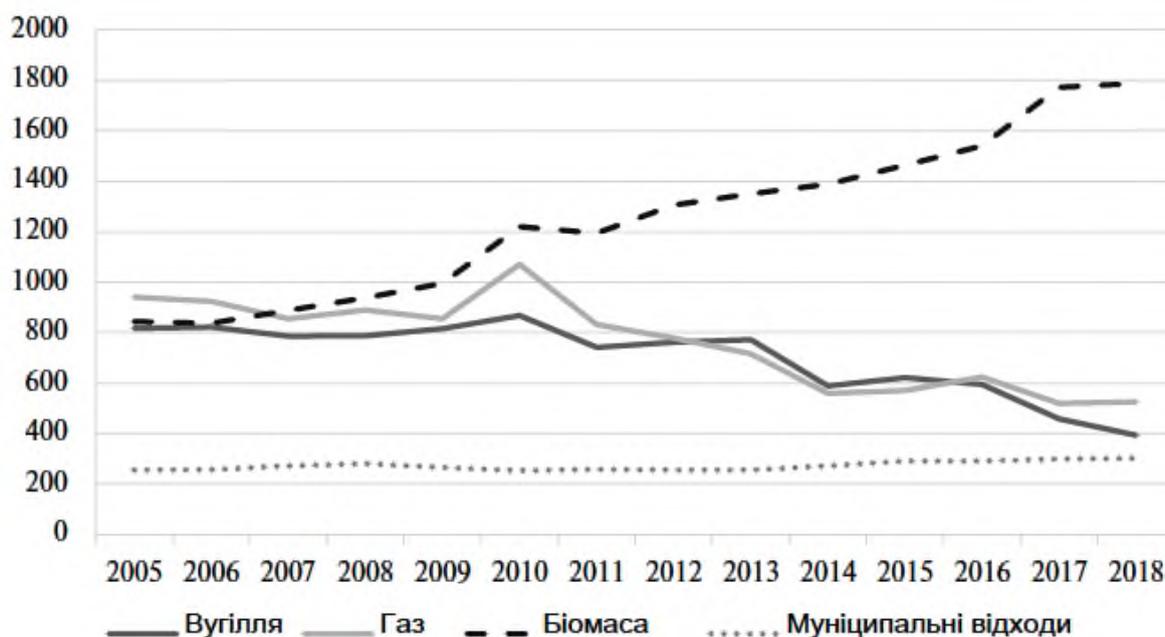


Рис. 4 Виробництво теплової енергії в Данії за видами палива, тис. тонн нафтового еквіваленту

В цілому рівень споживання біопалива в теплопостачанні в Європейському Союзі зріс більш ніж удвічі в порівнянні з 2005 роком, в такій же пропорції зріс попит на тверду біомасу, а обсяг спожитого біогазу збільшився в 6 разів (рис. 4).

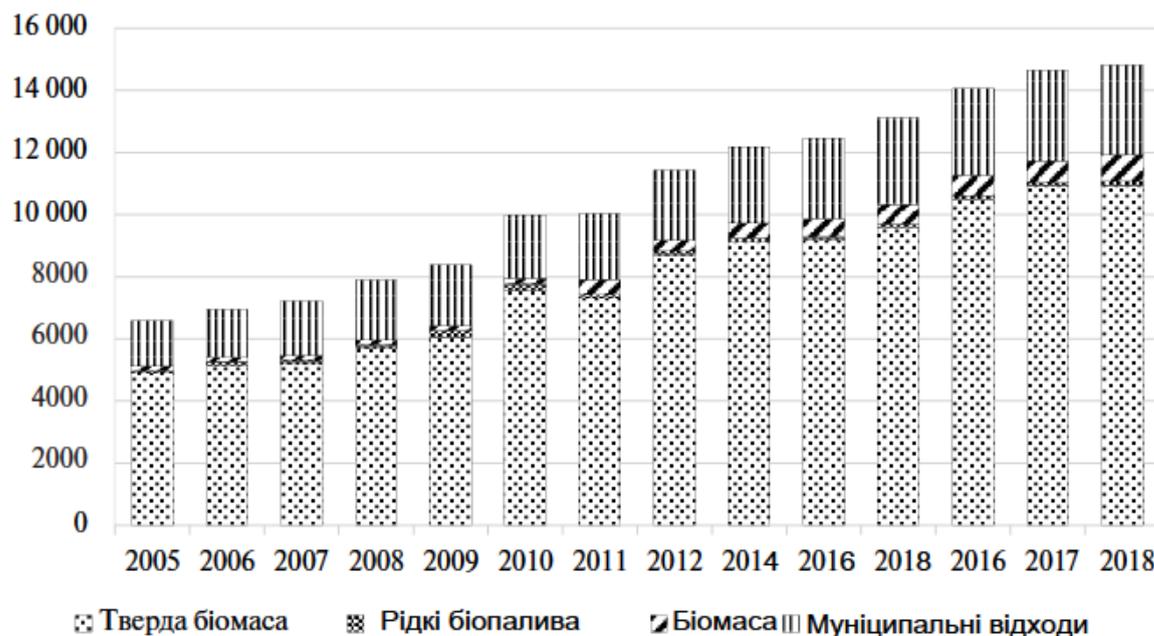


рис. 4. Динаміка споживання біопалива при виробництві теплової енергії в ЄС, 2005–2018 рр., тис. тонн нафтового еквіваленту

Крім виробництва тепла в когенераційних установках і великих котельнях, біомаса широко використовується в індивідуальному опаленні як житлового, так і комерційного секторів. Різноманітні програми стимулювання заміни старого котельного обладнання призвели до значного збільшення використання невеликих котлів на деревних пелетах. Централізоване теплопостачання поширене лише у Північній та Східній Європі. В цілому по ЄС кінцеве споживання домогосподарствами на опалення (на додаток до виробленого тепла) у 2018 році склало близько 42 млн тонн нафтового еквіваленту.

Говорячи про біомасу в електро- та теплопостачанні ЄС, не можна не згадати про її роль у циркулярній економіці, яка є одним із пріоритетів економічної політики ЄС. Кращим рішенням є використання енергії, яку вони містять. Екологічна політика ЄС визнає наявність у муніципальних відходах біорозкладного компонента, який враховується у складі твердої біомаси для розрахунку екологічних показників в енергетичному секторі.

За даними Конфедерації європейських заводів з переробки відходів в енергію

(SEWER), основні потужності муніципальних електростанцій з переробки відходів в даний час зосереджені у Франції, Німеччині та Великобританії. На них припадає більше половини загальної потужності ЄС, ще чверть припадає на Швецію, Нідерланди та Італію. Так, на шість країн ЄС припадає 3/4 загального парку електростанцій, що працюють на побутових відходах. Однак їх внесок у загальне виробництво електроенергії та тепла невеликий. Частка виробленої ними електроенергії в кінцевому споживанні становить лише близько 1% [10]. Перетворення біовідходів в енергію дозволяє, з одного боку, зменшити обсяг їх захоронення відходів, а з іншого – використовувати енергію, яка в іншому випадку була б втрачена.

Біопаливо на транспорті. Екологізація транспорту є найбільш відсталим напрямком декарбонізації енергетики. Якщо у 2018 році частка відновлюваної енергетики в електроенергетиці та теплопостачанні в цілому становила 32,06 та 19,69% відповідно, то у транспортному секторі цей показник становить лише 8,03% з метою 10% до 2020 року. На Чехію, Данію, Іспанію, Польщу, Румунію, Словенію, Велику Британію та Люксембург припало менше 7%. Причому ці значення були розраховані Євростатом за спеціальною методикою відповідно до Директиви про відновлювану енергетику, яка передбачає використання мультиплікаторів для окремих видів біопалива, зокрема біопалива другого покоління. Таким чином, фактичні показники частки екологічно чистих видів палива в транспортному секторі ще нижчі (не більше 6% в цілому по ЄС).

Є кілька перспективних напрямків декарбонізації.

- Транспорт
- Енергетика

Особлива увага приділяється розробці електромобілів, які мають дати можливість використовувати потенціал відновлюваної електроенергії. Однак значного прогресу в цьому напрямку поки що не досягнуто з низки причин. До сих пір 80% всієї відновлюваної електроенергії, що використовується в

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

транспорті, споживається залізницею. По суті, єдиною екологічно чистою технологією, яка ефективно використовується в даній сфері, є використання рідкого біопалива, як в суміші з нафтопродуктами, так і в чистому вигляді. На їх частку припадає 89% всієї зеленої енергії, що використовується на транспорті. У 2018 році кінцеве споживання біопалива в ЄС склало

16,6 млн тонн нафтового еквіваленту (5% від загального кінцевого енергоспоживання на транспорті). Основними видами споживачів є біодизель (15,5 млн тонн у 2018 році) та біоетанол (4,2 млн тонн), переважно вироблені в самих країнах ЄС, на імпорт припадає лише 8 та 11% відповідно.

На загальноєвропейському тлі виділяється ситуація з екологізацією транспорту у Швеції та Фінляндії, де частка відновлюваної енергетики у транспорті, за даними Євростату, становить 29,7 та 14,9%. Навіть якщо перерахувати ці цифри без урахування мультиплікаторів, частка екологічно чистого палива становитиме 23% у Швеції та 14% у Фінляндії. а в Швеції, крім рідкого біопалива, в обмеженому обсязі використовується і біогаз. Така висока частка біопалива є результатом цілеспрямованої державної екологічної політики. У Швеції до 2030 року викиди парникових газів від транспорту мають скоротитися на 70%, а в довгостроковій перспективі відбудеться повна відмова від нафтопродуктів. У Фінляндії у 2019 році ухвалили закон про поступове збільшення частки біопалива на транспорті до 30%. Таким чином, як показують приклади цих країн, за наявності політичної волі біопаливо може відіграти значну роль у вирішенні питання екологізації європейського транспорту.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Доведено, що біопаливо пропонує ефективне рішення ключових викликів, пов'язаних з екологізацією всіх секторів енергетики, що робить біомасу дуже затребуваною. У 2018 році його валове споживання в ЄС склало 145 млн т нафтового еквіваленту, що в 1,7 раза перевищує показник 2005 року (рис. 5). Прогнози подальших перспектив на горизонті 2030–2050 років ґрунтуються на широкому діапазоні зростання споживання від 169 млн до 737 млн тонн нафтового еквіваленту [11]. Про розрахунки Єврокомісії йдеться

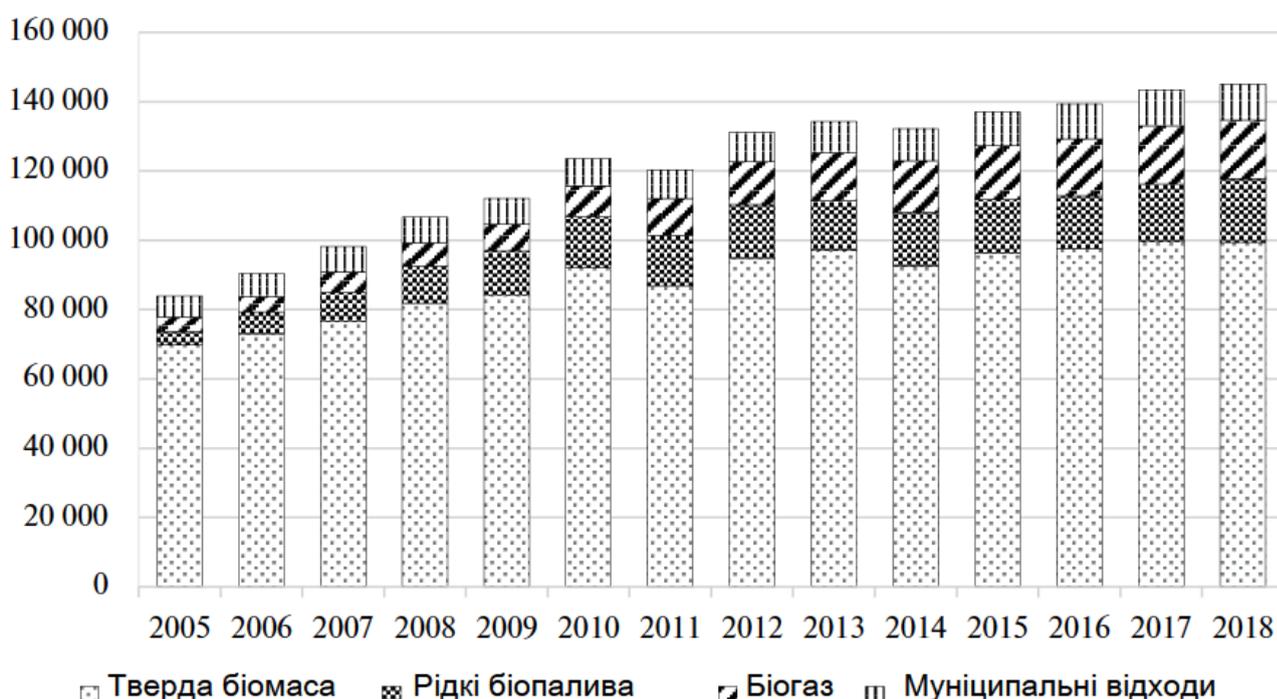


Рис. 5 Валове внутрішнє споживання біомаси в ЄС, 2005–2018 рр., тис.

Прогнозовано потенціал зростання виробництва біопалива до 2030 року до 338–391 млн т нафтового еквіваленту за різних сценаріїв розвитку [12]. Разом з тим, довгострокова стратегія Єврокомісії включає більш консервативні оцінки споживання в межах 170–252 млн т нафтового еквіваленту [13].

Що стосується твердої біомаси, то у 2018 році її валове споживання склало 99,4 млн тонн нафтового еквіваленту, що в 1,4 раза перевищує показник 2005 року 94,3 млн тонн нафтового еквіваленту. Таким чином, Європейський Союз є

самодостатнім у твердому біопаливі, що важливо з точки зору енергетичної безпеки. Однак все ще є місце для порту, яке може бути досить значним залежно від конкретного виду біопалива.

За оцінками аналітичного центру Sandbag, у найближче десятиліття можна очікувати збільшення споживання твердої біомаси на 14,5 млн тонн нафтового еквіваленту лише завдяки реалізації низки проектів з переведення європейських вугільних теплових електростанцій на біопаливо [14]. Як правило, великі електростанції на біомасі використовують в якості палива деревну тріску або пелети. промислового та індивідуального призначення, тому на них припадає основний зовнішньоторговельний оборот. За даними Європейської біоенергетичної асоціації, споживання деревних пелет в ЄС у 2019 році становить 27,4 млн тонн, тоді як внутрішнє виробництво не перевищує 17 млн тонн.

1.2 Виробництво біогазу

Дефіцит енергетичних ресурсів та екологічні проблеми призвели до формування нового науково-технічного напрямку – біоенергетики. Його суть полягає в отриманні та використанні паливної енергії з відновлюваної органічної сировини: рослинної біомаси, сільськогосподарських, побутових та промислових відходів. зменшення забруднення навколишнього середовища.

Методи отримання енергії та нагрівання з рослинної біомаси та відходів різноманітні, але найцікавішими є економічні технології: анаеробне зброджування з виробництвом біогазу, біоконверсія в етанол, анаеробне бродіння з утворенням ацетону, бутанолу та водню. В результаті анаеробного зброджування органічна речовина відходів перетворюється в біогаз. досить широкі діапазони : CH_4 – 55–80%; CO_2 – 15–50%; N_2 – до

5%; O_2 – до 3%; H_2S – до 3%.

Потенціал біогазу становить 20–27

МДж/н. м³, щільність при нормальних умовах 0,98–1,4 кг/м³. За

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП				

теплотворною здатністю 1м³ біогазу еквівалентний в середньому 0,6 дм³ гасу або 1,5 кг вугілля.

Що в цілому забезпечує вироблення 2 кВт·год електроенергії .

Ферментація органічних відходів починається при створенні анаеробних умов без спеціального мікробного інокуляції за рахунок саморозвивається мікроорганізмів, присутніх у відходах і навколишньому середовищі. Процес анаеробного перетворення органічних речовин з утворенням біогазу проходить чотири етапи. При другому, кислому, мономери перетворюються бродять бактеріями в ряд простих сполук: леткі жирні кислоти, спирти, молочну кислоту, метанол, CO₂, H₂, NH₃ і H₂S.

є ацетогенним, на якому

При цьому оцтова і мурашина кислоти, а четверта перетворюється в ацетат, H₂ і CO₂.

H₂, CO₂ і метанол також перетворюються в метан і CO₂.

За всі ці перетворення відповідає складне співтовариство мікроорганізмів, серед яких переважають бактерії .

Слід зазначити, що лігнін присутній в тканинах рослин в анаеробних умовах практично не розкладається

Тільки дрібні фрагменти з низькою молекулярною масою можуть розкладатися з утворенням CO₂, CH₄ і

Ацетат.

Стадія гідролізу тісно пов'язана з (бродильною) стадією, чіткої межі між ними немає, так як мікроорганізми, що володіють гідролітичною активністю, використовують продукти гідролізу для накопичення біомаси. Продукти ацидогенної стадії розкладають ацетогенні бактерії. Вони фактично готують придатний для життя метаноутворюючих бактерій субстрат , завершуючи складний процес розкладання органічної речовини. Ногенні бактерії є найбільш примхливою групою за умовами культивування серед симбіонтів, що беруть у

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

участь у анаеробному зброджуванні. Вони вимагають строгого анаеробіозу, нейтральної або слаболужної реакції середовища (рН 6–8), а в якості джерел енергії і вуглецю можуть використовувати тільки 8 субстратів:

CO₂ + H₂, форміат, оксид вуглецю, метанол, ацетат, моно-, ди- і триетаноламіни. Процес анаеробного перетворення в органічні-

Метан обмежується або швидкістю гідролітичної деградації біополімерів (якщо вони містяться в перероблюваній сировині у великих кількостях), або швидкістю перетворення ацетату в метан.

Остання обставина пов'язана з низькими темпами росту і розмноження метаногенних бактерій. Наприклад, час генерації (подвоєння біомаси) бактерій роду *Methanotrix* становить 200–300 годин. Для порівняння: час подвоєння біомаси гідролітичних мікроорганізмів становить 10–20 годин, ацидогенів – 1–10 годин. ступінь гомогенізації землеробського середовища.

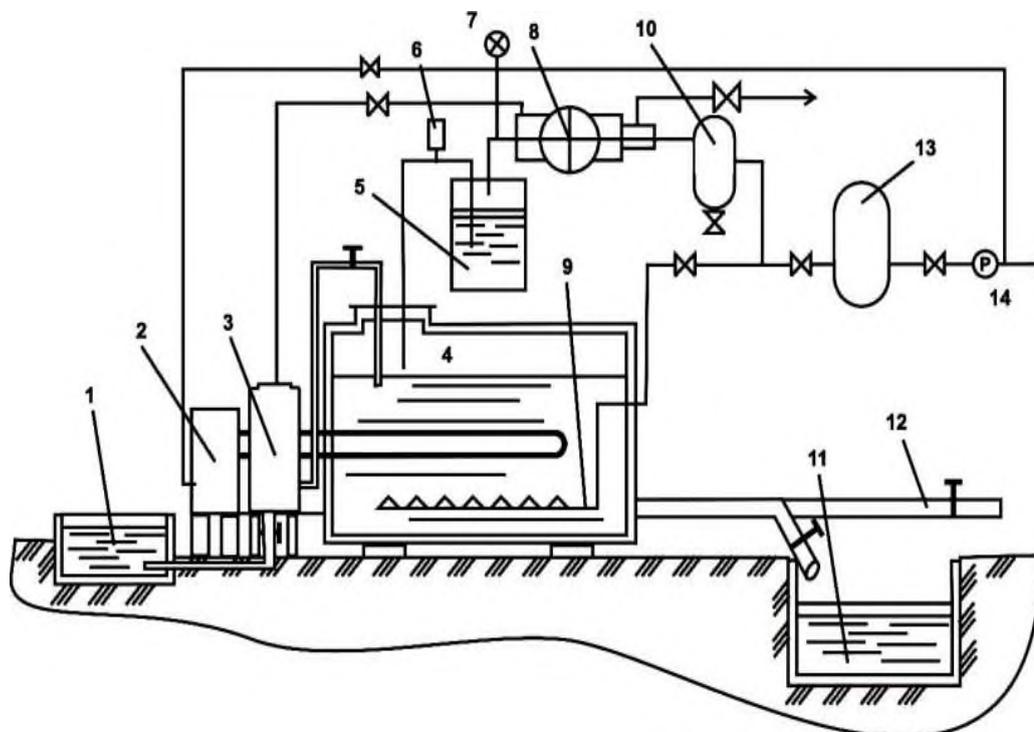
Таблиця 1 продуктивність біосировини

продуктивність, на 1 голову в день:	Молочні корови	птиця	свині
Гною, кг	55	0,2	3,5
Біогазу, м ³	1,62	0,02	0,32
Об'єм біогазу, м ³ за 1 тону суха речовина гною	300	600	500

Термофільний процес (40–55°C) протікає в 2–3 рази швидше, ніж мезофільний процес (20–40°C). При температурі нижче 20 °C активність анаеробної біомаси значно знижується.

Економічно доцільно розділити процес на дві стадії: кислотну (рН 6,0–6,5) і метанову (рН 6,5–8), що здійснюються в двох апаратах, з'єднаних послідовно. Дане технологічне рішення вимагає збільшення капітальних вкладень, але за рахунок просторової локалізації мікроорганізацій загальна швидкість

анаеробного перетворення субстрату збільшується приблизно в 1,5 рази. 300–600 м³ біогазу. Чим більше відновлених органічних сполук міститься в обробленій сировині, тим вища концентрація метану в біогазі. Зокрема, при анаеробному зброджуванні 1 кг вуглеводів можна отримати 0,8 м³ біогазу (при вмісті метану



60%), з 1 кг білка – 0,7 м³ (70% метану), з 1 кг жиру – близько 1,2 м³ (67% метану).

Рисунок 2 – Схема роботи біогазової станції:

1 – приймач гною; 2 – водогрійний котел; 3 – завантажувальний бункер; 4 – біореактор; 5 – гідрозатвор; 6 – запобіжний клапан; 7 – манометр; 8 – компресор; 9 – мішалка; 10 – приймач; 11 – сховище для біодобрих; 12 – відведення труб для навантаження в транспорт; 13 – газгольдер; 14 – коробка передач

До біогазової станції можуть бути додані інші органічні відходи, такі як очищення овочів, фруктів, свіжа трава, господарські стоки тощо. Це навіть краще, щоб сировина для станції була сумішшю різних відходів. Це покращує процес переробки, робить його стабільнішим, а вихід біогазу — більшим. При цьому на однотипній сировині, наприклад, на чистих свинячих стоках або курячому посліді процес взагалі може зупинитися, оскільки ці субстрати дуже токсичні і обов'язково треба розбавляти іншими відходами, забезпечуючи буферизацію

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-11393313.ДП

Арк.

21

сировини.

Газ, що виходить з установки, називається біогазом. Це горючий газ складного складу. У ньому дві третини метану, решта — вуглекислий газ, сірководень, домішки водню, аміаку, пари води. Накопичується газ у спеціальному газонепроникному м'якому мішку - газгольдері.

Світовий обсяг виробництва біогазу становить понад 700 млрд м³ на рік. Технології його виробництва широко поширені в Китаї, Індії, США, Канаді, Німеччині, Англії та інших країнах. В Україні ці технології тільки починають впроваджувати. При цьому мова йде про закупівлю одиничних біогазових установок за кордоном, в той час як в Китаї та Індії їх кількість обчислюється мільйонами.

1.3 Сировина для виробництва біогазу

Відходи, що містять біорозкладну органічну речовину з підвищеною вологістю (90-94%), нейтральним або близьким до неї рН і без токсичних хімічних сполук (антибіотиків, поверхнево-активних речовин і т. Д.) В концентраціях, що пригнічують ріст і розмноження бактерій.

Перш за все, це відходи тваринницьких комплексів та птахофабрик, осадів міських очисних споруд та промислових (великомасштабні відходи виробництва етанолу тощо).

Одночасне виробництво екологічно чистого органічного добрива та газового енергоносія. Цей метод забезпечує дезодорацію, дегельмінтизацію гною, втрату здатності насіння бур'янів до проростання, практично повне збереження найважливіших елементів живлення - азоту, фосфору, калію.

Основним обладнанням біогазової установки є камера зброджування (реактор) з нагрівальними та перемішувальними пристроями та резервуар для

Реактори мають об'єм від одного десятка до кількох тисяч кубічних метрів. Варильні котлети повинні бути герметичними і мати хорошу теплоізоляцію. Найбільш сприятливі гідродинамічні умови для перемішування рідини

										Арк.
										22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП					

створюються в варильних котлах овальної форми.

При цьому зростає потреба в тепловій енергії для підтримки необхідної температури середовища бродіння в реакторі. В середньому 15–25% отриманого біогазу витрачається на стабілізацію мезофільного процесу, а 35–50% термофільного біогазу витрачається.

При переробці гною перемішування ферментованого матеріалу є неодмінною умовою ефективного бродіння. Ступінь розкладання органіки в цьому випадку становить 30-40%, процес займає 20-25 днів. Технологія двоступеневого бродіння зі змішаним температурним режимом є основною. Перший етап – кислий – проводиться при температурі 30–37 °С, другий – метаногенний – при 50–57 °С. Це дозволяє економити енергію при збереженні високих темпів генерації біогазу (табл.).

На муніципальних очисних спорудах України щорічно утворюється понад 400 тисяч тонн сухої речовини шламів, які є обтяжливими і відходи, що підлягають вторинній переробці. На сьогоднішній день на мулових пластах накопичено близько 4 млн тонн.

Мул піддається механічному зневодненню з подальшою утилізацією концентрату, на який витрачається велика кількість енергії і реагентів.

Бурхливий розвиток технологій анаеробного очищення стічних вод пояснюється їх серйозними перевагами перед традиційними методами. Перші вимагають мало електроенергії через відсутність

Аерація стічних вод, збільшення біомаси активного мулу невелике, а надлишок анаеробного мулу, що утворюється, стабільний, може зберігатися тривалий час без значної втрати активності, що дуже важливо для підприємств з циклом періодичного виробництва. Це єдиний спосіб очищення стічних вод (навіть висококонцентрованих стічних вод), що дозволяє частково (іноді навіть повністю) компенсувати витрати, пов'язані з організацією процесу за рахунок вироблення біогазу, що використовується в якості енергоносія. 0,26–0,34 м³

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

метану (або 0,3–0,45 м3 біогазу) утворюється з 1 кг розщеплених забруднюючих речовин

в подачі стічних вод, що дає можливість ефективно використовувати їх на періодично діючих виробництвах. Тим не менш, метод має і свої недоліки: він підходить для попередньої очистки стічних вод зі зниженням рівня забруднення на 80-90%, крім того, анаеробні бактерії, особливо метаногенні, ростуть дуже повільно, в результаті чого запуск біореактора вимагає тривалого часу

(5-7 місяців), якщо немає інокулянту з аналогічних установок.

Конструкція анаеробних біореакторів другого покоління передбачає утримання біомаси анаеробних бактерій в реакційному просторі за рахунок використання різноманітних інженерних і технічних рішень. В європейських країнах для очищення стічних вод широко використовується високоефективний реактор UASB з висхідним потоком стічних вод через шар анаеробного мулу. Пристрій для розділення газових силосів. Процес виявився настільки ефективним, що зараз в експлуатації знаходиться понад 500 реакторів

у складі промислових очисних споруд харчової, фармацевтичної, спиртової, целюлозно-паперової, хімічної та інших галузей промисловості.

Промислові підприємства та підприємства сільськогосподарського сектору споживають велику кількість теплової енергії на технологічні потреби, вентиляцію, опалення та гаряче водопостачання.

Також існує чимала кількість підприємств які знаходяться віддалено до мереж газопостачання і через високу вартість прокладання комунікацій не можуть собі дозволити перейти на природній газ. А постачання твердого палива або дизельного тягне за собою проблеми логістики та як наслідок високу вартість палива з доставкою. Крім того тверді види палива та дизельне негативним чином впливають на екологічний стан навколишнього середовища.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Тому в рамках даного дипломного проекту було вирішено розробити блочну котельню яку можливо швидко пристосувати для покриття потреб у тепловій енергії, що працює на біогазі. Проаналізувати використання біогазу в теплогенеруючих установках, визначити їх техніко-економічні показники роботи.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ КОТЕЛЬНІ

2.1 Аналіз та застосування блочних котелень

Виробничі та опалювальні котельні повинні забезпечити безперебійне та якісне теплопостачання виробничих та адміністративно-побутових об'єктів підприємств. Підвищення надійності та економічності теплопостачання значною мірою залежить від якості роботи котлоагрегатів та раціонально спроектованої теплової схеми котельні. Провідними проектними інститутами розроблені та вдосконалюються раціональні типові проекти виробничих та опалювальних котелень.

Автономне теплопостачання підприємств від власних опалювальних котелень має такі основні переваги порівняно з централізованим:

- надійність та безперебійність забезпечення тепловою енергією;
- висока економічність сучасного енергетичного обладнання;
- мінімальні викиди шкідливих речовин, у атмосферу;
- якісні параметри теплоносія та можливість їх швидкого регулювання залежно від зовнішніх кліматичних умов;
- відсутність необхідності тривалих зупинок для профілактичних ремонтів у період;
- повна автоматизація робочого процесу.

Опалювальне обладнання на сучасному ринку представлене великою різноманітністю марок, типів та моделей. Це дозволяє зробити оптимальний вибір найбільш економічного та екологічного обладнання для теплопостачання підприємства.

Автоматизовані комплектні блочно-модульні котельні застосовують для опалення та забезпечення гарячим водопостачанням підприємств та організацій при нестачі енергетичних ресурсів у певному регіоні або за необхідності використання якіснішого та менш дорогого джерела теплопостачання.

Як паливо можуть застосовуватися газоподібне, рідке або тверде паливо

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

(вугілля, відходи деревини, пелети). Автоматизовані блокові водогрійні котельні складаються з одного або кількох блоків-модулів повної заводської готовності із встановленим обладнанням, змонтованими трубопроводами обв'язування та необхідними системами.

Висока енергетична ефективність блочно-модульних котелень визначається такими сучасними технологічними рішеннями:

а) закрита двоконтурна система теплопостачання – мережевий та котловий контури розділені бар'єрним теплообмінником, це дозволяє убезпечити котельне обладнання від негативного впливу теплових мереж (температурних перепадів, високого робочого тиску теплосистеми, поганої якості теплоносія тощо);

б) автоматична система багатокотлового регулювання, яка відстежує коливання температури зовнішнього повітря та оптимально вибудовує режим спалювання палива та гідравлічні потоки через котлові контури, забезпечуючи споживача номінально необхідним тепловим навантаженням;

в) система частотного регулювання – встановлення частотно-регульованих приводів на насоси, димососи та вентилятори дає суттєву економію електроенергії;

г) вакуумні деаератори та охолоджувачі випару – для скорочення втрат теплоти.

Блочно-модульні котельні мають суттєві переваги порівняно зі стаціонарними котельнями:

а) відсутність витрат на будівництво капітальних будівель;

б) зниження витрат на експлуатацію теплотрас;

в) зменшення втрат тепла та теплоносіїв при доставці до споживача;

г) короткі терміни промислового виготовлення, транспортування, монтажу та введення в експлуатацію (від 2 місяців).

Гарантійний термін блочно-модульної котельні – від 12 місяців з дати початку експлуатації в режимі пусканалагоджувальних випробувань.

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП				

Розрахунковий термін служби блочно-модульної котельні становить не менше 20 років за дотримання правил експлуатації котельні, зазначених у її паспорті.

2.2 Загальні дані

Блочна автономна котельня призначена для теплопостачання виробничих будівель та споруд. Проект виконано на підставі наступних вихідних даних:

Теплове навантаження котельні складає – 480 кВт, в т.ч.

-Опалення та вентиляції-443 кВт;

-ГВП - 135 кВт;

-Власні потреби 2 кВт.

Теплоносій - вода, температурний графік - 95/70⁰С;

Розрахункова температура зовнішнього повітря мінус 46 ⁰С;

Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – мінус 11⁰С;

Середня температура найхолоднішого періоду – мінус 23 ⁰С;

Тривалість опалювального періоду – 286 день.

Під час роботи над проектом необхідно керуватися документами:

-Технічним завданням на проектування котельні

-виконавчих креслень виробничої будівлі;

-аналізів питної води;

2.3 Конструктивні рішення блочної котельні

Проектом передбачається якісне регулювання подачі теплоти в систему опалення виробничого корпусу шляхом підмішування у трубопровід прямої води зворотної води – автоматично за показаннями датчика температури зовнішнього повітря.

Як паливо в котельні використовується біогаз.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

За вибуховою, вибухонебезпечною та пожежною безпекою належить до категорії «Г», ступеня стійкості III.

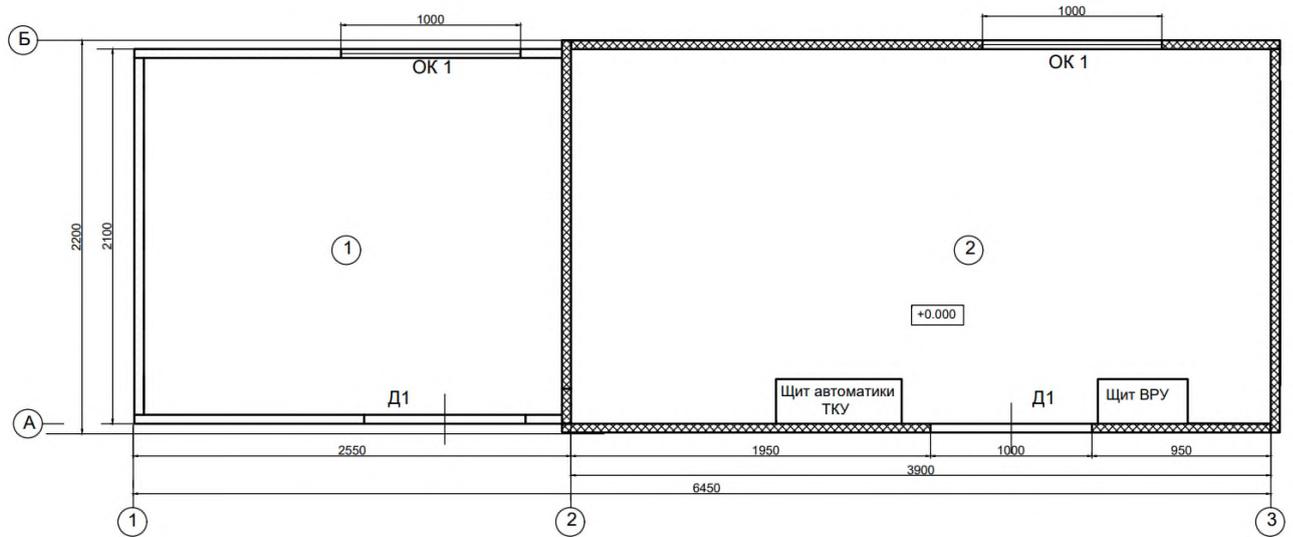


Рис.1 Загальний план блочної котельні

Площа котельної– 14,19 м².

Приміщення №1 – котельна зала

Приміщення №2 – машинний зал

Висота приміщення – 2,5м.

Двері ДВ1 – сталеві протипожежні передбачаються для окремого виходу з кожного приміщення. В приміщенні де розташовані котельні агрегати передбачено влаштування двох вогнегасників ОП-9Б.

В кожному з приміщень передбачено вікно ОК1

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

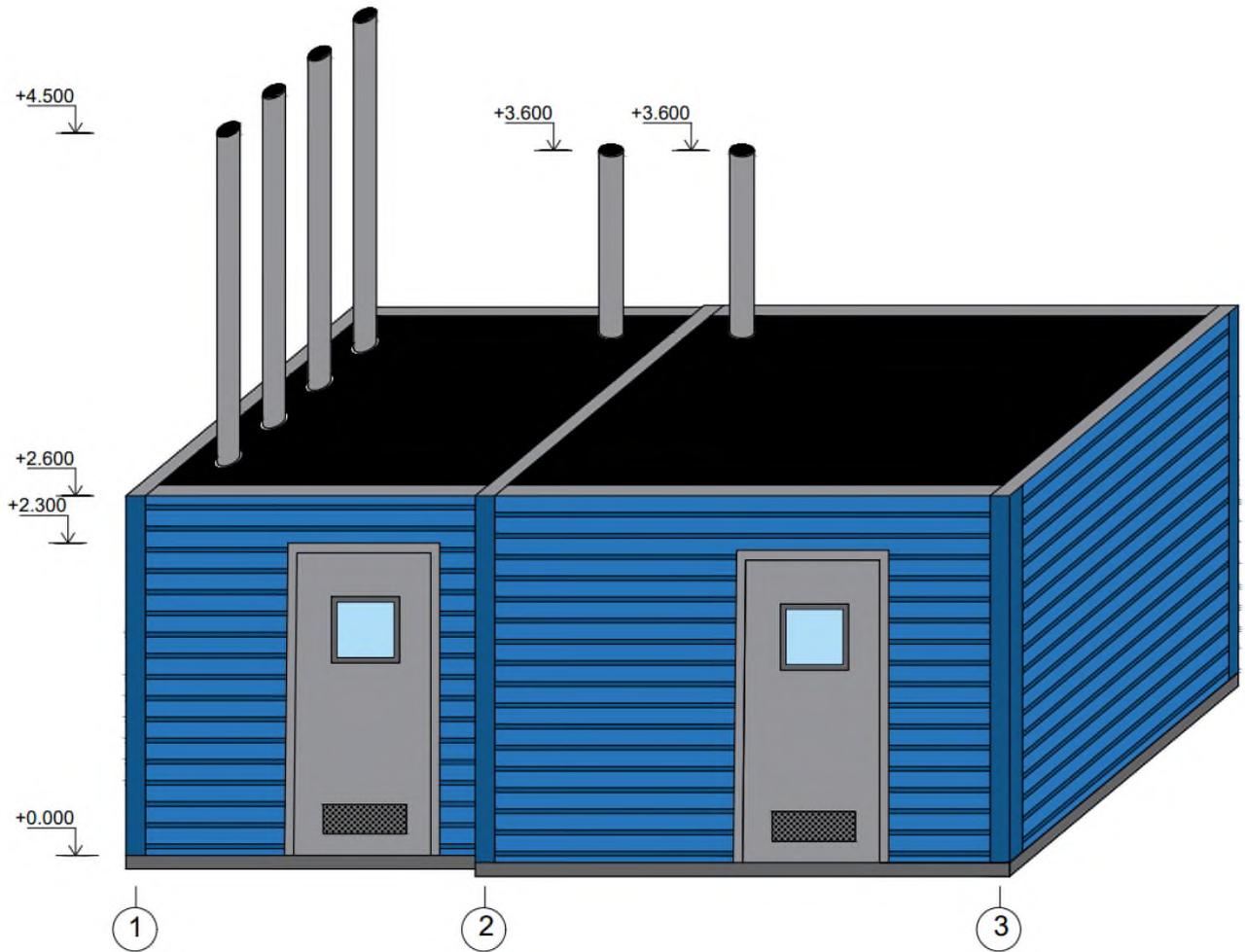


Рис.1 Загальний вид блочної котельні

Площа котельної зали – 14,19 м². Будівельний об'єм – 35,47 м³.

Розрахунок огорожувальних конструкцій проводився за допомогою програмного забезпечення softhvac.com, дані розрахунків огорожувальних конструкцій наведено в табличному виді

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 1 Розрахунок огорожувальних конструкції приміщень котельні

Найменування матеріалу	d, мм	λ , Вт/(м • К)	Rс, (м ² • К)/Вт	ftb	Rsi, (м ² • К)/Вт	Rse, (м ² • К)/Вт	B, м	Uequiv Вт/(м ² • К)	Rtot, (м ² • К)/Вт	U, Вт/(м ² • К)
Стіна зовнішня СЗ 1										
Гіпсокартон	15	0,21	0,07	0,95	0,13	0,04			2,83	0,35
Плита із мінерального волокна	120	0,05	2,28							
Полістирол	50	0,16	0,3							
Пластик	3	0,25	0,01							
Підлога на ґрунті ПДГ 1										
Цементно-стружкова плита	5	0,23	0,02	1	0,17		5	0,293	9,09	0,11
Плита із мінерального волокна	100	0,05	2							
Бітумна рулонна покрівля	3	0,15	0,02							
Переkritтя ПРГ 1										
Attic			0,2	0,95	0,1	0,04			2,24	0,45
Плита із мінерального волокна	100	0,05	1,9							
Двері зовнішні ДВ1										
Двері сталеві					0,13	0,04			0,31	3,23
Вікно ОК1										
Вікно, металопластикова рама, 2 скла, LE, аргон					0,13	0,04			0,47	2,13
Огородження внутрішнє ОВ1										
Плита із мінерального волокна	50	0,05	1	1	0,13	0,13			1,26	0,79

					601-НТ-11393313.ДП					Арк.
										32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

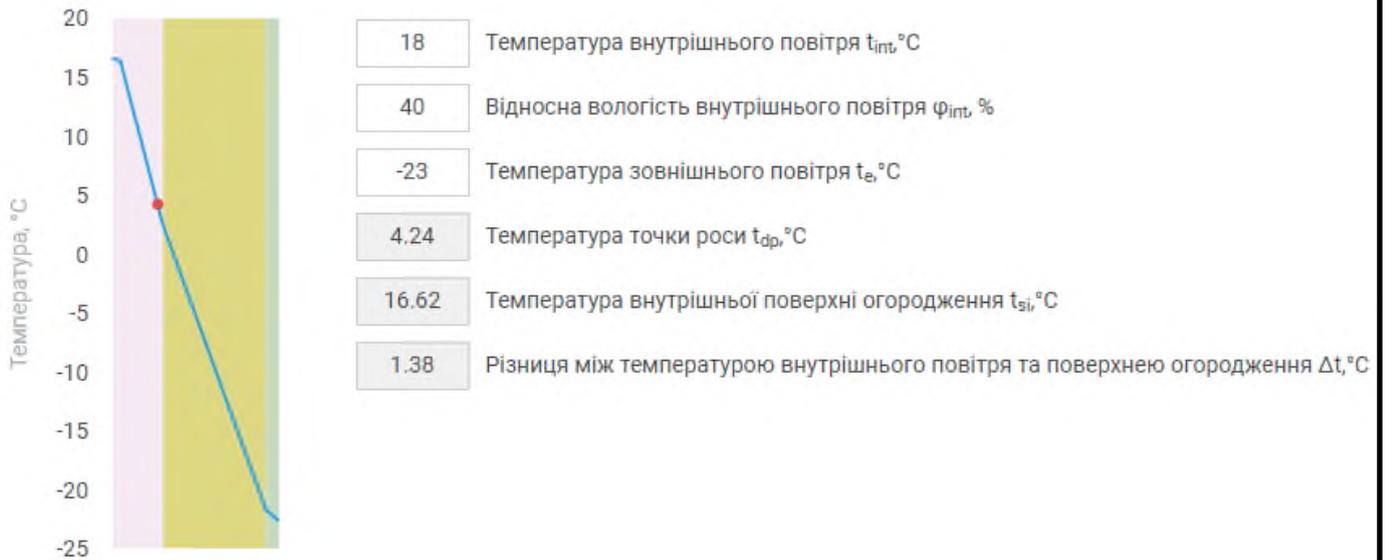


Рис.1 Розрахунок зовнішньої стінки СЗ 1

У зовнішній стіні передбачено отвір для встановлення жалюзійних ґрат розміром 625x425мм та отвір для витяжного повітроводу ду160мм.

Прохід димових труб через покрівлю здійснюється шляхом встановлення гільзи із нержавіючої сталі.

Простір між гільзою та димовою трубою закласти азбестоцементним шнуром.

2.5 Система вентиляції приміщень

Приміщення котельні обладнується природними системами припливно-витяжної вентиляції, що забезпечує 3-кратний повітрообмін у приміщеннях та подачу повітря для горіння газу.

Об'єм припливного повітря для горіння газу та повітрообміну котельні складе:

$$L = 6,31 \cdot 74,4 \cdot 1,08 + 16,83 \cdot 3 + 25,7 \cdot 3,0 = 634,7 \text{ м}^3 / \text{год, де}$$

$$V = 74,4 - \text{витрата газу в пальниках котлів, м}^3/\text{год};$$

$$V_o = 6,31 - \text{потреба у повітрі для згоряння газу, м}^3/\text{м}^3;$$

1,08 – коефіцієнт надлишку повітря для згоряння палива в котлах.

Швидкість надходження повітря – 1,0 м/сек, витяжної вентиляції – 1,5 м/сек.

Необхідна площа для надходження повітря:

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$F=634,7 / (1,0 \cdot 3600) = 0,176 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо жалюзійні ґрати розмір - 625x425 мм.

Необхідна площа витяжної вентиляції:

$$120,9 / (1,5 \cdot 3600) = 0,020 \text{ м}^2$$

Діаметр витяжного отвору та повітроводу -160мм.

Відповідно до чинних нормативних документів розрахункова температура повітря у приміщенні котельні приймається за 5 °С.

Для підтримки внутрішньої температури повітря 5°С в приміщенні котельні (при непрацюючих котлах) встановлюється 5 секційний біметалевий радіатор в приміщенні №1 та 8 секційний в приміщенні №2.

2.6 Розрахунок температурного графіка тепломережі

Якщо котли та/або теплообмінники налаштовані на роботу в залежності від температури зовнішнього повітря, систему відпуску теплової енергії необхідно розробити виходячи з температурного графіку.

Вихідні дані для розрахунку.

Розрахункова мінімальна температура зовнішнього повітря $t_{зр} = -23^{\circ}\text{C}$;

Розрахункова температура води в подавальному трубопроводі при $t_{зр}$, $t_{пр} = 90^{\circ}\text{C}$;

Розрахункова температура води у зворотному трубопроводі при $t_{зр}$, $t_{звр} = 70^{\circ}\text{C}$;

Температура теплоносія що транспортується в подавальному трубопроводі мережі при температурі зовнішнього повітря t_3 :

$$t_n = t_{(зр)} + 0,5 \cdot (t_{(пр)} - t_{ззр}) \cdot q + 0,5 \cdot (t_{(пр)} + t_{ззр} - 2 \cdot t_{зр}) \cdot q^{(1)/(1+n)} \quad (1.6)$$

Температура теплоносія що транспортується в зворотному трубопроводі за температури зовнішнього повітря t_3 :

$$t_o = t_{(зр)} - 0,5 \cdot (t_{(пр)} - t_{ззр}) \cdot q + 0,5 \cdot (t_{(пр)} + t_{ззр} - 2 \cdot t_{зр}) \cdot q^{(1)/(1+n)} \quad (1.7)$$

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

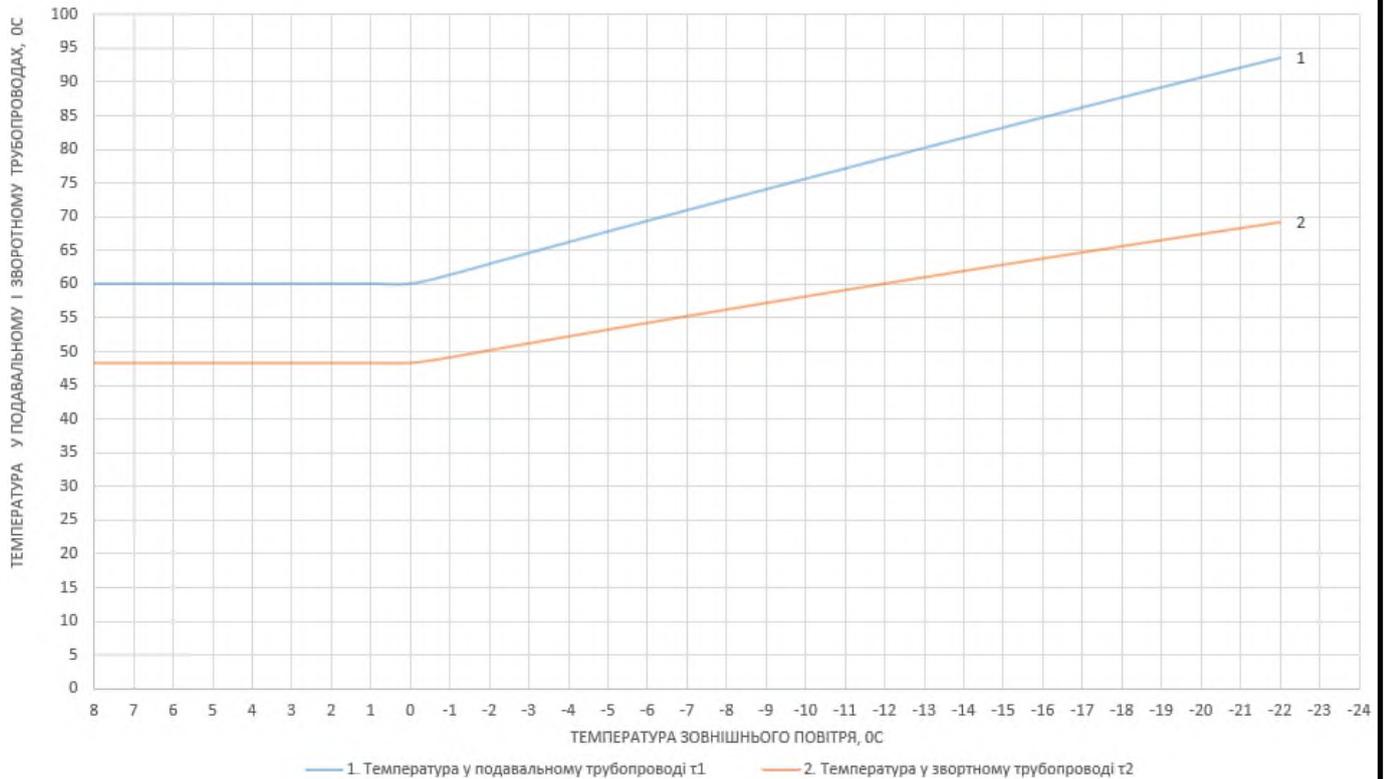


Рис.1 - Графіки температури теплоносія для розрахункового перепаду 95/70

Таблиця 1.4 – Дані для побудови температурного графіка

t _з , °C	-23	-20	-15	-10	-5	0	8
τ ₁ , °C	95	91	83	76	68	60	60
τ ₂ , °C	70	67	63	58	53	48	48

2.7 Складання та розрахунок теплової схеми

Відповідно до теплової схеми вода нагрівається в котлах до температури 90°C, потім надходить у розподільчий колектор прямої води, звідки мережними насосами надходить для опалення виробничої частини будівлі, для потреб ГВП та інших потреб.

Для підтримки постійної температури води на вході в котел (не менше 65°C) та для початкового підігріву води в казані передбачається встановлення циркуляційного насоса.

Для очищення теплоносія від завислих речовин на трубопроводі зворотної

Назва	Формула	Розрахунок зимкового режиму відпуску тпшоти										Летній +22.4
		-23	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	11	12	
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Коефіцієнт відпуску теплової енергії	$K_{ов} -$	1,00	0,92	0,79	0,67	0,54	0,41	0,28	0,15	-		
Розрахункове теплове навантаження та опалення та вентиляції	$Q_{о,в} \cdot K_{ов}$	341,0	314,7	271,0	227,3	183,6	139,9	96,1	52,4			
Розрахункове теплове навантаження ГВП	$Q_{гвп}$	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0			
Розрахункове теплове навантаження власні потреби	$Q_{с.н.}$	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0			
Загальне теплове навантаження	$Q_{заг} = Q_{ов} + Q_{гвп} + Q_{в.п.}$	480,0	451,7	408,0	364,3	320,6	276,9	233,1	189,4	135,0		
Температура у подавальному трубопроводі	t_1 °C	84,4	78,4	72,3	66	59,5	52,9	45,9	38,5			
Температура у зворотньому трубопроводі	t_2 °C	63,6	59,9	56,1	52,1	47,9	43,6	39	33,9			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

601-НТ-11393313.ДП

Арк.

38

Таблиця 2 Розрахункові витрати теплоносія

1	2	3	4
Витрати мережевої води на опалення та вентиляцію	$G_{o.v}$ Т/ГОД	$Q_{ov} \cdot 3600 / (C_v(t_1 - t_2))$	11,65
Витрати мережевої води на гаряче водопостачання	$G_{гвп}$ Т/ГОД	$Q_{гвп} \cdot 3600 / (C_v(t_1 - t_2))$	4,36
Витрата мережевої води для власних потреб котельні	$G_{в.п.}$ Т/ГОД	$Q_{в.п.} \cdot 3600 / (C_v(t_1 - t_2))$	0,48
Загальна витрата мережевої води	$G_{заг}$ Т/ГОД	$G_{общ} = G_{o.v} + G_{гвс} + G_{сн}$	16,49
Підживлення системи опалення	$G_{п}$ Т/ГОД	$(0,02 \div 0,025) \cdot G_{ov}$	0,33
ГВп підвищуючий	$G_{п}$ Т/ГОД	$Q_{п} \cdot 3600 / (C_v(t_3 - t_4))$	1,98
Витрати у зворотньому трубопроводі (опалення + клапан)	$G_{м}^{зв}$ Т/ГОД	$G_{сет} - G_{ут}$	16,10
Витрати у зворотньому трубопроводі без ГВп	$G_{зв,}$ Т/ГОД	$G_{ет}^{OБP} - G_{гвп}$	11,74

2.8 Гідравлічний розрахунок мережі теплопостачання

Метою розрахунків гідравлічних параметрів ділянок мережі є визначення падіння тиску на ділянці трубопроводу водопровідної мережі, що складається з двох труб, та наявного напору на тепловому ввіді споживача. Метод розрахунку базується на існуючій мережі (з відомими діаметрами трубопроводів та витратами на ділянці). На основі довжини та діаметру трубопроводу, місцевого опору та розрахованої витрати теплоносія для всіх ділянок трубопроводу створюється схема тепломережі (див. рис. 2).

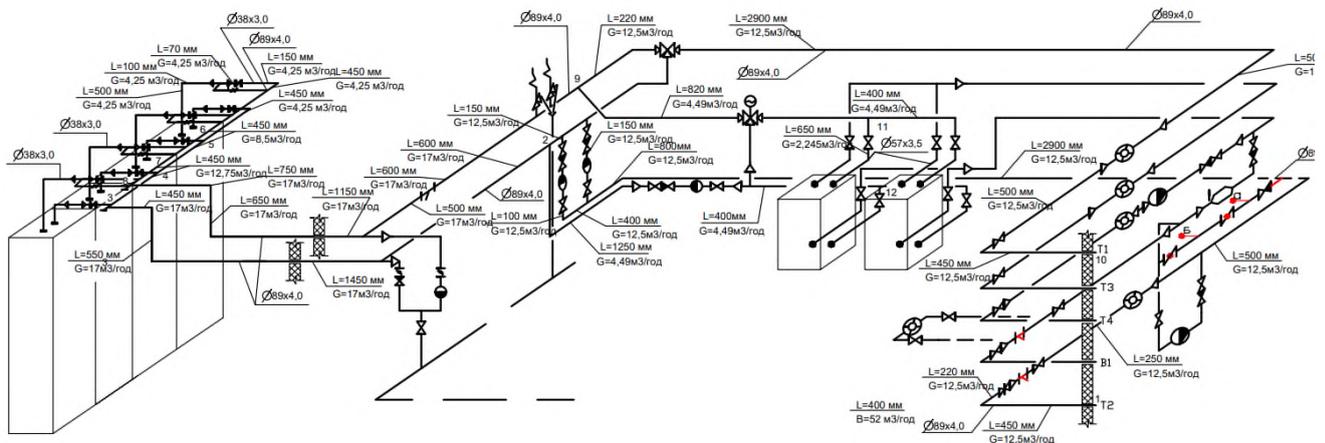


Рис.1 Схема трубопроводів

Втрати тиску на тертя, теплоносія вздовж круху по внутрішній стінці трубопроводу $\Delta P_{тр}$, Па визначається за формулою

$$\Delta P = \lambda_{тр} \frac{\rho v^2}{d^2}$$

де $\lambda_{тр}$ – коефіцієнт опору тертю.

При інженерних розрахунках втрати тиску на тертя $\Delta P_{тр}$, Па, у повітря довжиною l , м, визначаються за формулою:

$$\Delta P_{тр} = Rl,$$

де R – втрати тиску на 1 м довжини трубопроводу, Па/м.

$$\Delta P = \xi \frac{\rho v^2}{2}$$

де ξ – коефіцієнт місцевого спротиву.

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП				

Коефіцієнт ξ відноситься до найбільшої швидкості в звуженому перерізі ділянки або швидкості в перерізі ділянки з меншою витратою.

Втрати тиску на місцевих опорах на ділянці Z, Па :

$$Z = \sum \xi R_d,$$

де $\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів ділянки.

Загальні втрати тиску на ділянці повітроводу, ΔP_{∂} , Па, довжиною l, м, за наявності місцевих опорів визначається за такою формулою:

$$\Delta P_{\partial} = R \cdot l + Z, \quad (3.8)$$

Таблиця 1 Гідралічний розрахунок

N ділянки	Q, кВт	G, т/год	l, м	dy, мм	V, м/с	R, Па/м	$\Delta P \times l$	$\sum \xi$	Z	$\Delta P \times l + Z$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	0,33	12,5	6,5	80	0,65	65	427,05	10,3	2065	2492,05
2-3	0,48	17	3,0	80	0,89	120	366	6,9	2772	3138
3-4	0,36	12,75	0,4	80	0,6	65	29,25	1	213	242,25
4-5	0,24	8,5	0,4	80	0,4	30	13,5	1	90,4	103,9
5-6	0,12	4,25	1,6	80	0,2	8,5	13,6	0	70,3	83,9
			1,6	32	1,1	550	880	9,1	55915	56795
6-7	0,24	8,5	0,4	80	0,4	30	13,5	1	90,4	103,9
7-8	0,36	12,75	0,4	80	0,6	65	29,25	1	213	242,25
8-9	0,48	17	4,7	80	0,8	120	564	7,3	2772	3336
9-10	0,33	12,5	5,0	80	0,6	65	325,65	21,3	4130	4455,65
										70992,9
Контур системи ГВП										
9-11	0,12	4,49	1,4	50	0,6	100	147	15,1	2728	2875
11-12	0,06	2,245	3,1	50	0,3	28	8086	5	220	8306
12-2	0,12	4,49	3,8	50	1,0	100	385	7,4	3672	4057
2-9	0,12	4,49	10,3	80	0,2	9	92,7	15,9	414	506,7
			1,6	32	1,13	550	880	9,1	55915	6795
Разом										72539,7

Насоси циркуляційні прийняті тришвидкісні, фірми «WILO»:

Системи опалення типу **WILO Yonos MAXO 65/0,5-16**- 2 шт;

Переваги:

Високоєфективні насоси **WILO Yonos** для економії енергії дисплей що дозволяє повністю контролювати параметри налаштованого напору, ступінь

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Внутрішнього контуру циркуляції ГВП-типу TOP-S40/7-2 шт

Застосування тришвидкісних насосів забезпечує можливість регулювання характеристик відповідно до параметрів системи опалення.

Підживлення тепломережі здійснюється від водопроводу за допомогою електромагнітного клапана або підживлювальним насосом РКМ-60, при зниженні тиску в зворотному трубопроводі нижче заданого значення та достатньому тиску у водопроводі електромагнітний клапан відкривається і здійснюється підживлення системи.

Якщо тиск водопроводу нижче норми за сигналом електромагнітного клапана блокується і вмикається підживлювальний насос. При зниженні тиску у водопроводі нижче за мінімальне значення блокуються і підживлювальний клапан і насос, а при зниженні тиску у зворотному трубопроводі до мінімально-допустимого відбувається аварійна зупинка котельні з сигналізацією на пульт диспетчера.

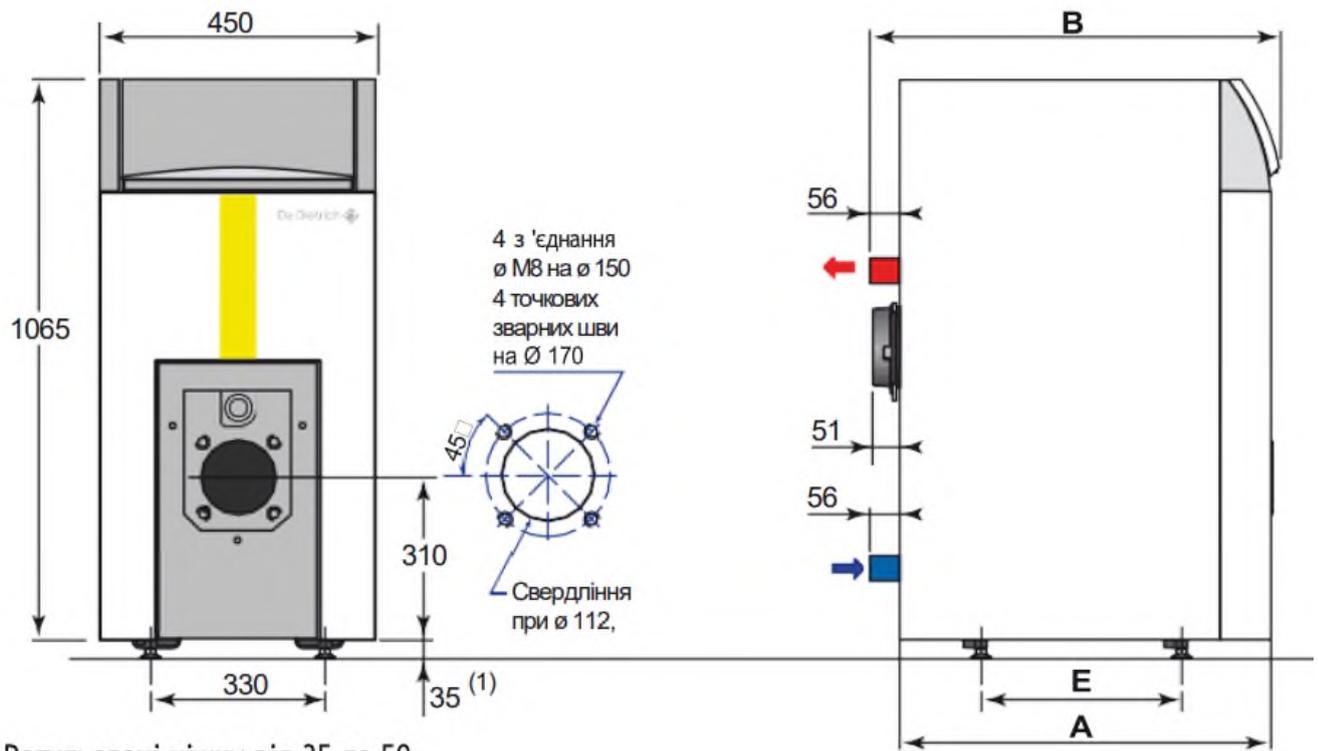
2.9 Підбір котельних агрегатів

GT 220s - це низькотемпературні чавунні котли з корисною потужністю від 40 до 120 кВт і високою ефективністю згорання (до 94,7%) з герметичною камерою згорання під тиском, яка оснащена паливним мазутним або газовим пальником під тиском.

Вони доступні з різними панелями керування та на заводі оснащені пріоритетом гарячої води для побутових потреб (крім X-Panel) і можуть використовуватися для керування 1-ступінчастими пальниками (панелі керування B, D), 2-ступінчастими пальниками (B2) або модулюючими пальниками (панель керування DIEMATIC 3 + друкована плата AD217)

GT 2200s може поставлятися з високопродуктивним 160- або 250-літровим калорифікатором DHW, оснащеним анодом «Titan Active System®» з саморегульованим струмом для захисту бака, що не потребує обслуговування.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



Регульовані ніжки від 35 до 50

Рис.1 Загальний вид котла De Dietrich GT

Панель управління DIEMATIC 3 - це дуже просунута панель управління, яка включає в себе електронне програмоване регулювання для модуляції температури котла шляхом активації 1-ступінчастого пальника відповідно до зовнішньої температури, а також до кімнатної температури, якщо підключено інтерактивний пульт дистанційного керування CDI D. iSystem або CDR D. iSystem (опціонально).

Пульт управління DIEMATIC 3 здатний автоматично управляти установкою центрального опалення з прямим контуром без змішувального клапана (який може бути налаштований навіть як контур басейну).

Підключення датчика гарячої води для побутових потреб (поставляється в стандартній комплектації GT 2200) дозволяє програмувати і регулювати ланцюг ГВП шляхом активації блоку управління на насосі навантаження; Циркуляційний контур ГВП може бути керований завдяки допоміжному контакту, який включає в себе власне програмування.

									Арк.
									42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП				

Таблиця 1 Технічні характеристики котла De Dietrich GT

Модель	GT	228	
Номінальна потужність	кВт	120	
ККД при ... % на виході і середній температурі ... °C	- 100% при температурі 70°C	91.8 %	
	- 30% при 40°C	94.7 %	
Витрата води при $\Delta t = 20 \text{ K}$	м3/год	4.303	
Стоячі втрати при $\Delta t = 30 \text{ K}$	W	202	
Електрична потужність (без насоса) з DIEMATIC 3 Панель управління	W	10	
Вміст води	L	64	
Втрати тиску при $\Delta t = 20 \text{ K}$	мбар	24.3	
Об'єм контуру димових газів	L	111	
Камера згоряння	- вписане \emptyset /глибина	309/9 54	Мм
	- об'єм	69	L
Масова витрата димових газів	- мазут	166	кг/год
	- природний газ/ біоз	183	кг/год
Тиск у камері згоряння	мбар	0,6-0,9	
Вага нетто	GT 220	375	Кг
	GT 2200/L 160-250	-	Кг



Модуль управління DIEMATIC 3, заслінка закрита

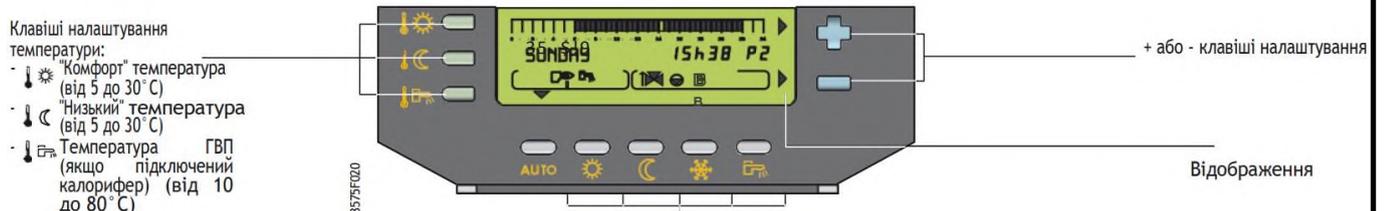


Рис.1 Панель управління котельних агрегатом

Підключення інших додаткових ланцюгів можливо також за допомогою блоків управління DIEMATIC VM iSystem.

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП				

Панель управління DIEMATIC 3 також забезпечує захист води від антифризу в системі опалення в разі відсутності власника (відсутність програмується до 1 року вперед на термін до 99 днів).

Крім того, у великих установках можна каскадом підключати до 10 котлів за допомогою панелі керування DIEMATIC 3 + друкована плата AD217, кожен котел може бути оснащений 1 або 2" друкованою платою +

датчики для 1 клапанного ланцюга»: для цього просто з'єднайте їх між собою за допомогою кабелю BUS.

2.10 Підбір пальникових пристроїв

Встановлено, що основна відмінність біогазу від природного газу спричинена наявністю в його складі понад 30 % вуглекислого газу та його впливом на щільність, теплотворність суміші газів та нормальну швидкість розповсюдження полум'я.

Найважливішою перемінною розрахунковою величиною при переведенні котлів з природнього газу на біогаз є діаметр соплових отворів d .

При переведенні з природного газу на біогаз для забезпечення потрібної витрати палива діаметр соплових отворів пальника при постійному тиску збільшується.

Саме через цю обставину використання біогазу в якості основного палива потребує підбору пальникових пристроїв розрахованих на роботу на біогазі.

Біогаз – це відновлювальне джерело енергії, яке виробляється з органічної сировини, що надходить, наприклад, з сільськогосподарських відходів, таких як гній або овочеві відходи, з побутових відходів та харчових відходів.

Біогаз є важливим ресурсом, оскільки він дозволяє розвивати економіку замкнутого циклу, засновану на переробці природних органічних матеріалів.

Спалювання біогазу не генерує чистого вуглекислого газу, і це може стати важливою підтримкою в досягненні європейських цілей з декарбонізації.

Спеціальні моделі пальників RIELLO підходять для спалювання біогазу

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або для спалювання палива з подвійного джерела, біогазу та природного газу; всі моделі також підходять для спалювання біометану.

Пальники серій RS та DB є основою пропозиції RIELLO щодо спалювання біогазу; охоплюючи широкий діапазон вихідної потужності, вони підходять

з механічною камерою, для простого управління, або електронною камерою для отримання ідеального

Управління виводом.

Біогазові пальники походять від стандартних продуктів, тому зберігають ту ж надійність і міцність, але оснащені необхідними рішеннями та модернізаціями, що робить їх ідеальною пропозицією для відновлюваних екологічно чистих газів; вони розроблені на основі показань європейських стандартів і відповідають Європейським директивам з електромагнітної сумісності, низької напруги та машин. They призначені тільки для спалювання біогазу або з можливістю вибору біогазу або альтернативного палива.

Вибір відповідних газових клапанів, що відповідають біохімічним характеристикам біогазу, доповнюють пропозицію RIELLO в цьому сегменті застосування.

Серія пальників RS 34÷250 для спалювання біогазу охоплює діапазон стрільби від 130 до 2100 кВт і була розроблена для використання в різних сферах застосування, таких як водогрійні котли, парові котли, діатермічні масляні котли, генератори гарячого повітря.

Робота модулюється з встановленням ПІД-логічного регулятора та відповідних зондів.

Пальники RS 34÷250/М оснащені цифровим блоком керування RIELLO RFGO з функціями діагностики та індикації робочого стану.

Пальники RS 34÷250/Е-ЕV оснащені цифровою системою керування пальником, яка може керувати співвідношенням повітря та палива за допомогою незалежних серводвигунів для отримання ідеального контролю потужності.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Моделі RS/EV доступні для роботи з технологією зміни швидкості двигуна, заснованою на керуванні частотним перетворювачем, з метою оптимізації споживання енергії.

Всі моделі оснащені ультрафіолетовим датчиком полум'я, що забезпечує безпечну роботу на всіх діапазонах модуляції.

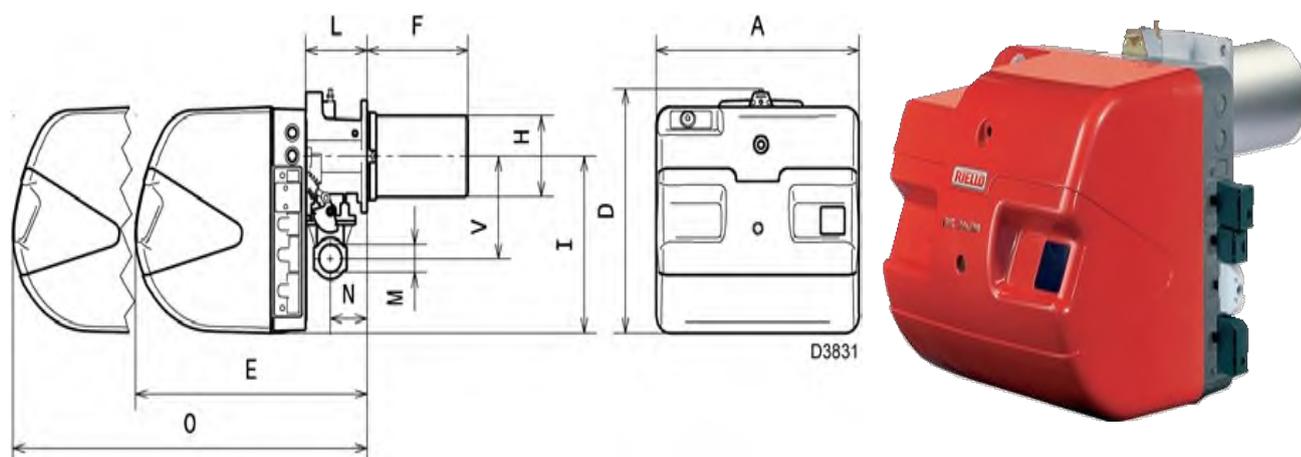


Рис.1 Загальний вид пальника RIELLO RS 34

Таблиця 1 Габаритні розміри пальника

мм	A	D	E	F(1)	H	I	L	O	N	V	M
RS 34 MZ	442	422	508	216-351	140	305	138	780	84	177	1"1/2
RS 44 MZ	442	422	508	216-351	152	305	138	780	84	177	1"1/2

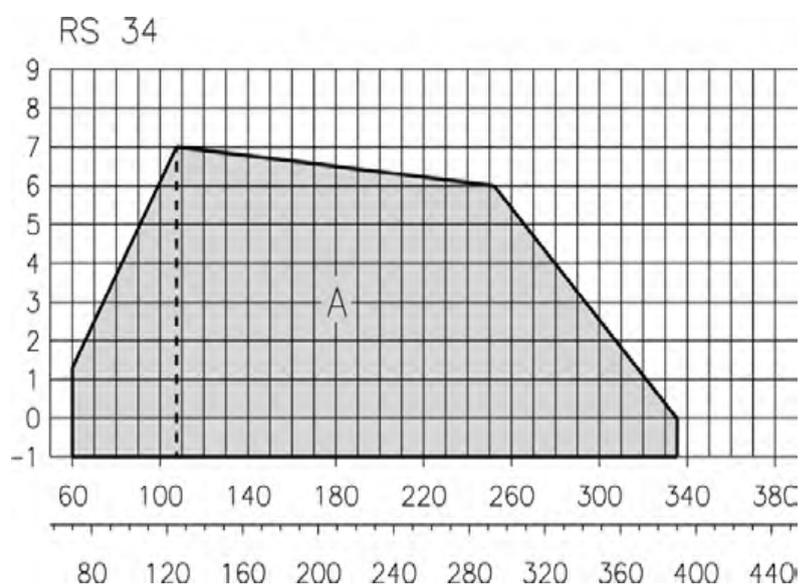


Рис.1 Графік продуктивності пальника RIELLO RS 34

Потужність пальника змінюється в процесі роботи від:

- максимальна зображена в межах області А,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-11393313.ДП

Арк.

48

- мінімальна потужність, яка не повинна бути меншою за межу на графіку:

RS 34 M3 = 70 кВт

RS 44 M3 = 100 кВт

Робоча область роботи пальника була отримана при температурі навколишнього середовища 20 °С і атмосферному тиску 1013 мбар (приблизно 0 метрів над рівнем моря),

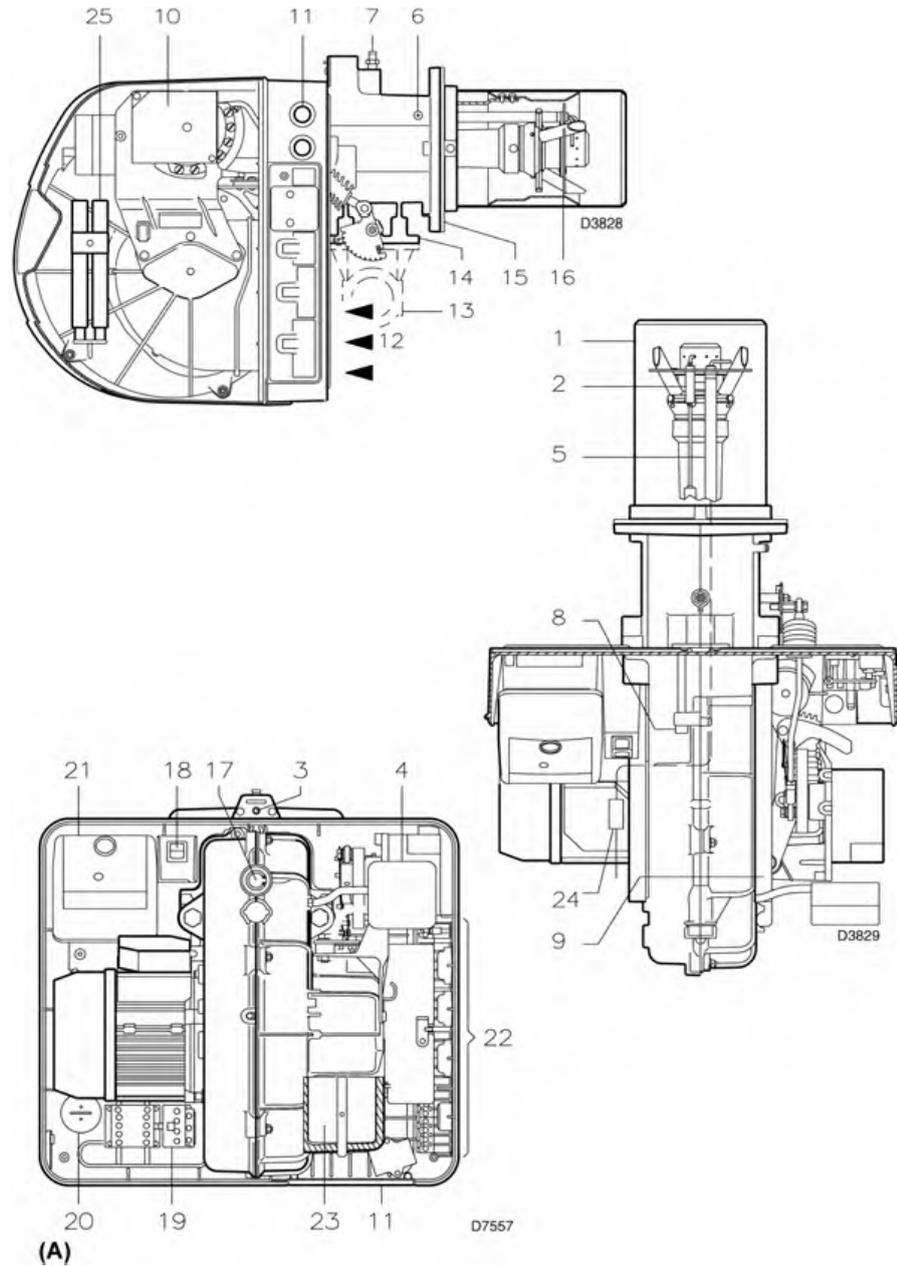


Рис.1 Загальний вид пальника RIELLO RS 34

де 1-головка пальника; 2-Електрод запалювання; 3-Регулювальний гвинт головки пальника; 4-Реле мінімального тиску повітря (диференціальний тип); 5-

										Арк.
										49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП					

Датчик моніторингу полум'я; 6-Штуцер тиску повітря; 7-Штуцер тиску газу та кріпильний гвинт головки; 8-Гвинт для кріплення вентилятора на муфті; 9-Інструкції для відкриття пальника та перевірки головки пальника; 10-Серводвигун, управляє дросельною заслінкою газу і, за допомогою ексцентрика зі змінним профілем, або так званої «схеми», також управляє дроселем. При зупинці пальника повітряна заслінка повністю закривається, щоб мінімізувати втрати тепла через котел, в результаті тяги через димохід, який втягує повітря з всмоктуючої труби вентилятора; 11-Зона електричних проводів.; 12-Вхід повітря в вентилятор; 13-Газопровід; 14-Дросельна заслінка; 15-Фланець для кріплення до котла; 16-Диск стабілізації полум'я (підсилювальна шайба); 17-вікно візуального контролю; 18-Два електричні вимикачі: одне "включено" - "вимкнено" один "1-й - 2-й етап" 19-Магнітний пускач і реле теплового захисту двигуна з кнопкою аварійної зупинки перезапуску (RS 44 MZ); 20-Конденсатор двигуна (RS 34 MZ); 21-Блок управління (автоматичного згоряння) з сигнальною лампою аварійної зупинки і кнопкою перезапуску; 22-Електричні роз'єми; 23-Заслінка; 24-Штепсельний роз'єм на дроті датчика іонізації; 25-Подовжувачі для рейок (версія з довгою головою);

2.11 Розрахунок та підбір теплообмінних апаратів

Підігрів води для потреб ГВП відбувається з двохступеневою схемою.

Підбір та розрахунок вузла водяного нагріву пластинчастого теплообмінника, зібраного з плит гарячого водопостачання того ж центрального теплового пункту, як в прикладі з кожухотрубними секційними водонагрівачами. Вихідні дані, значення витратних витрат і температур теплоносіїв на вході і виході кожного ступеня водонагрівача беруться як в попередньому прикладі.

- при проектній зовнішній температурі для проектування

Опалення $t_p = -23 \text{ }^\circ\text{C}$:

- в трубопроводі, що подає $\tau_1 = 95 \text{ }^\circ\text{C}$;

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура нагріву води на виході з водонагрівача першого ступеня

$$\tau_2' = \tau_1' - \left(\frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП}}^I}{c \cdot G_0^P} \right)$$

$$\tau_2' = 70 - \left(\frac{3,6 \cdot 94,6}{4,2 \cdot 11,65} \right) = 63,0$$

Середня логарифмічна різниця температур між нагріванням і підігрівом води для I ступеня підігрівача води

$$\Delta t_{cp}^I = \frac{\Delta t_M - \Delta t_6}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}$$

$$\Delta t_{cp}^I = \frac{56 - 19}{2,3 \lg \frac{56}{19}} = 38,4$$

Середня логарифмічна різниця температур між нагріванням і підігрівом води для II ступеня підігрівача води

$$\Delta t_{cp}^I = \frac{\Delta t_M - \Delta t_6}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}$$

$$\Delta t_{cp}^I = \frac{20 - 5}{2,3 \lg \frac{20}{5}} = 10,8$$

Перевірити співвідношення ходів в теплообміннику першого ступеня за формулою , приймаючи $\Delta P_H = 100$ кПа и $\Delta P_{Гр} = 40$ кПа:

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{G_0}{G_{\text{ГВП}}} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{\Delta P_{Гр}}{\Delta P_H} \right)^{0,363} \cdot \frac{1000 - t_{cp}^H}{1000 - t_{cp}^{Гр}}$$

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{4,36 \cdot 10^3}{11,65 \cdot 10} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{40}{100} \right)^{0,363} \cdot \frac{1000 - 22,5}{1000 - 65} = 1,3$$

Коефіцієнт ходу не перевищує двох, звідси і симетричне розташування теплообмінника.

2. Виходячи з оптимальної швидкості нагрітої води, визначають необхідну

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП				

кількість каналів за формулою :

$$m_H = \frac{G_{ГВП}^{max}}{w_0 \cdot f_k \cdot p \cdot 3600}$$
$$m_H = \frac{68 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 0,00245 \cdot 10^3 \cdot 3600} = 2$$

1. Сумарний живий перетин каналів в пакеті визначається за формулою (mH приймається рівним 2)

$$f_{Гр} = f_H = m_H f_k, \text{ м}^2.$$

$$f_{Гр} = f_H = 2 \cdot 0,00245 = 0,0049 \text{ м}^2.$$

Фактичні швидкості нагріву та нагрівання води за формулами

$$W_{Гр1} = \frac{G_{Г}^{max}}{p \cdot 3600 \cdot f_{Гр}}$$

$$W_{Гр2} = \frac{G_{ГВП}^{max}}{p \cdot 3600 \cdot f_H}$$

$$W_{Гр} = \frac{11,65 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 3600 \cdot 0,0049} = 0,66 \text{ м/с}$$

$$W_H = \frac{4,36 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 3600 \cdot 0,0049} = 0,25 \text{ м/с}$$

Розрахунок водонагрівача першої черги:

а) коефіцієнт теплопередачі від нагрівальної води до стінки пластини

$$A = 0,492, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\alpha_1 = 1,16A [23000 + 283t^{Гр} - 0,63(t^{Гр})^2] W_{Гр}^{0,73}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_2 = 1,16A [23000 + 283t^{Гр} - 0,63(t^{Гр})^2] W_H^{0,73}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

де A – коефіцієнт, зависящий от типа пластин

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot 0,492 [23000 + 283 \cdot 65 - 0,63 \cdot 65^2] \cdot 0,66^{0,73} = 14070$$

б) коефіцієнт сприйняття тепла від стінки плити до нагрітої води Вт/(м²·°C)

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot 0,492 [23000 + 283 \cdot 22,5 - 0,63 \cdot 22,5^2] \cdot 0,35^{0,73} = 7704$$

Коефіцієнт теплопередачі de $\beta = 0,8$

									Арк.
									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-11393313.ДП				

$$K_I = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}}$$

Коефіцієнт, що враховує зниження коефіцієнта теплопередачі за рахунок термічного опору накипу і домішок на пластині в залежності від якості води, приймається рівним 0,7-0,85.

$$K_I = \frac{0,8}{\frac{1}{14070} + \frac{1}{7704} + \frac{0,001}{16}} = 3041 \text{ Вт/м}^2\text{С}$$

Необхідна поверхня нагріву водонагрівача першого ступеня, м²:

$$F = \frac{94,6}{3041 \cdot 0,0049} = 6,3 \text{ м}^2$$

Кількість ходів в теплообміннику за формулою

$$X = \frac{6,3 + 0,6}{2 \cdot 2 \cdot 0,6} = 2,87$$

Приймаємо 3 ходи

Дійсна поверхня нагріву першого ступеню

$$F = (2 \cdot 2 \cdot 3 - 1) \cdot 0,6 = 6,6 \text{ м}^2$$

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot 0,492 [23000 + 283 \cdot 68,5 - 0,63 \cdot 68,5^2] \cdot 0,66^{0,73} = 16615$$

б) коефіцієнт сприйняття тепла від стінки плити до нагрітої води Вт/(м²·°С)

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot 0,492 [23000 + 283 \cdot 51,5 - 0,63 \cdot 51,5^2] \cdot 0,35^{0,73} = 9522$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$K_{II} = \frac{0,8}{\frac{1}{16615} + \frac{1}{9522} + \frac{0,001}{16}} = 3524 \text{ Вт/м}^2\text{С}$$

Необхідна поверхня нагріву водонагрівача другого ступеню, м²:

$$F = \frac{40,4}{3524 \cdot 0,0049} = 2,3 \text{ м}^2$$

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Кількість ходів в теплообміннику за формулою

$$X = \frac{2,3 + 0,6}{2 \cdot 2 \cdot 0,6} = 1,2$$

Приймаємо 2 ходи

Дійсна поверхня нагріву другого ступеню

$$F = (2 \cdot 2 \cdot 2 - 1) \cdot 0,6 = 3,0 \text{ м}^2$$

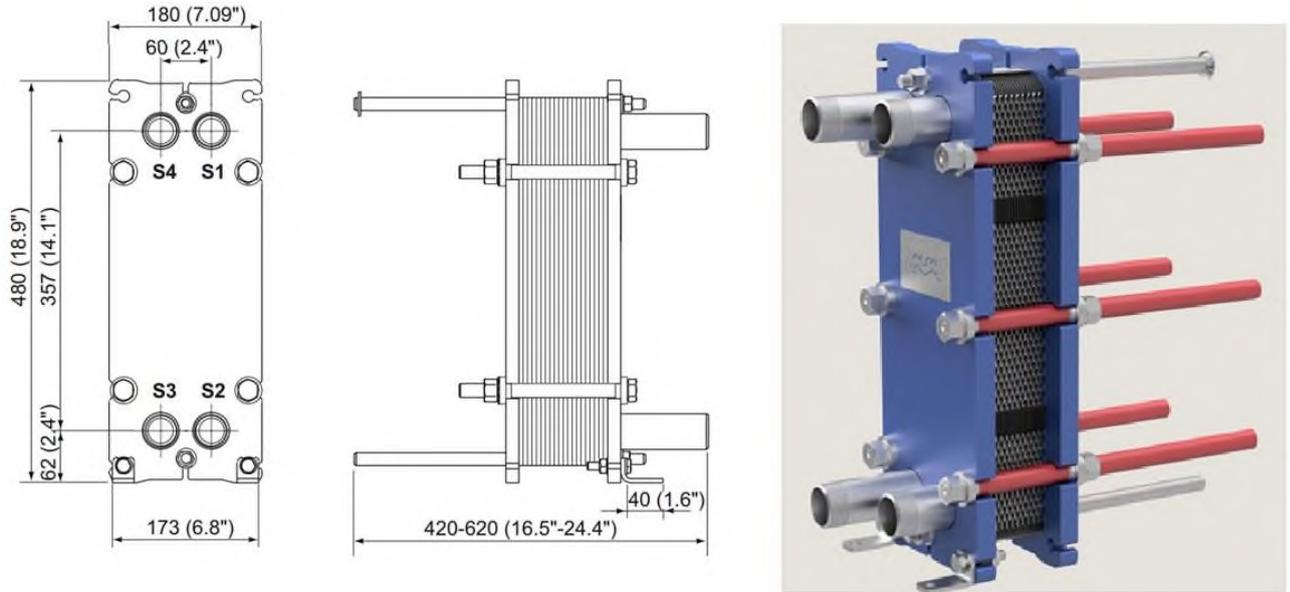


Рис.1 Загальний вид теплообмінних апаратів 1-го та 2-го ступеню

В результаті розрахунку приймаємо в якості водонагрівача два теплообмінника (I і II ступеня) розбірної конструкції з пластинами типу 0,6п, товщиною 0,8 мм, виготовлені зі сталі 12Х18Н10Т (виконання 01), на двоопорній рамі (виконання 2К), з ущільнювальними прокладками з гуми. Поверхня нагріву першої черги – 6,6 м², другої черги – 3,0 м².

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ПАЛИВА ТА ГАЗОПОСТАЧАННЯ

3.1 Газопостачання

1. Визначення фізико-технічних властивостей газу.

В якості газового палива для котельні прийнятий біогаз

Таблиця 1

Назва	Склад газу; % за об'ємом			
	CH ₄ метан	H ₂ S сірководень	CO ₂ окис вуглецю	N ₂ Азот
Біогаз	65,0	0,8	34,0	0,2

CO₂; N₂ редкие газы – балласт газового топлива.

Таблиця 2 Физико-химический состав газа.

Розрахунковий газ	Склад газу	Щільність ркг/м ³ при t=0 ⁰ C	Теплотворна здатність Q _н ;МДж/м ³	Склад газу, % об'ємом
Біогаз	Метан	0,7168	35,84	65,0
	Диоксид углерода CO ₂	1,977	-	34,0
	сероводород	1,5392	23,49	0,8
	Азот N ₂	1,2505	-	0,2

1.1. Середня щільність газової суміші.

$$p_{cm}=0,01 \cdot \sum ri \cdot \rho_i ; (\text{кг/нм}^3)$$

де Ri - процентний вміст i-ї складової газу; %.

ρi – щільність i-го компонента газу; кг/м³.

$$p_z=0,01x(65,0 \cdot 0,7168+1,977 \cdot 34,0+0,8 \cdot 1,5392+0,2 \cdot 1,251)=1,15 (\text{кг/нм}^3)$$

Для з'єднання з номограмами в гідравлічному розрахунку мереж обчислимо відносну щільність

$$K_p= p_z / 0,73$$

де 0,73- густина природного газу в кг/м³ при 0⁰C і 101,3 кПа, при яких побудовані номограми.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$K_p = 1.15/0.73 = 1,57$$

3.2 Визначення теплотворної здатності газової суміші

Нижча теплотворна здатність

$$Q_{H^p} = 0,01 \sum r_i \cdot Q_{H_i^p} \text{ [МДж/нм}^3\text{];}$$

где $Q_{H_i^p}$ - теплотворна здатність горючих компонентів;

r_i - процентний вміст першої складової газу, %;

$$Q_{H^p} = 0,01(64,0 \cdot 35,84 + 0,8 \cdot 23,49) = 23,12 \text{ [МДж /нм}^3\text{]} \text{ або } 6,42 \text{ кВт год}$$

Для порівняння різних видів палива за їх тепловим ефектом використовується поняття звичайного палива, теплота згоряння якого становить 29.300 МДж/кг.

Паливний еквівалент – це відношення теплотворної здатності газу до теплотворної здатності еталонного палива.

$$\mathcal{E} = Q_{H^p} / 29,300 \quad \text{[кг.у.п./нм}^3\text{]}$$

$$\mathcal{E} = 23,12 / 29,300 = 0,789 \text{ [кг.у.п./ нм}^3\text{]}$$

3.3 Визначення теоретичної кількості повітря, необхідного для спалювання газу

У повітрі містяться: - кисень $O_2 = 21\%$;

- азот $N_2 = 79\%$

отже, в 1 м³ повітря міститься кисень O_2 $100/21=4.76$ м³. Теоретична кількість сухого повітря для спалювання 1м³ газу

$$V_{O_2} = 4.76/100[0.5H_2 + 0.5 CO + 1.5H_2S + \sum(n+m/4)C_nH_m - O_2] \quad \text{[м}^3\text{/нм}^3\text{]}$$

Розрахунок проводиться без негорючої частини (баласту)

$$L_T^{сух.} = 4.76/100[\sum(n+m/4)C_nH_m] \quad \text{[м}^3\text{/нм}^3\text{]}$$

где $C_nH_m=r_i$ - Процентний вміст вуглеводню i , %;

n - кількість горючих компонентів, %;

m - кількість баластних домішок, %.

$$L_T^{сух.} = 4.76/100(2 \cdot 65,0 + 1.5 \cdot 0,8) = 6,24 \text{ [м}^3\text{/нм}^3\text{]}.$$

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Теоретична витрата вологого повітря більше сухого за обсягом водяної пари, що міститься в ньому, і визначається за формулою:

$$L_{m.}^{gl} = L_{m}^{cux} + 0.0124d_n \cdot L_{m}^{cux} \quad [M^3/нM^3];$$

где L_{m}^{cux} - теоретична кількість сухого повітря для спалювання газу, $[M^3/нM^3]$;

d_n - вологовміст, $г/м^3$;

Прийнято вологовміст $d=10 г/м^3$

$$L_{m2}^{gl} = 6.24 + 0.00124 \cdot 10 \cdot 6.24 = 6.31 \quad [M^3/нM^3]$$

Щоб показати, наскільки $1 м^3$ газу легше або важче, ніж $1 м^3$ повітря, використовується поняття відносної щільності газу, що представляє собою відношення щільності газу до щільності повітря

$$d = \rho_{cm} / \rho_{пов} ,$$

$$d = 1,15 / 1,293 = 0,889$$

Визначення фактичної кількості повітря, необхідного для повного згоряння палива.

Коефіцієнт надлишку повітря визначається співвідношенням фактичної кількості повітря $L_{дйсн.}$ до теоретичного.

$$\alpha = L_{дйсн.} / L_m^e$$

Згідно з паспортними даними котла, коефіцієнт надлишку повітря при номінальній потужності палива становить не більше $\alpha = 1,08$

Тоді фактична кількість повітря, необхідне для повного згоряння $1 м^3$ газу

$$L_{дйсн.} = \alpha \cdot L_m^e \quad [M^3/нM^3]$$

$$L_{дйсн.} = 1,08 \cdot 6,31 = 6,81 \quad [M^3/нM^3]$$

Визначення теоретичної кількості продуктів згоряння, що утворюються при згорянні $1 м^3$ газу

Обсяг окремих компонентів комплексних продуктів згоряння газу визначається за формулою $[M^3/нM^3]$

$$V_{CO2} = 0.01 [CO + CO_2 + \sum_n C_n H_m]$$

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

де CO_2 - Процентний вміст вуглекислого газу, %

C_nH_m - Відсоток і-го вуглеводню, %

$$V_{CO_2} = 0,01 (1 \cdot 65,0 + 0,8) = 0,658$$

Визначимо фактичний об'єм водяної пари [m^3/nm^3].

$$V_{H_2O} = 0,01 \cdot [(H_2 + \sum(m/2)C_nH_m) + 0,00124(d_2 + d_B \cdot L_T^C \cdot \alpha) + H_2S]$$

де d_2 - відносна щільність газу, прийнята від 4 г/ m^3

d_B - вологовміст повітря, прийнято від 10 г/ m^3

C_nH_m - Процентний вміст вуглеводнів, %

L_T^C - Теоретична кількість сухого повітря, m^3/nm^3

$$V_{H_2O} = 0,01 \cdot [(2 \cdot 65,0 + 0,8) + 0,00124(4 + 10 \cdot 6,81 \cdot 1,08)] = 1,308$$

Визначення обсягу двохатомних газів [m^3/nm^3]:

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot L_T^C + 0,01 \cdot N_2$$

де N_2 - Процентний вміст азоту, %

L_T^C - Теоретична кількість сухого повітря для горіння 1 m^3 газу, m^3/nm^3

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot 6,24 + 0,01 \cdot 0,2 = 4,931$$

Визначимося з вмістом кожного компонента CO_2 , H_2O , N_2 в загальному обсязі продуктів згоряння [m^3/nm^3]

$$V_{сухих}^{газів} = V_{CO_2} + V_{N_2}$$

$$V_{сухих}^{газів} = 0,658 + 4,931 = 5,589$$

$$V_{вологих}^{газів} = V_{сухих}^{газів} + V_{H_2O}$$

$$V_{вологих}^{газів} = 5,589 + 1,308 = 6,897$$

$$V_{H_2O} / V_{вологих}^{газів} \cdot 100 \% = 1,308 / 6,897 \cdot 100 \% = 18,9 \%$$

$$V_{N_2} / V_{сухих}^{газів} \cdot 100 \% = 4,931 / 5,589 \cdot 100 \% = 88,2 \%$$

$$V_{CO_2} / V_{сухих}^{газів} \cdot 100 \% = 0,658 / 5,589 \cdot 100 \% = 11,7 \%$$

Річна витрата палива котельні. [тис н.м³/рік]

$$B^{год} = (Q_{год} \cdot 3,6) / Q_H^p,$$

де Q_H^p – Нижча теплотворна здатність, мДж/ m^3 [тис н.м³/рік]

$$B^{річ} = (1858,24 \cdot 3,6) / 23,12 = 289,34$$

Річна витрата умовного палива [тон у.п./рік]

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$B_y^{pic} = B^{pic} \cdot \mathcal{E}_e$$

де \mathcal{E}_n – Еквівалент палива, $\mathcal{E}_r = 0,789$ кг.у.п.

$$B_y^{pic} = 289,34 \cdot 0,789 = 228,29 \text{ [тон у.п./рік]}$$

3. Кількість повітря, що подається в топку котла і забирається з котельні при номінальній потужності котлів. [м³/год]

$$V_e = B_d \cdot L_{дiйсн.} \cdot ((273 + t_e)/273),$$

де B_d – годинна витрата палива котельні, м³/год;

$L_{дiйсн.}$ – фактична кількість повітря, необхідне для горіння 1 м³ газу, $L_{дiйсн.} = 6,81$ [м³/нм³];

t_b – температура повітря, що подається пальником в топку котла, $t_H + t_B = 34 + 32 = -2$ °С (У процесі руху в корпусі котла до пальникового пристрою повітря нагрівається за рахунок $\Delta t = 32$ °С);

Годинна витрата палива котельні визначається за формулою [нм³/год]:

$$B_d = (Q_{кот} \cdot 3600) / Q_n,$$

де $Q_{кот}$ – теплопродуктивність котельні, $Q_{кот} = 480$ кВт;

Q_n – Нижча теплотворна здатність МВт, $Q_n = 23,12$ МДж/нм³;

$$B_d = (0,480 \cdot 3600) / 23,12 = 74,7$$

$$V_e = 74,7 \cdot 6,31 \cdot ((273 + (-2))/273) = 474,8 \text{ [м}^3\text{/год]}$$

Годинна витрата палива 1-го котельного агрегату [нм³/год]:

$$B_{к.а} = \frac{Q_{к.а} \cdot 3,6}{Q_p^n}$$

де: $Q_{к.а.}$ – теплопродуктивність котла, кВт.

$$B_{к.а} = \frac{120 \cdot 3,6}{23,12} = 18,6$$

$$V_e = 13 \cdot 12,01 \cdot ((273 + (-2))/273) = 155,0 \text{ [м}^3\text{/год]}$$

4. Обсяг продуктів згорання при номінальній потужності котельні [м³/год]

$$V_d^z = B_d (V_{вл}^{газ} + \Delta \alpha L_m^{вл}) \cdot (273 + t_e) / 273,$$

де B_d – годинна витрата палива, нм³/год

$V_{вл}^{газ}$ – Теоретична кількість продуктів згорання, що утворюються при згоранні 1 м³ газу, $V_{вл}^{газ} = 6,897$ нм³/год;

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$\Delta\alpha$ – надлишок додаткового повітря, необхідного для повного згоряння палива;

$L_T^{вл}$ – Кількість повітря, необхідне для горіння 1 м³ газу, $V_T^{вл} = 6,31$ нм³/год;

t_r – температура відпрацьованих газів за паспортними даними заводу-виготовлювача не менше 160 °С;

$$V_{\delta}^{\circ} = 74,7 \cdot [(6,897 + (1,08 - 1,0) \cdot 6,31)] \cdot (273 + 160) / 273 = 874,83 \text{ м}^3/\text{год}$$

Обсяг продуктів згоряння при номінальній потужності 1-го котла м³/год

$$V_{\delta ka}^{\circ} = 218,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

Підбір апаратури розподільних пристроїв і розрахунок газопроводів.

Біогаз з теплотворною здатністю використовується в якості палива для котельні $Q_p^h = 23,12$ мДж /м³.

Проект газопостачання розроблений з урахуванням експлуатації газових котлів низького тиску з установкою автоматики безпеки і регулювання на котлах.

Подача газу в котельню організована через газгольдер. Для підтримання параметрів тиску $P = 2000$ Па в котельні передбачений блок регулювання газу (ГРУ).

Розподільний пристрій призначений для зниження тиску газу, підтримки його на заданому рівні і очищення газу від механічних частинок. Розподільний пристрій встановлюється поза котельнею в неопалюваній шафі.

Устаткування ШГРП:

- регулятор тиску, призначений для зниження тиску газу з середнього тиску до низького і підтримки на заданому рівні;

- фільтруючий пристрій, призначений для очищення газу від механічних домішок;

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- комерційний вузол вимірювання витрати газу, призначений для вимірювання миттєвої витрати газу та комерційного обліку кількості природного газу;

- запірна арматура;

- контрольні та вимірювальні прилади;

- установка запобіжного запобіжного клапана.

Передбачені продувні і нагнітальні газопроводи.

Діаметри газопроводу беруться за гідравлічним розрахунком за вензелями.

Діаметр магістрального газопроводу - 57x3,5 (на вході), діаметр магістралі газопроводу до котлів від розподільного пристрою (приймача) - 108x4,0.

Діаметр газопроводів від ресивера до котла становить 57x3,5.

3.4 Гідравлічний розрахунок газопроводів

Втрати тиску в газопроводі складаються з втрат довжини і місцевих втрат опору [Па],

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_l + \Delta P_m,$$

$$\Delta P_l = \lambda \cdot (\ell/d) \cdot (w^2/2) \cdot \rho = \Delta P \ell,$$

де λ – коефіцієнт тертя;

ℓ - Протяжність ділянки, м;

w - Швидкість руху газу, м/с;

ρ – Щільність газу, кг/м³;

ΔP – Втрати тиску на 1 м газопроводу;

$$\Delta P_{mc} = \Sigma \zeta \cdot (w^2/2) \cdot \rho = \lambda \cdot (\ell_3/d) \cdot (w^2/2) \cdot \rho = \Delta P \cdot \ell_3, \text{ Па}$$

де ζ – Сума місцевих опорів;

ℓ_3 – Еквівалентна довжина при $\Sigma \zeta = 1$, м;

Втрати тиску в газопроводі котельні.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma \Delta P = \Delta P \cdot \ell + \Delta P \cdot \ell_3 = \Delta P \cdot (\ell + \ell_3), \text{ Па}$$

Значення ΔP і ℓ_3 Приймаємо їх за номограмами.

Схема гідралічного розрахунку газопроводу

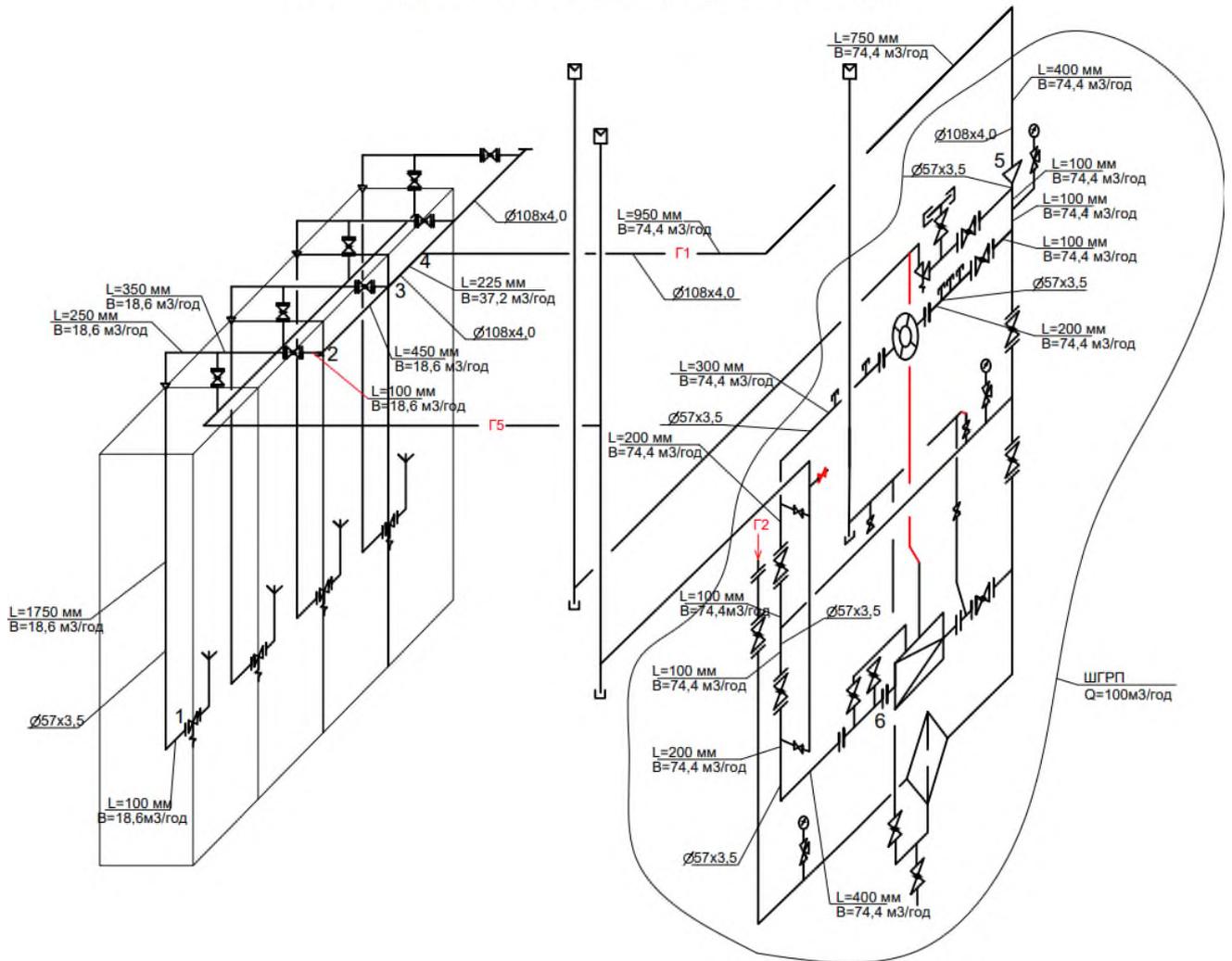


Рис. 1 Схема газопроводів

Результати розрахунків зведені в таблицю

Таблиця 3 Гідралічний розрахунок газопроводів низького тиску.

№ Діл.	Витрати Q, м³/год	d _y , м	ℓ, м	Σζ	ℓ ₃ ^Д , м	ℓ ₃ ^М , м	ℓ _{розр} , м	R, Па/м.	ΔP, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	18,6	20	1,6	0,65	0,75	0,49	2,09	50	104,5
		50	1,0	1,95	1,4	2,73	3,73	0,8	2,98
2-3	37,2	100	0,45	-	-	-	0,45	0,1	0,05
2-3	37,2	100	0,45	-	-	-	0,45	0,1	0,05

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

601-НТ-11393313.ДП

Арк.

63

3-4	37,2	100	0,225	1,0	2,4	2,4	2,63	0,1	0,26
5-6	74,4	50	2,1	6,9	1,7	11,73	13,83	10	138,3

Загальні втрати у внутрішньокотельних газопроводах 249,87 Па

Необхідний тиск газу на виході після регулятора тиску $P_{vy} = 1750 + 250 = 2000$ Па.

3.5 Підбір регулятора тиску газу

Для забезпечення необхідних параметрів тиску перед пальником був виконаний розрахунок та підбір регулятора тиску газу.

Визначення пропускної здатності регулятора [$m^3/год$]

$$Q_{рег.} = 1595 \times K_v \times \varphi \times P_{вх.} \times f \times \sqrt{1/\rho_0}$$

де K_v - Коефіцієнт витрати.

$K_v = 0.5 \dots 0.85$. Для регулятора Madas FRG/2MBZ-100 Dn 25 приймаємо $K_v = 0.64$;

$P_{вх.}$ - Тиск на вході, МПа;

ρ_0 - Щільність газу при нормальних умовах, $кг/м^3$;

f - площа сідла клапану, $см^2$;

$$f = (\pi \times D_c^2) / 4$$

де D_c^2 - діаметр сідла клапану, см ($D_c = 0,6$ см);

φ - термодинамічний коефіцієнт.

$$\varphi = \sqrt{2 \times K / (K - 1)} \times [(P_{ввих.} / P_{вх.})^{2/K} - (P_{ввих.} / P_{вх.})^{(K+1)/K}]$$

де K - коефіцієнт, для біогазу $K = 1.31$;

$P_{ввих.}$ - тиск на виході з регулятора, МПа.

$$P_{ввих.} = [кПа]$$

$$P_{ввих.} = 2,0 [кПа]$$

$$P_{ввих.}^{абс.} = 0,103 [кПа]$$

$$P_{вх.}^{абс.} = 0,4 [кПа]$$

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$f = (3,14 \times 0,6^2) / 4 = 0,283 \text{ см}^2$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{2 \times 1,31}{1,31 - 1} \times \left[\left(\frac{0,1033}{0,4013} \right)^{\frac{2}{1,31}} - \left(\frac{0,1033}{0,4013} \right)^{\frac{1,31+1}{1,31}} \right]} = 0,54 \text{ см}^2$$

$$Q_{\text{рег.}} = 1595 \times 0,64 \times 0,54 \times 0,4013 \times 0,283 \times \sqrt{1/0,733} = 73,1 \text{ [м}^3\text{/ч]}$$

Приймаємо для проектування регулятор тиску газу Madas FRG/2MBZ-100 Dn 25. Регулятор тиску газу призначений для зниження середнього низького тиску, автоматичної підтримки тиску на виході на заданому рівні незалежно від зміни витрати і тиску на виході, автоматичного відключення подачі газу в разі аварійного підвищення і зниження тиску на виході вище допустимих встановлених значень.

Технічні характеристики регулятора:

- діаметр сідла клапану- 6 мм;
- площа сідла клапану- 0,283 см²;
- пропускна здатність регулятора (таблична) – Q^т=100 м³/год.

Пропускна здатність регулятора з урахуванням фактичної густини газу [м³/год]

$$Q_d = Q^m \times K$$

де Q^т- таблична пропускна здатність регулятора, м³/год

K- порівняльний коефіцієнт.

$$K = 0,854 / \sqrt{\alpha},$$

де α - відносна щільність газу.

$$\alpha = \rho / \rho_0 \text{ [кг/м}^3\text{]}$$

де ρ - Розрахункова щільність газу, кг/м³;

ρ_0 -Щільність природного газу при нормальних умовах, кг/м³.

$$\alpha = 1,15 / 0,730 = 1,57 \text{ [кг/м}^3\text{]}$$

$$K = 0,854 / \sqrt{1,004} = 0,852$$

$$Q_d = 100 \times 1,07 = 107,0 \text{ [м}^3\text{/год]}$$

Розрахункова пропускна здатність регулятора повинна перевищувати

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на 20... 80% фактичного споживання газу. $Q_{\phi}=74,4 \text{ м}^3/\text{год.}$

$$Q^P=(1,2-1,8) Q_{\phi}$$

Умови дотримані, а значить, регулятор підібраний правильно.

Тиск газу на виході з розподільного пристрою регулюється запобіжним запірним клапаном і запобіжним запобіжним клапаном. ПЗК контролює верхню і нижню межі, ПСК - тільки верхню межу.

Регулятор поєднує в собі функції ПЗК і ПСК.

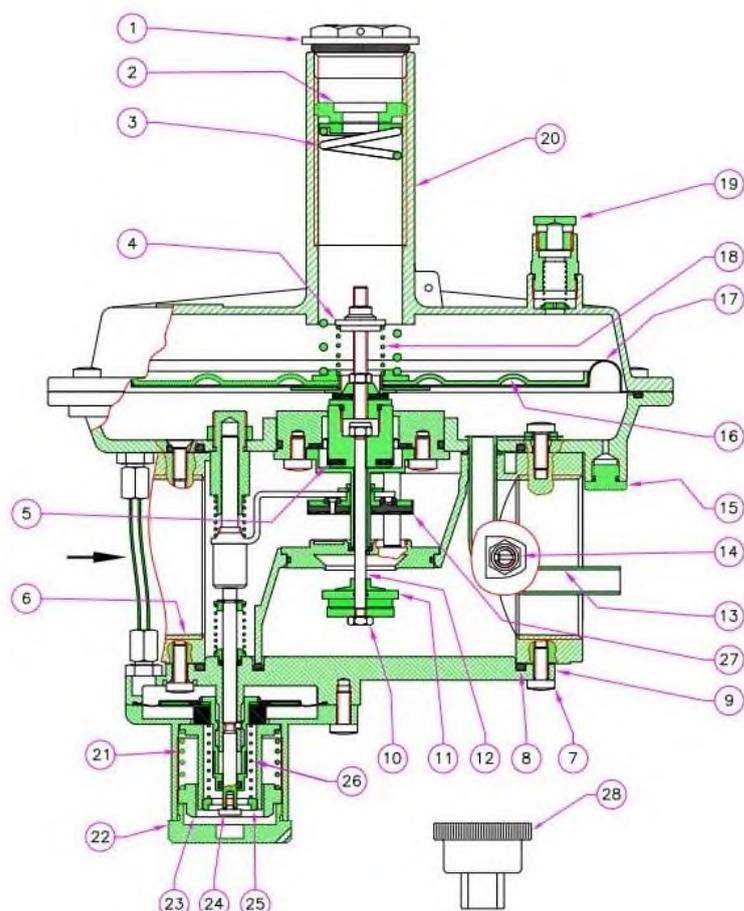


Рис.1 Конструкція регулятора Madas FRG/2MBZ-100 Dn 25

де 1- Кришка регулятора; 2 - Гвинт регулювання; 3 - Пружина для налагодження ; 4 - Налаштування скидного клапана; 5. Компенсуюча мембрана ; 6 - Корпус; 7- Гвинти кріплення нижньої кришки; 8 - Ущільнювальне кільце; 9- Нижня кришка; 10 - Фіксуюча гайка; 11 - Затвор регулятора; 12 - Центральний шток; 13 - Імпульсна трубка; 14 - Контрольний штуцер; 15 - З'єднання G 1/8"; 16 - Диск мембрани; 17 - Робоча мембрана; 18 - Пружина скидного клапану; 19 -

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Пилозахист; 20 - Розтруб; 21 - Пружина ЗЗК; 22 - Кришка; ПЗК 23 - Калібрування ЗЗК; 24 - Кнопка запуску; 25 - Калібрування ЗЗК по пониженню; 26 - Пружина ЗЗК для пониження; 27 - ПЗК- Затвір; 28 - Ключ для спеціалізованого налагоджування ;

3.6 Природоохоронні заходи

Для видалення продуктів згоряння палива в дипломному проекті використовується димова труба діаметром 160 висотою $H=4$ м. Висота труби визначається розрахунком виходячи з умови зниження концентрації шкідливих речовин в поверхневому шарі нижче ГДК Розсіюючи димові гази на певній висоті, діаметр гирла свердловини береться виходячи з максимально допустимих швидкостей димових газів.

9.1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

У димових газах під час роботи котельні на природному газі шкідливими речовинами є NO_2 і CO .

Исходные данные:

Расход топлива

а) Щорічний $V^{\text{год}}=289,35$ тис. $\text{нм}^3/\text{рік}$

б) годинний $V^{\text{ч}}=74,4$ $\text{нм}^3/\text{ч}$

Теплотворна здатність $Q_{\text{н}}^{\text{р}}=35,73$ $\text{мДж}/\text{м}^3$

Характеристика димових газів на вихідному ділянці димоходу ($D=0,16$ м. для кожної котельної одиниці):

- При номінальному навантаженні :

а) температура $t_{\text{ч}}=160^{\circ}\text{C}$

б) $V_{\text{д}}^{\text{г}}=218,7$ $\text{м}^3/\text{год}=0,060$ $\text{м}^3/\text{с}$

в) швидкість $\omega_{\text{ч}}=V_{\text{д}}^{\text{г}} \text{ ка} / f_{\text{д.тр}} \times 3600 = 14,95$ $\text{м}/\text{с}$.

- При мінімальному навантаженні (перехідний період):

а) температура $t_{\text{ч}}=170^{\circ}\text{C}$

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$б) V_{д}^{\Gamma} \text{ ном.ка} = 275,32 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,076 \text{ м}^3/\text{с}$$

в) швидкість димових газів м/с.

$$\omega_{ч} = V_{д}^{\Gamma} \text{ ка} / f_{д.тр} \times 3600$$

$$275,32 / (0,020 \cdot 3600) = 3,83 \text{ м/с.}$$

Викиди шкідливих речовин.

Викиди шкідливих речовин розраховуються відповідно до вказівок щодо розрахунку викидів.

Кількість оксидів азоту M_{NO_2} . [Г/с]

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot B^{\Gamma} \cdot Q_{н} \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) \cdot (1 - q_3 / 100) / 3,6$$

де: B^{Γ} – годинна витрата палива, $\text{м}^3/\text{год}$;

$Q_{н}$ – низча теплотворна здатність палива, $\text{мДж}/\text{м}^3$;

β – Коефіцієнт, що враховує ступінь зниження викидів оксидів азоту в результаті застосування технічних рішень, приймається рівним 0;

K_{NO_2} - Кількість оксидів азоту приймається рівним 0,07 $\text{кг}/\text{ГДж}$;

q_3 - втрати тепла від механічного недопалу, приймаємо рівними 0,5.

При номінальному навантаженні [Г/с]:

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 18,6 \cdot 23,12 \cdot 0,07 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0,5 / 100) / 3,6 = 0,0004$$

Кількість чадного газу

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B^{\Gamma} \cdot (1 - q_3 / 100) / 3,6 \text{ [Г/с]}$$

де C_{CO} - Вихід чадного газу при згорянні палива , $\text{кг}/\text{т}$.

$$C_{CO} = (q_4 \cdot R \cdot Q_{н} \cdot 10^3) / (100 \cdot C_{CO_2}) \quad \text{[Г/м}^3\text{]}$$

де: q_4 – Втрати тепота від хімічної неповноти згоряння, ми приймаємо рівними 0,5;

R – безрозмірна частка q_3 , у зв'язку з наявністю продукту неповного згоряння чадного газу припустимо рівним 0,5.

$$C_{CO} = (0,5 \cdot 0,5 \cdot 35,73 \cdot 10^3) / (100 \cdot 10,12) = 5,71 \text{ [Г/м}^3\text{]}$$

При номінальному навантаженні:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 5,71 \cdot 18,6 \cdot (1 - 0,5 / 100) / 3,6 = 0,000114 \text{ [Г/с]}$$

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальна концентрація шкідливих речовин в приземному повітрі.

Критерієм підбору формул розрахунку є значення допоміжного параметра.

[м/с²°С]

$$f=10^3 \cdot (\omega^2 \cdot D) / (H^2 \cdot \Delta t)$$

де: ω - скорость выхода дымовых газов из трубы, м/с;

D- диаметр устья трубы, м;

H- высота выбросов вредных веществ, м;

Δt - разность между температурой выбрасываемых дымовых газов и температурой наружного воздуха, °С;

$$\omega = 3,81 \text{ [м/с];}$$

$$\Delta t = 160 - (-23) = 183 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$f = 10^3 \cdot (3,81^2 \cdot 0,16) / (40^2 \cdot 183) = 5,76 \text{ [м/с}^2\text{ }^\circ\text{C]}$$

$$f < 100 \text{ м/с}^2\text{ }^\circ\text{C} \quad \Delta t > 0$$

Розрахунок проводиться для нагрітих викидів

Максимальна концентрація шкідливих речовин в приземному повітрі

[мг/м³]

$$C_M = A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot H^2 / \sqrt{V_G} \cdot t$$

де А- коэффициент статификации атмосферы, принимаемо рівним 160;

F-Коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих для газів речовин
F=1.

Значення коефіцієнтів m і n визначаються в залежності від параметрів f, V_M, V_M' и fe.

$$F = 1000x \omega^2 \cdot D / H \cdot x \Delta T;$$

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{V_1} \cdot \Delta T / H$$

При номінальному навантаженні:

$$V_M' = 1,3 \cdot 3,81 \cdot 0,08 / 4 = 0,39$$

$$f_e = 800 \cdot (0,39)^3 = 47,46; f_e > f; f = 5,76$$

$$m = 1 / (0,67 + 0,1 \sqrt[3]{5,76} + 0,34 \sqrt[3]{5,76}) = 0,66$$

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Значення параметра V_M

$$V_M = 0,65 \times \sqrt[3]{\frac{V_z \times \Delta t}{H}}$$

При номінальному навантаженні [м/с]:

$$V_M = 0,65 \times \sqrt[3]{\frac{0,075 \times 183}{4}} = 1,00$$

Обчислюємо n за формулою

$$n = 0,532 \times V_M^2 - 2,13 \times V_M + 3,13$$

При номінальному навантаженні:

$$n = 0,532 \times 1,0^2 - 2,13 \times 1,0 + 3,13 = 1,532$$

При номінальному навантаженні:

$$C_M^{NO_2} = \frac{160 \times 0,0004 \times 1 \times 0,66 \times 1,532 \times 1}{4^2 \times \sqrt[3]{0,075 \times 183}} = 0,077 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

$$C_M^{CO} = \frac{160 \times 0,00011 \times 1 \times 0,66 \times 1,532 \times 1}{4^2 \times \sqrt[3]{0,075 \times 183}} = 0,131 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

Що нижче допустимих меж:

- діоксиду азоту – 77,1 мкг/м³ (ГДК – 200 мкг/м³);
- оксиду вуглецю – 131 мкг/м³ (ГДК – 5000 мкг/м³);

Визначивши кількість шкідливих викидів, переходимо до розрахунку мінімально допустимої висоти димоходу від умови відведення продуктів згоряння і їх розсіювання в атмосфері.

Мінімально допустима висота димової труби визначається з умови забезпечення такого розсіювання, що концентрація шкідливих речовин на поверхні ґрунту буде менше гранично допустимої концентрації цієї речовини в атмосферному повітрі (ГДК).

Мінімально допустима висота димоходу визначається за формулою [м] :

$$H = (\sqrt{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}) / (\text{ПДК} \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}) ,$$

де: A - коефіцієнт в залежності від температурного розшарування атмосфери

M - маси шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

часу, г/с ;

F- Коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих для газу речовин, дорівнює 1;

m та n - коефіцієнт з урахуванням умов виходу газоповітряної суміші ;

ГДК – разова межа допустимої концентрації шкідливої речовини в атмосферному повітрі ;

V_1 - Витрата димових газів, м³/с ;

ΔT - різниця між температурою димових газів, що виділяються, і температурою навколишнього повітря, °С;

Розрахунок на NO₂

$$H = \sqrt{\frac{160 \times 0,0004 \times 1 \times 0,61 \times 1,61}{0,085^2 \times \sqrt[3]{0,078 \times 150}}} = 2,71 \text{ [м]}$$

Розрахунок на CO

$$H = \sqrt{\frac{160 \times 0,00011 \times 1 \times 0,61 \times 1,61}{3^2 \times \sqrt[3]{0,078 \times 150}}} = 0,85 \text{ [м]}$$

З розрахунку видно, що висота димоходу забезпечує відведення продуктів згоряння і їх розсіювання в атмосфері.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті проаналізовано шляхи отримання та використання біопалива у світі.

Загальна вартість комерційного біогазу коливається в межах 340-470 євро/1000 м³, враховуючи тип сировини для виробництва біогазу, потужність заводу та логістичні витрати до кінцевого споживача.

Ціна природнього газу, для комерційних споживачів, на території України у опалювальний період 2024 року за даними НАК “Нафтогаз” складає 18000 грн/1000 м³(420 євро/1000 м³), без урахування вартості доставки газу і близько 14000 грн/1000 м³ (333 євро/1000 м³), у неопалювальний період.

Таким чином можна стверджувати що використання біогазу зараз є економічно вигідним та має перспективи розвитку та падіння вартості за рахунок освоєння технології вироблення біогазу від різних джерел та поширення даних технологій у промисловості.

Подальший розвиток біогазової енергетики в Україні та світі може забезпечити:

- великий внесок у світову енергетику;
- Значне скорочення викидів парникових газів і, можливо, інші екологічні переваги;
- зміцнення енергетичної безпеки та торговельного балансу, заміщення імпорту викопного палива вітчизняною біомасою;
- можливості економічного та соціального розвитку сільських територій;
- можливість використання відходів, їх зменшення, вирішення проблем утилізації та підвищення ефективності використання ресурсів.

Використання водогрійних котлів малої потужності на традиційних та альтернативних паливах дозволить досягти високої економічної та енергетичної ефективності із забезпеченням надійності під час експлуатації.

Всі ці фактори дозволяють ширше використовувати нетрадиційні джерела

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії, зменшити використання вичерпних ресурсів та скоротити шкідливі викиди у довкілля.

Окремого розгляду заслуговує використання блочних котелень що працюють на біогазі.

Була розроблена споруда котельні, яку можливо транспортувати та змонтувати на будь-якому майданчику для забезпечення потреб у тепловій енергії.

- Розроблено теплову схему
- Виконано розрахунок та підбір обладнання
- Виконано гідравлічні розрахунки мереж тепло- та газопостачання
- Оскільки біогаз знаходиться в газгольдерах де міститься під високим тиском для забезпечення необхідного тиску перед пальником був підібраний регулятор тиску.

Такі котельні мають низку переваг у порівнянні з традиційними спорудами оскільки дають змогу в дуже короткий термін забезпечити потреби в теплопостачанні, маючи високу швидкість монтажу, та відсутність витрат для прокладання інженерних мереж що відіграє важливу роль в економічному обґрунтуванні використання саме блочних котелень. Даний тип котелень може використовуватись для опалення приміщень сміттєпереробних заводів, приміщень сільськогосподарського сектору, тобто на тих підприємствах де можливе вироблення біогазу.

Головним недоліком блочних котелень є виробництво достатньої кількості біогазу, для забезпечення стабільної роботи котельні. В крайньому випадку такі котельні можливо перевести на інші види палива але доведеться виконати заміну пальників, та використовувати природній газ чи рідкі види палив.

Для забезпечення надійності у зв'язку зі змінюваною кількістю одержуваного біогазу бажано мати надійне теплопостачання та можливість роботи котлів і на природному газі, і на біогазі.

Мінімальні терміни введення в експлуатацію з початку будівельно-

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

монтажних робіт.

Мінімальні витрати на монтаж і введення в експлуатацію.

Легко переміщається до місця експлуатації залізничним, водним транспортом, автомобільним або повітряним транспортом.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

СПИСОК ВИКОРИСТАНИЙ ДЖЕРЕЛ

1. Heating and Cooling Future of Europe and Interactions with Electricity. IEEE European Public Policy Committee Position Statement, 2018.
2. Flamme S., et al. Energieerzeugung aus Abfällen. Umweltbundesamt: Dessau-Roßlau, 2018.
3. Faaij A.P.C. Securing sustainable resource availability of biomass for energy applications in Europe; review of recent literature.
4. Sustainable and optimal use of biomass for energy in the EU beyond 2020. EC Directorate General for Energy, 2017.
5. A Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy 2018.
6. Playing with fire. An assessment of company plans to burn biomass in EU coal power stations. Sandbag, 2019. 30 p. Available at:
7. Statistical Report 2019. Brussels, Bioenergy Europe, 2019.
8. Sterman J.D., Siegel L., Rooney-Varga J.N. Does replacing coal with wood lower CO2 emissions? Dynamic lifecycle analysis of wood bioenergy. Environmental Research Letters, 2018, no. 13(1). 10 p. DOI: 10.1088/1748-9326/aaa512
9. Timmons D.S., Buchholz T., Veeneman C.H. Forest biomass energy: Assessing atmospheric carbon impacts by discounting future carbon flows. Gcb Bioenergy, 2016, no. 8 (3), pp. 631-643. DOI: 10.1111/gcbb.12276
10. Schlesinger W.H. Are wood pellets a green fuel? Science, 2018, no. 359 (6382), pp. 1328-1329. DOI: 10.1126/science.aat2305
11. Madsen K., Bentsen N.S. Carbon Debt Payback Time for a Biomass Fired CHP Plant – A Case Study from Northern Europe. Energies, 2018, no. 11 (4), pp. 807-819. DOI: 10.3390/en11040807
12. Carbon impacts of biomass consumed in the EU: quantitative assessment. Forest

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Research, Farnham, December, 2015. 341 p.

13. Berndes G., et al. Forest biomass, carbon neutrality and climate change mitigation. From science to policy, 2016, pp. 3-27.

14. Reid W.V., Ali M.K., Field C.B. The future of bioenergy. Global change biology, 2019. DOI: 10.1111/gcb.14883

15. Banja M., et al. Biomass for energy in the EU – The support framework. Energy policy, 2019, no. 131, pp. 215-228. DOI: 10.1016/j.enpol.2019.04.038

16. Ковальський В., Голодніков О., Григорак М., Косарев О., Кузьменко В. Про підвищення рівня екологоенергетичної безпеки України // Економіка України. — 2000. — № 10. — С. 34—41.

17. Винтоняк В. Українська рапсодія // Агрперспектива. — 2000. — № 1. — С. 10—14.

18. Семенов В.Г., Кухта В.Г. Дизельное топливо из рапса // Хранение и переработка зерна. — 2000. — № 12. — С. 59—61.

19. Фукс И.Г., Евдокимов А.Ю., Джамалов А.А., Лукса А. Экологические аспекты использования топлив и смазочных материалов растительного и животного происхождения // Химия и технология топлив и масел. — 1992. — № 6. — С. 36—40.

20. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторек, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В.В. Криворучко — К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. — 256 с.

21. Семенов В.Г., Марченко А.П., Семенова Д.У., Ліньков О.Ю. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива — Машинобудування: Вісн. Харківського державного політехнічного університету. — Збірка наук. праць. — Випуск 101. — Харків: ХДПУ, 2000. — С. 159—163.

22. Семенов В.Г. Анализ показателей работы котлов на нефтяных и альтернативных топливах растительного происхождения. — Вісн. Національного

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічного університету «ХП»: Збір ка наук. праць. Харків: НТУ «ХП», 2002. — № 3. — С. 177—197.

23. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: Монографія / О. Адаменко, В. Ви -сочанський, В. Лютко, М. Михайлів. — Івано-Франківськ: ІМЕ. — 2001. — 432 с.

					601-НТ-11393313.ДП	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Міністерство освіти і науки України національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики*

*Ілюстративні матеріали
до дипломної роботи магістра*

на тему : "Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні"

*Виконав: студента 6 курсу, групи 601 НТ спеціальності 144 Теплоенергетика
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)*

Річка Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

к.т.н проф.Писаренко В.П.

(прізвище та ініціали)

Зав.кафедрою

к.т.н проф.Голік Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2025 рік

Висновки

Використання водогрійних котлів малої потужності на традиційних та альтернативних паливах дозволить досягти високої економічної та енергетичної ефективності із забезпеченням надійності під час експлуатації.

Всі ці фактори дозволяють ширше використовувати нетрадиційні джерела енергії, зменшити використання вичерпних ресурсів та скоротити шкідливі викиди у довкілля.

Окремого розгляду заслуговує використання блочних котелень що працюють на біогазі.

Була розроблена споруда котельні, яку можливо транспортувати та змонтувати на будь-якому майданчику для забезпечення потреб у тепловій енергії.

- Розроблено теплову схему
- Виконано розрахунок та підбір обладнання
- Виконано гідравлічні розрахунки мереж тепло- та газопостачання
- Оскільки біогаз знаходиться в газгольдерах де міститься під високим тиском для забезпечення необхідного тиску перед пальником був підібраний регулятор тиску.

Такі котельні мають низку переваг у порівнянні з традиційними спорудами оскільки дають змогу в дуже короткий термін забезпечити потреби в теплопостачанні, маючи високу швидкість монтажу, та відсутність витрат для прокладання інженерних мереж що відіграє важливу роль в економічному обґрунтуванні використання саме блочних котелень. Даний тип котелень може використовуватись для опалення приміщень сміттєпереробних заводів, приміщень сільськогосподарського сектору, тобто на тих підприємствах де можливе вироблення біогазу.

						601-НТ-11393313.ДП			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні			Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.						Р	12	
Перевір.	Лисаренко В.П.								
Н. контр.	Голік Ю.С.			Висновки			НУПП ім Ю.Кондратюка		
Затверд.	Голік Ю.С.								

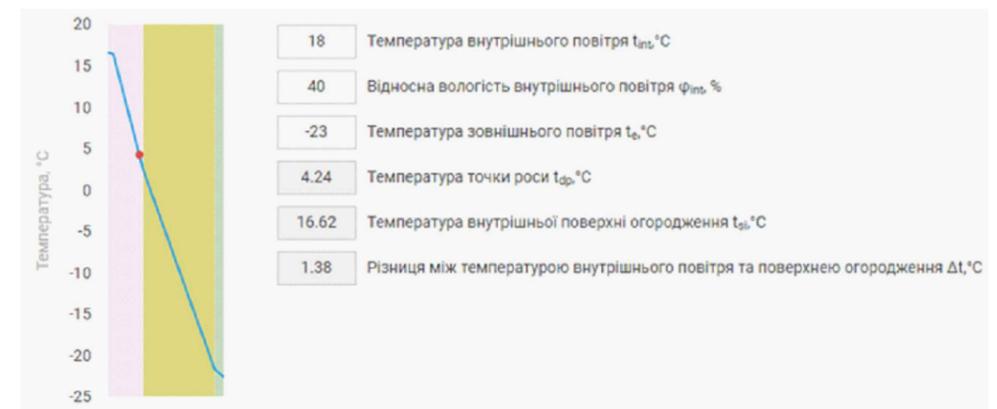
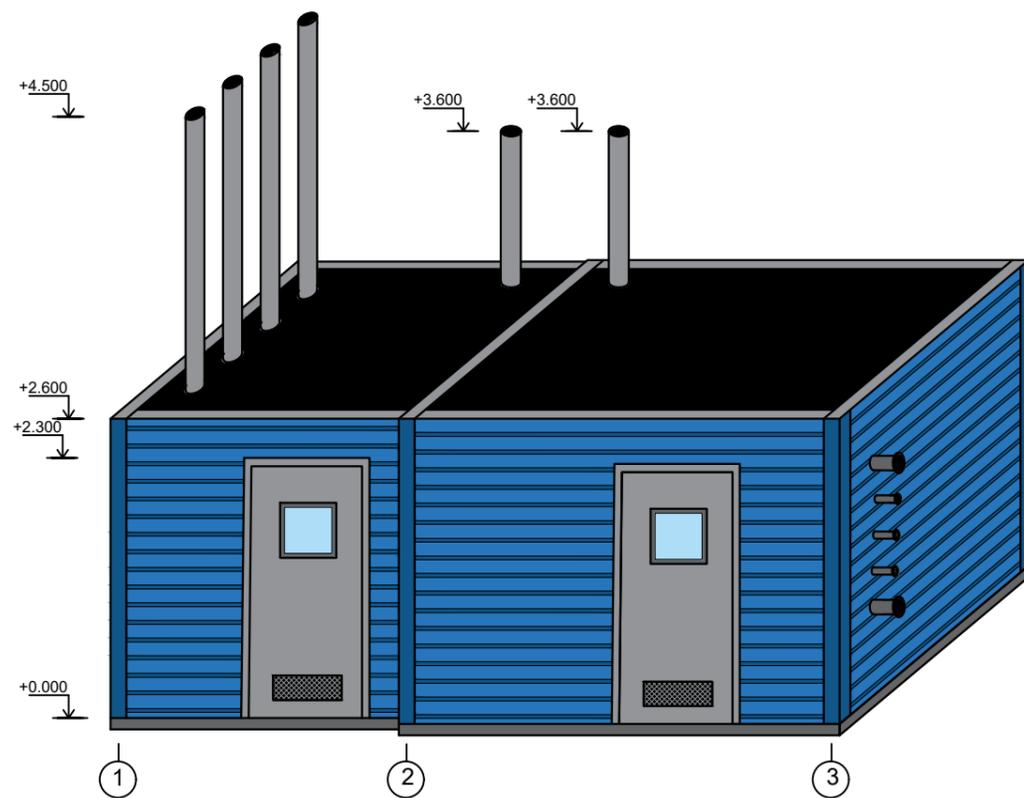
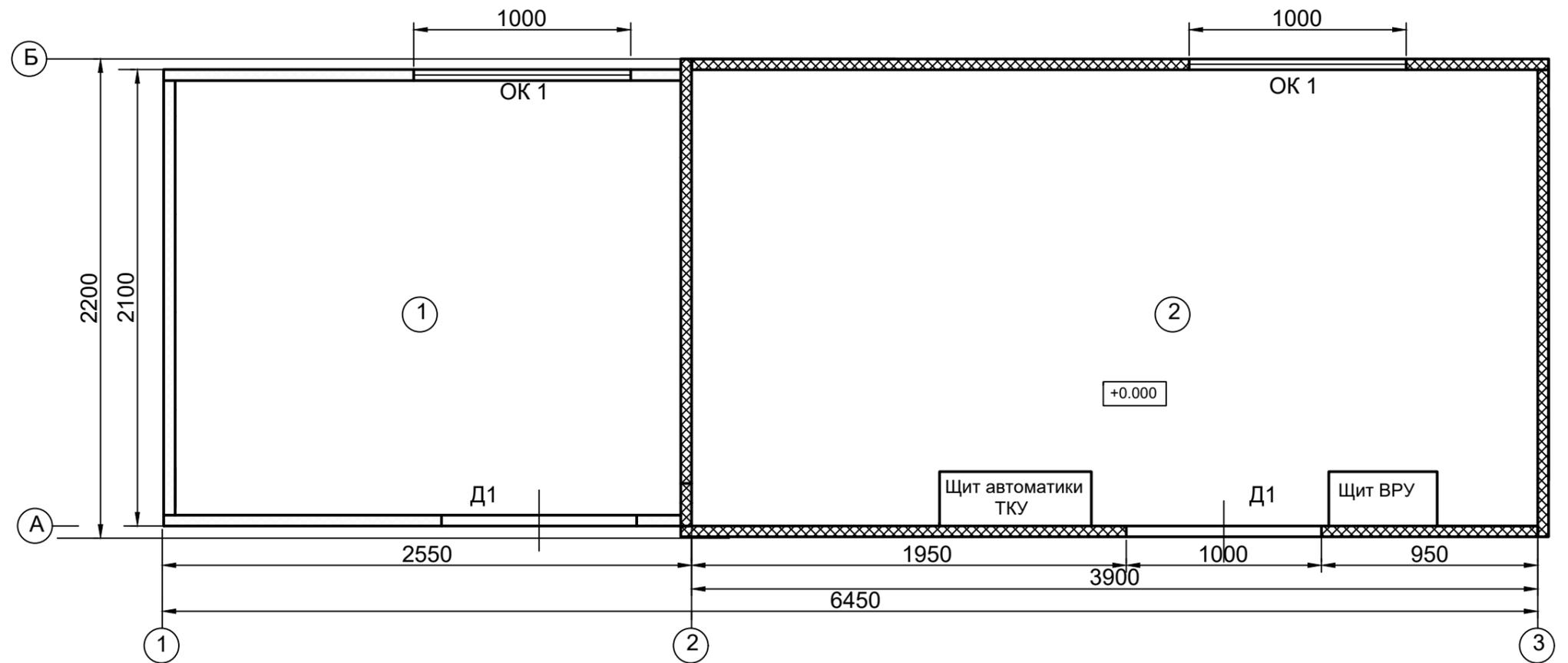
Лист	Найменування	Примітки
1	Загальні дані	
2	План блочної котельні	
3	План розташування обладнання	
4	Розріз 1-1	
5	Фасад 1-1 3-3	
6	Розріз 4-4 Розріз 5-5	
7	Принципова теплова схема	
8	Схема гідравлічного розрахунку	
9	Схема гідравлічного розрахунку газопроводів	
10	Схема влаштування пальника Графік продуктивності пальника RIELLO RS 34	
11	Економічні показники, Конструкція регулятора Madas FRG/2MBZ-100 Dn 25	
12	Висновки	
Позначення	Найменування	Примітка
	<u>Документи, на які посилаються</u>	
ДСТУ - Н Б В. 1.1 - 27:2010	Будівельна кліматологія	
ДБН В. 2.5 - 67: 2013	Опалення, вентиляція та кондиціювання	
ДБН В.1.1-7:2016	Пожежна безпека об'єктів будівництва.	
ДСНЗ.3.6.042-99	Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень	

Дипломний проект на тему "Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні" розроблений на підставі завдання на проектування та відповідно вимогам діючих норм та правил:

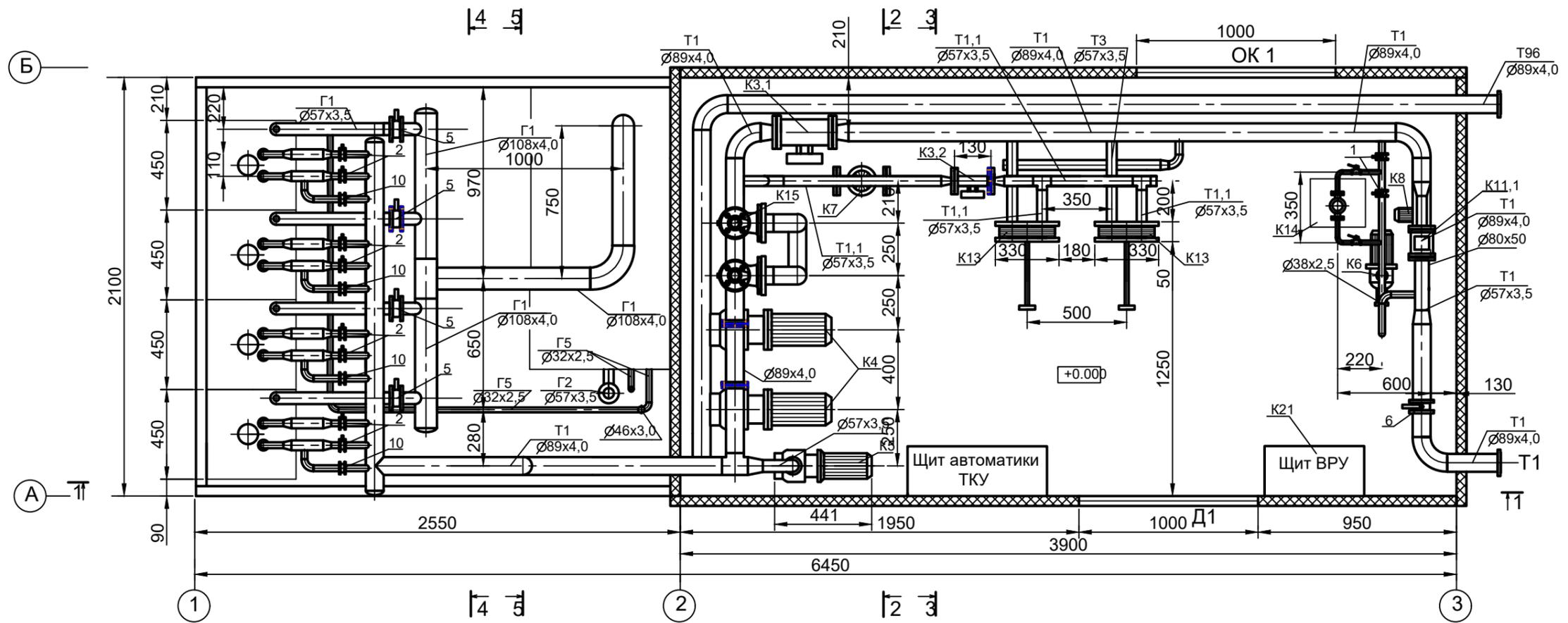
- ДБН В.2.5-77-2014 «Котельні»;
- ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання»;
- «Правила безпеки систем газопостачання України»;
- ДБН В. 1.1 -7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція»;
- ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі».

Розрахункові параметри зовнішнього повітря і термін опалювального періода прийняті у відповідності з ДСТУ-Н Б В. 1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» (таблиця 2 сторінка 8): - температура в зимовий період - 23°C
- температура в теплий період +25,1 °C
термін опалювального періода 4488 годин

						601-НТ-11393313.ДП			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні			Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.						Р	1	12
Перевір.	Лисаренко В.П.			Загальні вказівки			НУПП ім Ю.Кондратюка		
Н. контр.	Голік Ю.С.								
Затверд.	Голік Ю.С.								

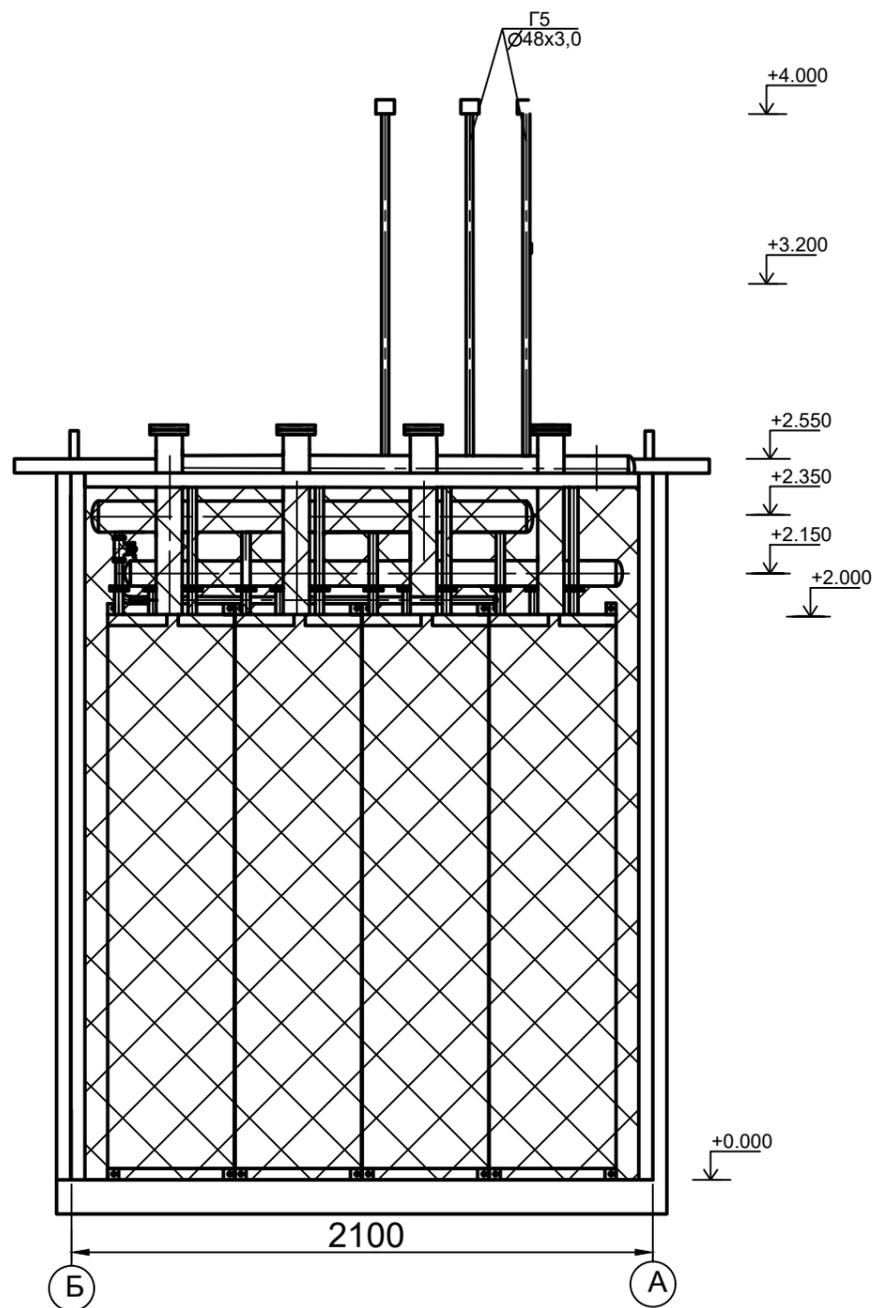


							601-НТ-11393313.ДП		
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні			Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.						Р	2	
Перевір.	Лисаренко В.П.			План блочної котельні			НУПП ім Ю.Кондратюка		
Н. контр.	Голік Ю.С.								
Затверд.	Голік Ю.С.								

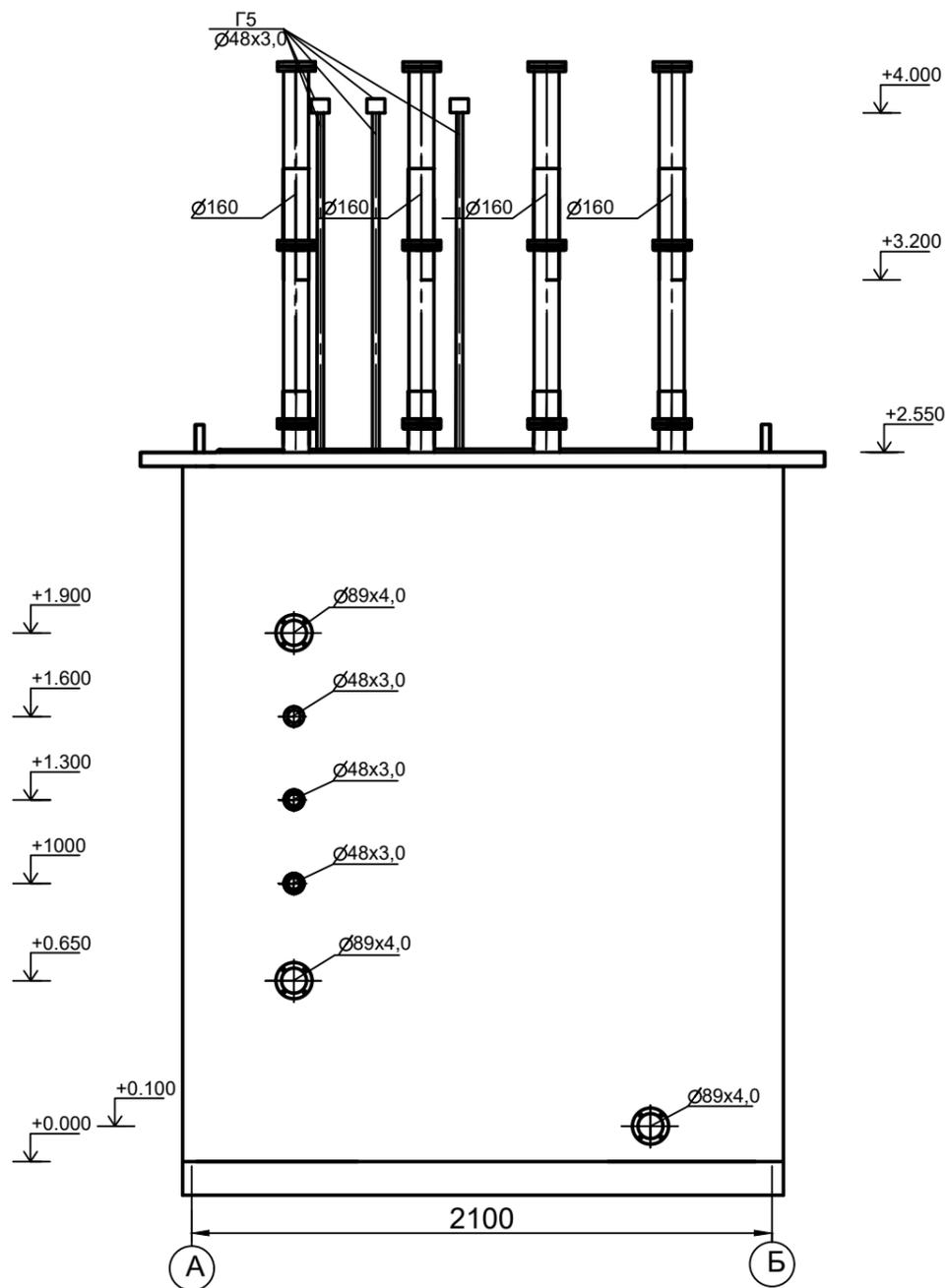


601-НТ-11393313.ДП							
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні	Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.				Р	3	
Перевір.	Лисаренко В.П.						
Н. контр.	Голік Ю.С.			План розташування обладнання	НУПП ім Ю.Кондратюка		
Затверд.	Голік Ю.С.						

Фасад 1-1



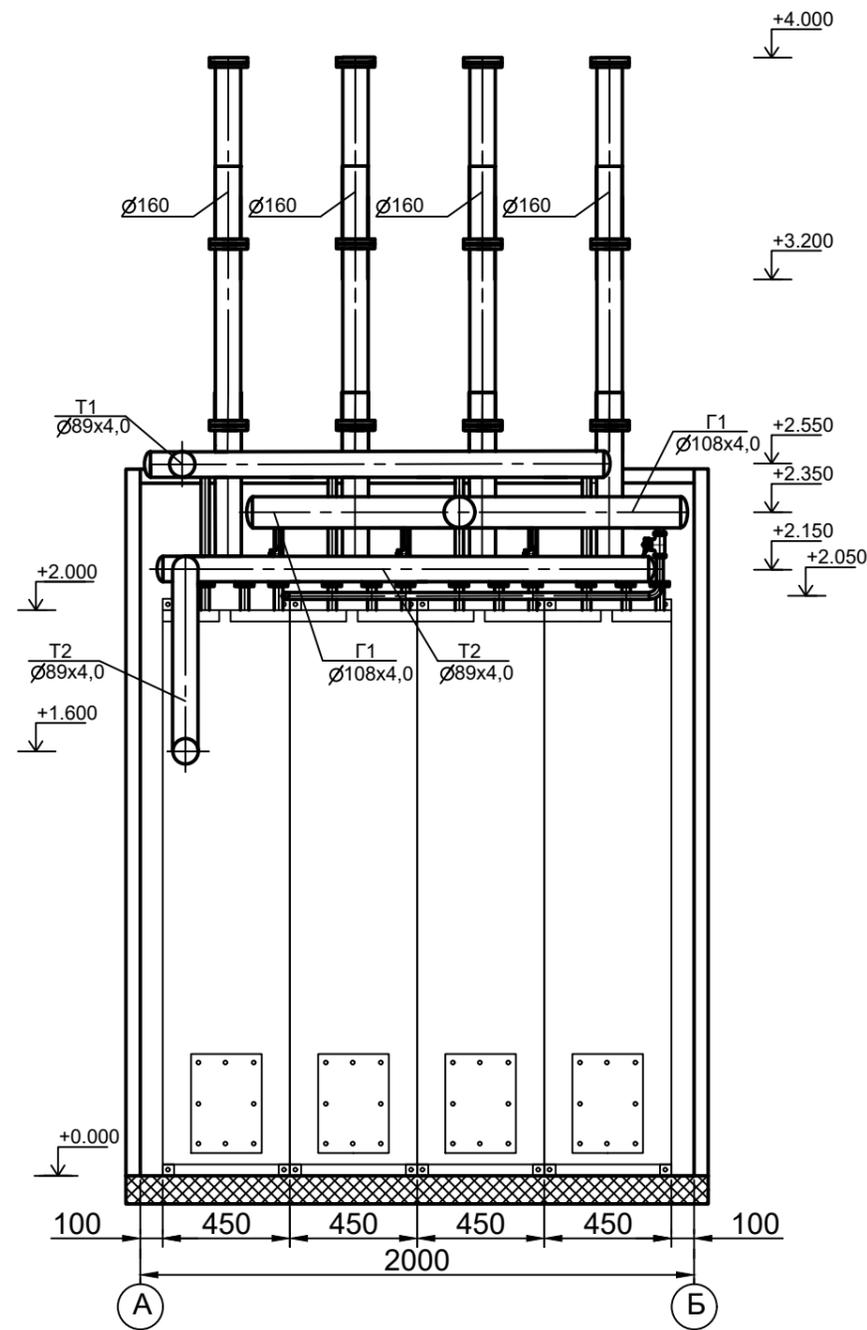
Фасад 3-3



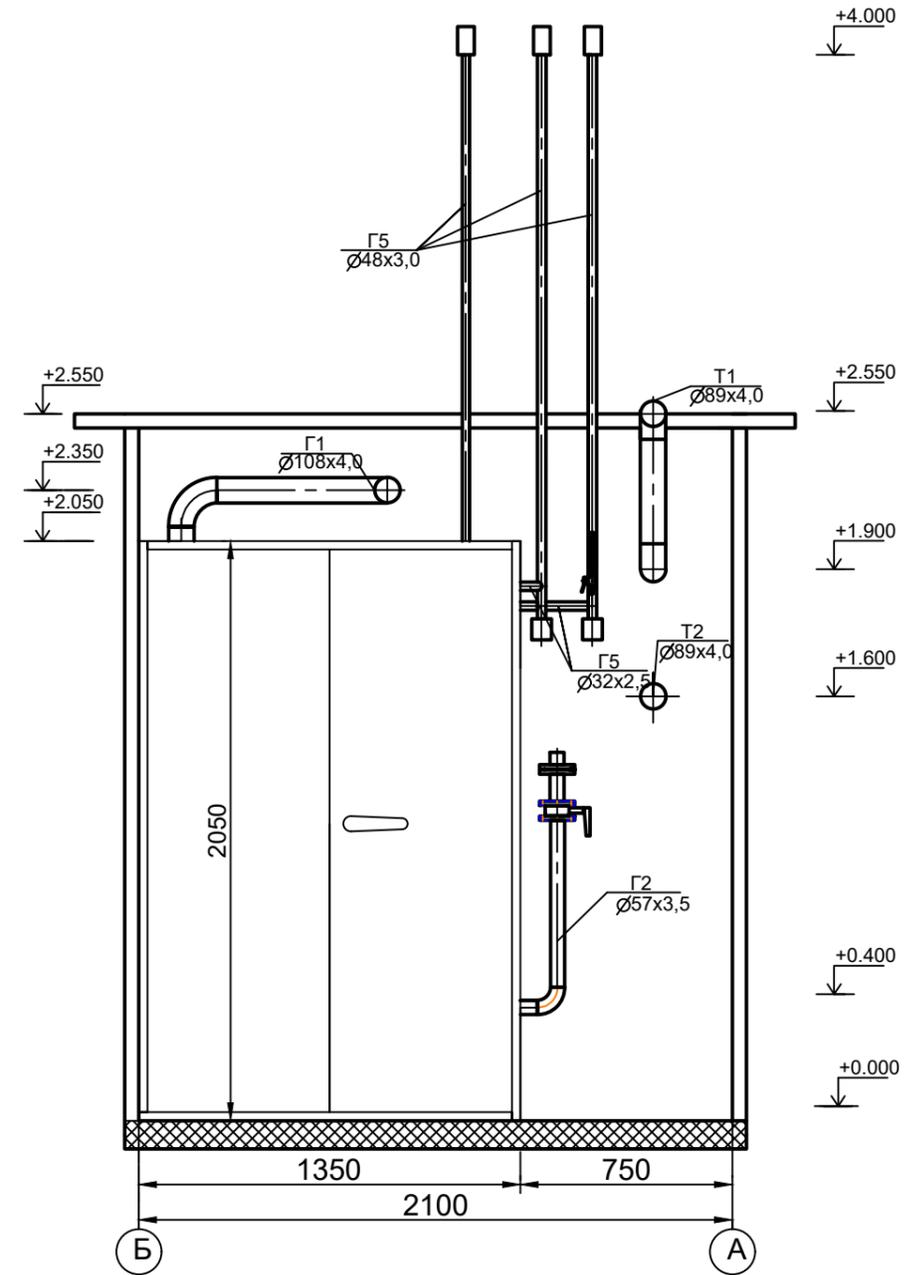
601-НТ-11393313.ДП

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні	Літера	Арк.	Аркушів
Виконав		Річка Д.О.				Р	5	
Перевір.		Лисаренко В.П.						
Н. контр.		Голік Ю.С.			Фасад 1-1 3-3	НУПП ім Ю.Кондратюка		
Затверд.		Голік Ю.С.						

Розріз 4-4



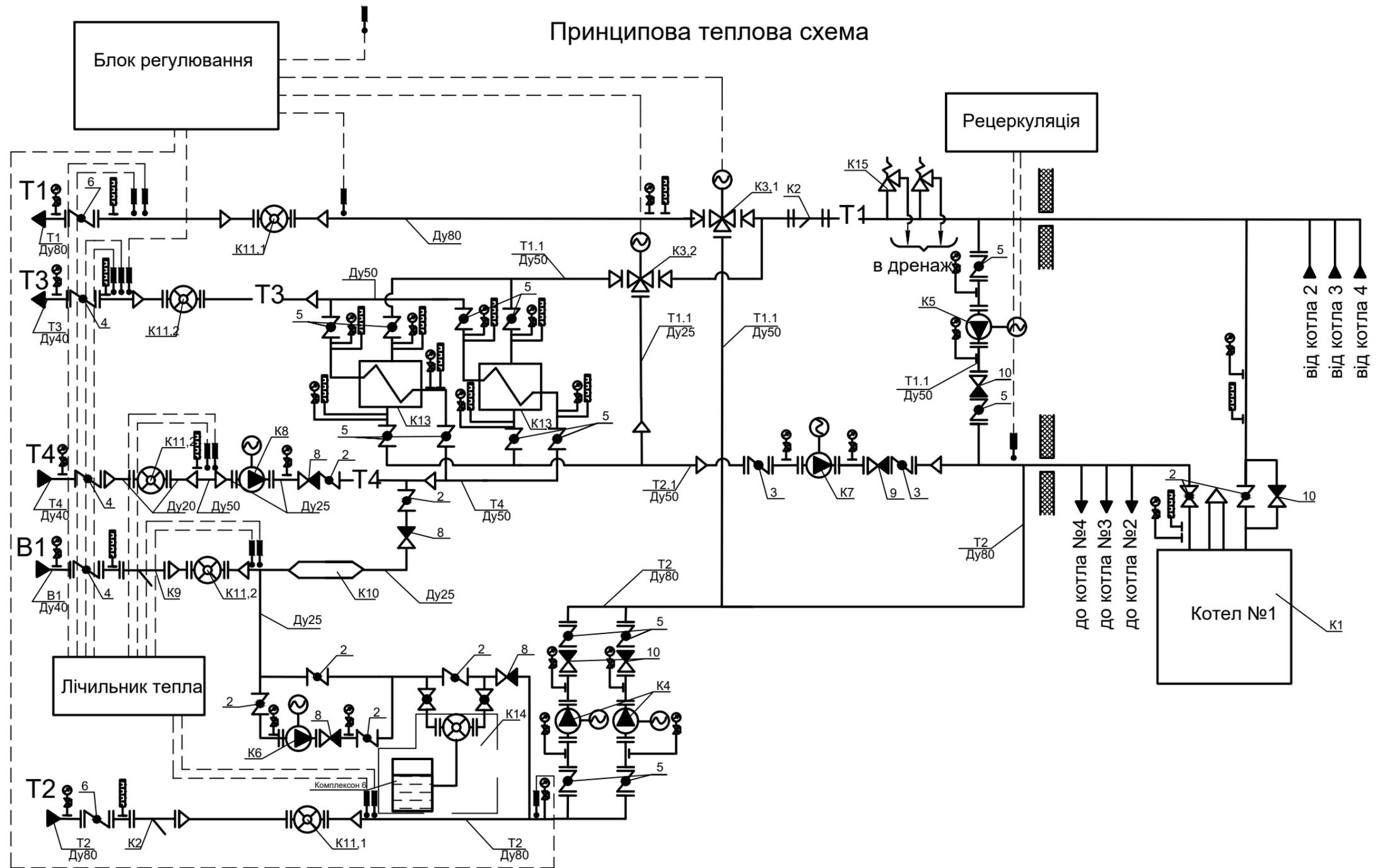
Розріз 5-5



601-НТ-11393313.ДП

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні	Літера	Арк.	Аркушів
Виконав		Річка Д.О.				Р	6	
Перевір.		Лисаренко В.П.						
Н. контр.		Голік Ю.С.			Розріз 4-4 Розріз 5-5	НУПП ім Ю.Кондратюка		
Затверд.		Голік Ю.С.						

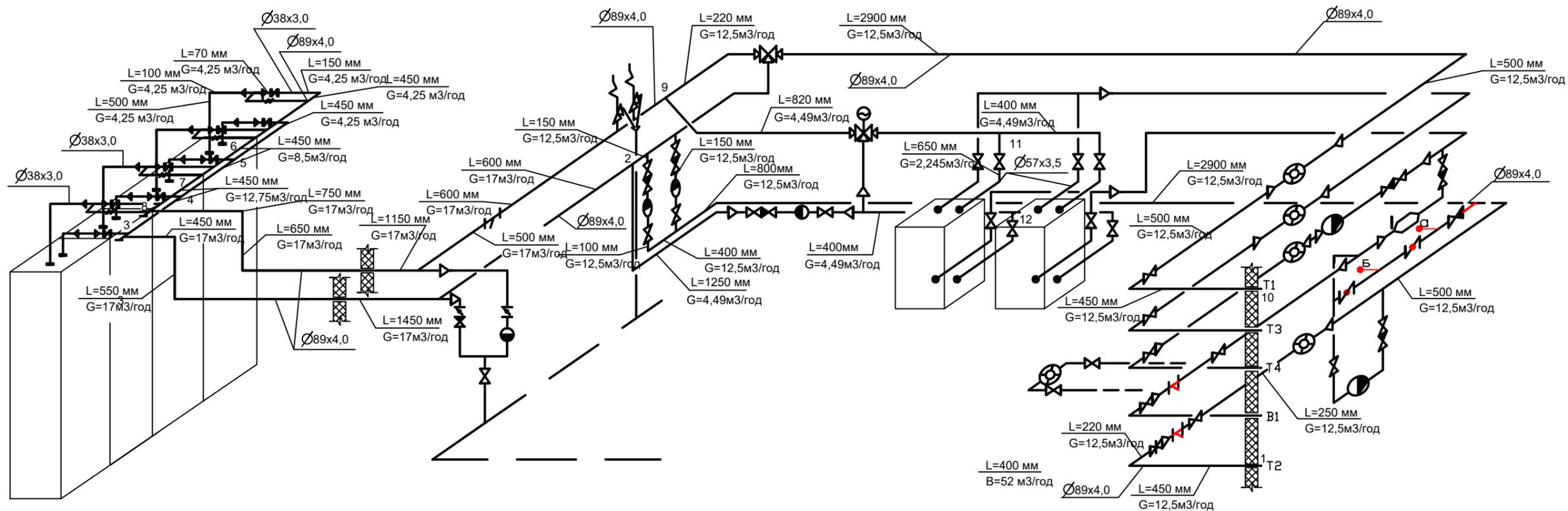
Принципова теплова схема



601-НТ-11393313.ДП

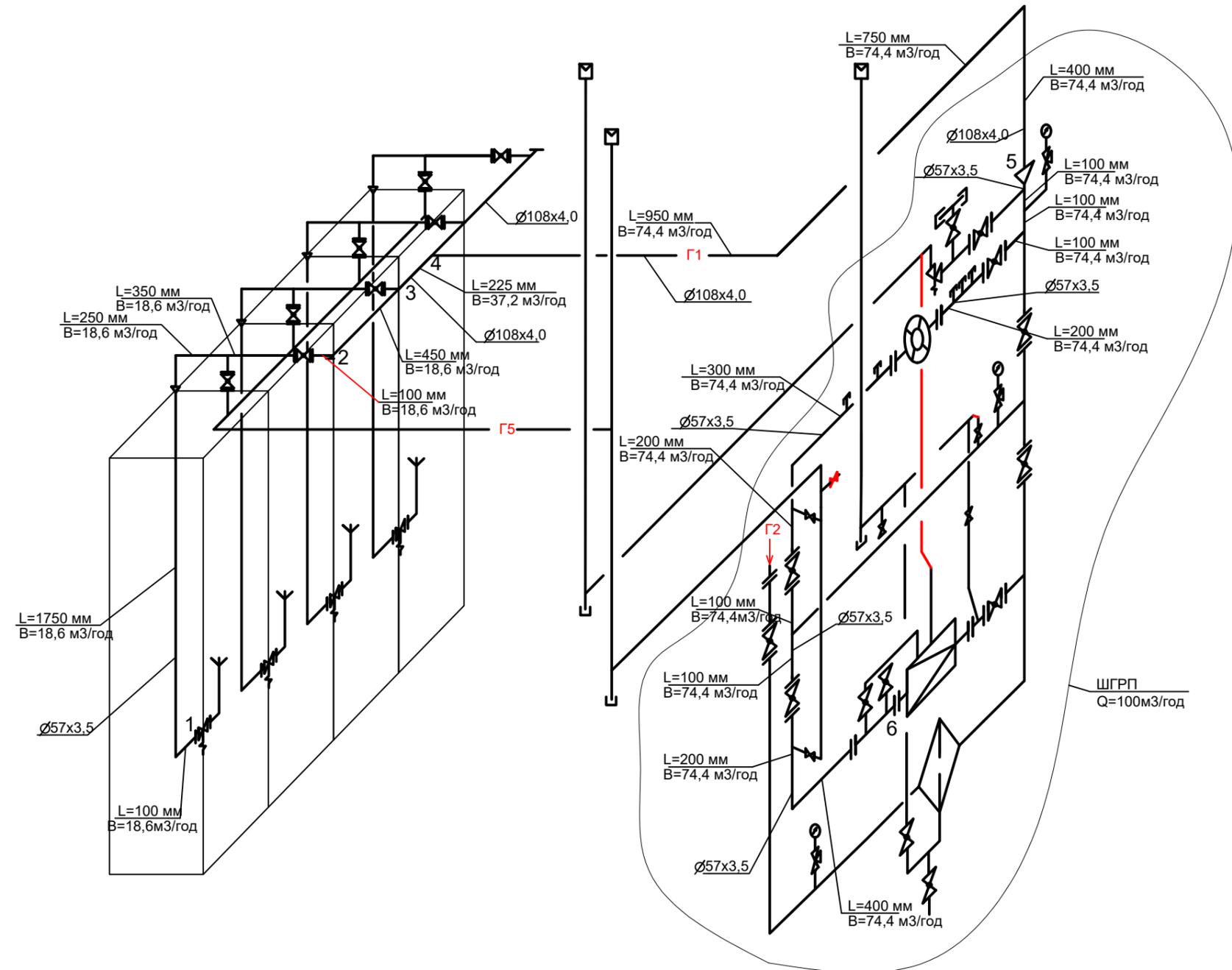
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні	Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.				Р	7	
Перевір.	Лисаренко В.П.						
Н. контр.	Голік Ю.С.			Принципова теплова схема	НУПП ім Ю.Кондратюка		
Затверд.	Голік Ю.С.						

Схема гідравлічного розрахунку



				601-НТ-11393313.ДП					
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні			Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.						Р	8	
Перевір.	Лисаренко В.П.			Схема гідравлічного розрахунку			НУПП ім Ю.Кондратюка		
Н. контр.	Голік Ю.С.								
Затверд.	Голік Ю.С.								

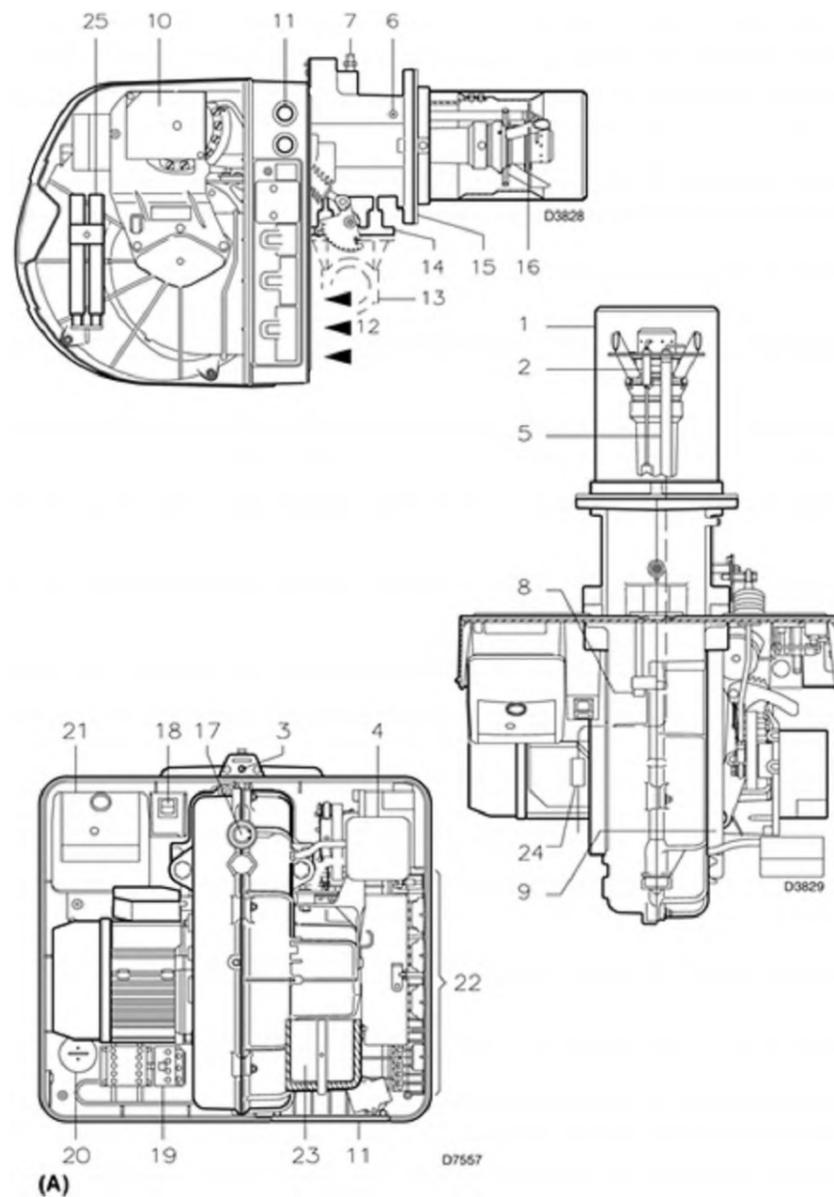
Схема гідравлічного розрахунку газопроводу



№ Діл.	Витрати Q, м³/год	d _y , м	ℓ, м	Σζ	ℓ _{э^л} , м	ℓ _{э^м} , м	ℓ _{розр} , м	R, Па/м.	ΔP, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	18,6	20	1,6	0,65	0,75	0,49	2,09	50	104,5
		50	1,0	1,95	1,4	2,73	3,73	0,8	2,98
2-3	37,2	100	0,45	-	-	-	0,45	0,1	0,05
2-3	37,2	100	0,45	-	-	-	0,45	0,1	0,05
3-4	37,2	100	0,225	1,0	2,4	2,4	2,63	0,1	0,26
5-6	74,4	50	2,1	6,9	1,7	11,73	13,83	10	138,3

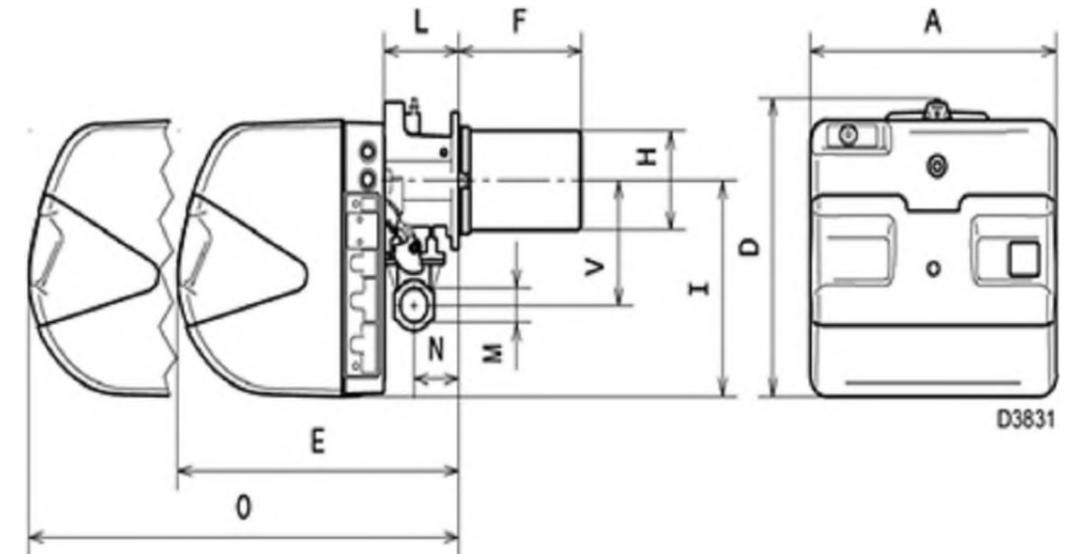
601-НТ-11393313.ДП									
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні			Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.						Р	9	
Перевір.	Писаренко В.П.			Схема гідравлічного розрахунку газопроводів			НУПП ім Ю.Кондратюка		
Н. контр.	Голік Ю.С.								
Затверд.	Голік Ю.С.								

Схема влаштування пальника



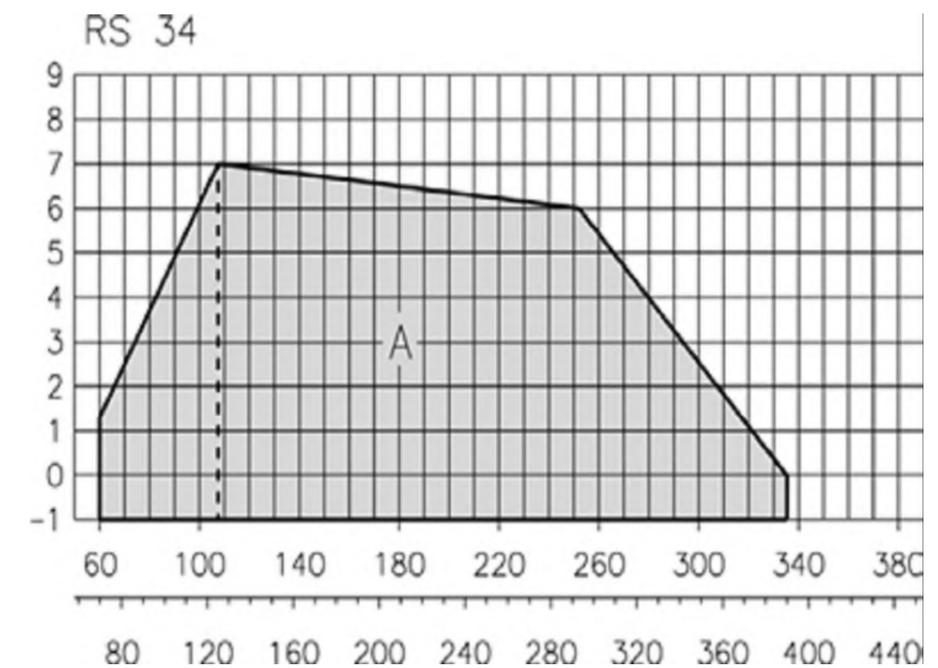
де 1-головка пальника; 2-Електрод запалювання; 3-Регульовальний гвинт головки пальника; 4-Реле мінімального тиску повітря (диференціальний тип); 5-Датчик моніторингу полум'я; 6-Штуцер тиску повітря; 7-Штуцер тиску газу та кріпильний гвинт головки; 8-Гвинт для кріплення вентилятора на муфті; 9-Інструкції для відкриття пальника та перевірки головки пальника; 10-Серводвигун, управляє дросельною заслінкою газу і, за допомогою ексцентрика зі змінним профілем, або так званої «схеми», також управляє дроселем. При зупинці пальника повітряна заслінка повністю закривається, щоб мінімізувати втрати тепла через котел, в результаті тяги через димохід, який втягує повітря з всмоктуючої труби вентилятора; 11-Зона електричних проводів.; 12-Вхід повітря в вентилятор; 13-Газопровід; 14-Дросельна заслінка; 15-Фланець для кріплення до котла; 16-Диск стабілізації полум'я (підсилювальна шайба); 17-вікно візуального контролю; 18-Два електричні вимикачі: одне "включено" - "вимкнено" один "1-й - 2-й етап" 19-Магнітний пускач і реле теплового захисту двигуна з кнопкою аварійної зупинки перезапуску (RS 44 MZ); 20-Конденсатор двигуна (RS 34 MZ); 21-Блок управління (автоматичного згорання) з сигнальною лампою аварійної зупинки і кнопкою перезапуску; 22-Електричні роз'єми; 23-Заслінка; 24-Штепсельний роз'єм на дроті датчика іонізації; 25-Подовжувачі для рейок (версія з довгою головкою);

Графік продуктивності пальника RIELLO RS 34



мм	A	D	E	F(1)	H	I	L	O	N	V	M
RS 34 MZ	442	422	508	216-351	140	305	138	780	84	177	1"1/2
RS 44 MZ	442	422	508	216-351	152	305	138	780	84	177	1"1/2

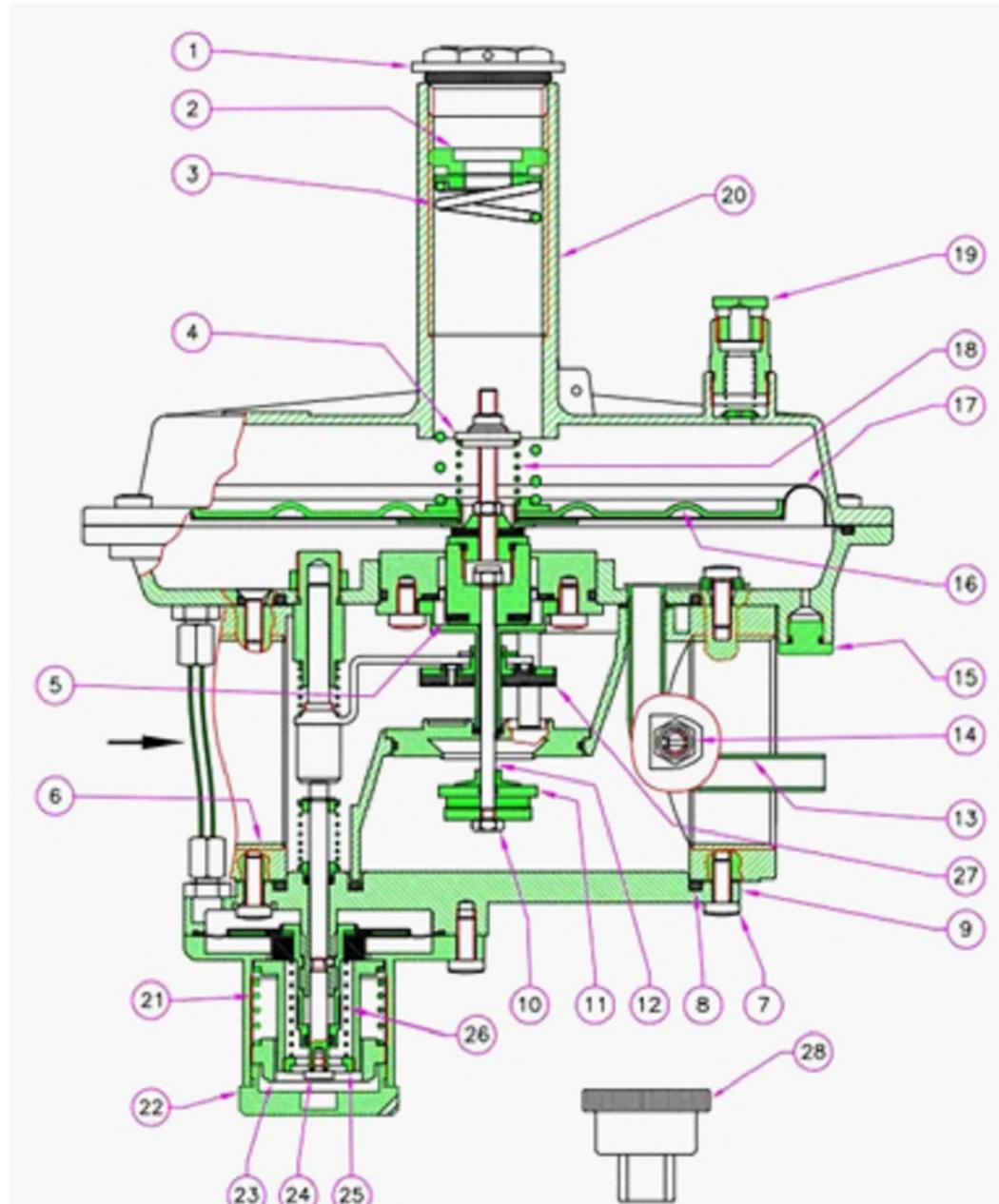
Графік продуктивності пальника RIELLO RS 34



							601-НТ-11393313.ДП		
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні			Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.						P	10	
Перевір.	Лисаренко В.П.								
Н. контр.	Голік Ю.С.			Схема влаштування пальника Графік продуктивності пальника RIELLO RS 34			НУПП ім Ю.Кондратюка		
Затверд.	Голік Ю.С.								

Конструкція регулятора Madas FRG/2MBZ-100 Dn 25

Економічні показники



В даному дипломному проекті проаналізовано шляхи отримання та використання біопалива у світі.

Загальна вартість комерційного біогазу коливається в межах 340–470 євро/1000 м³, враховуючи тип сировини для виробництва біогазу, потужність заводу та логістичні витрати до кінцевого споживача.

Ціна природнього газу, для комерційних споживачів, на території України у опалювальний період 2024 року за даними НАК "Нафтогаз" складає 18000 грн/1000 м³ (420 євро/1000 м³), без урахування вартості доставки газу і близько 14000 грн/1000 м³ (333 євро/1000 м³), у неопалювальний період.

Таким чином можна стверджувати що використання біогазу зараз є економічно вигідним та має перспективи розвитку та падіння вартості за рахунок освоєння технології вироблення біогазу від різних джерел та поширення даних технологій у промисловості.

де 1- Кришка регулятора; 2 - Гвинт регулювання; 3 - Пружина для налагодження ; 4 - Налаштування скидного клапана; 5. Компенсуюча мембрана ;
6 - Корпус; 7- Гвинти кріплення нижньої кришки; 8 - Ущільнювальне кільце; 9- Нижня кришка; 10 - Фіксуєча гайка;
11 - Затвор регулятора; 12 - Центральний шток; 13 - Імпульсна трубка; 14 - Контрольний штуцер; 15 - З'єднання G 1/8"; 16 - Диск мембрани; 17 - Робоча мембрана; 18 - Пружина скидного клапана; 19 - Пилозахист; 20 - Розтруб; 21 - Пружина ЗЗК; 22 - Кришка; ПЗК 23 - Калібрування ЗЗК; 24 - Кнопка запуску; 25 - Калібрування ЗЗК по пониженню; 26 - Пружина ЗЗК для пониження; 27 - ПЗК- Затвір; 28 - Ключ для спеціалізованого налагоджування ;

						601-НТ-11393313.ДП			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Біоенергетичні технології у тепло- та гарячому водопостачанні			Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Річка Д.О.						Р	11	
Перевір.	Лисаренко В.П.								
Н. контр.	Голік Ю.С.			Економічні показники, Конструкція регулятора Madas FRG/2MBZ-100 Dn 25			НУПП ім Ю.Кондратюка		
Затверд.	Голік Ю.С.								